

DIVISÃO TEMÁTICA 4:

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

Análise da Eficiência da Bobinagem Manual e Motorizada na Produção de Indutores e sua Influência na Indutância

Divisão Temática

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

Autores: M. OLIVEIRA¹; G. TAVARES²; L. HENNING³; J. OLIVEIRA⁴.

EDITAL 01/2023/COPI/JGS-RAU

Resumo:

Este estudo analisou os métodos de bobinagem manual e por bobinadeira elétrica para indutores com 500 e 1000 espiras, utilizando-se do núcleo NEE-42/21/15-4000-IP12R da Thornton Eletrônica LTDA e do condutor AWG 30. Medidas confirmaram as discrepâncias nos comprimentos dos condutores, destacando-se a eficiência superior da bobinadeira elétrica, especialmente em termos de precisão e consistência, em comparação ao método manual.

Palavras-chave: Indutores; Bobinagem; Núcleo de Ferrite; Medição de Indutância.

Introdução

O estudo e aplicação de indutores em projetos de pesquisa são fundamentais para diversas áreas da engenharia elétrica. A correta compreensão e dimensionamento destes componentes são essenciais para o desenvolvimento de sistemas eletrônicos eficientes e confiáveis. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo investigar a influência do método de bobinagem na eficácia dos indutores, compara-se o processo manual com o uso de bobinadeira elétrica.

A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão é um princípio fundamental neste estudo, pois a aplicação prática dos conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula é essencial para a formação profissional dos envolvidos.

Fundamentação teórica

Os conceitos fundamentais que embasam este estudo referem-se à compreensão dos indutores, indutância e métodos de dimensionamento. A permeabilidade magnética

¹ Aluno do Curso Bacharelado em Engenharia Elétrica no Campus Jaraguá do Sul-RAU, matheus.iso@aluno.ifsc.edu.br.

² Aluno do Curso Bacharelado em Engenharia Elétrica no Campus Jaraguá do Sul-RAU, gabriel.h1998@aluno.ifsc.edu.br.

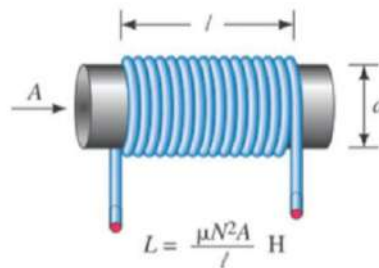
³ Professor no Campus Jaraguá do Sul-RAU, Departamento de Eletrotécnica, julio.oliveira@ifsc.edu.br.

⁴ Professor no Campus Jaraguá do Sul-RAU, Departamento de Eletrotécnica, luizh@ifsc.edu.br.

dos materiais utilizados nos núcleos dos indutores influencia diretamente na indutância, tornando-se essencial para o correto dimensionamento destes componentes [1-4].

A Figura 1 apresenta a forma típica de um indutor, demonstra-se a relação entre as espiras da bobina e o campo magnético gerado. A equação (1) representa a indutância de um indutor, medida em henry (H). A escolha do material do núcleo do indutor, seja de ar, ferro, aço ou plástico, impacta diretamente na eficiência do componente [1].

Figura 1 - Forma típica de um indutor.



Fonte 1 - Boylestad (2012).

$$L = \frac{\mu N^2 A}{l} (H) \quad (1)$$

O dimensionamento dos indutores considera parâmetros como o fator de indutância do núcleo, obtido pela equação (2) com N como número de espiras e L como indutância. A equação (3) é formulada ao substituir (1) em (2), integrando-se o coeficiente de permeabilidade magnética, comprimento e área do núcleo. A indutância é então calculada, utilizando-se o fator de indutância e o número de espiras pela equação (4).

$$Al = \frac{L}{N^2} \quad (2)$$

$$Al = \frac{\mu A}{l} \quad (3)$$

$$L = AlN^2(H) \quad (4)$$

Procedimentos metodológicos

A metodologia adotada neste estudo compreende a realização de cálculos de indutância para diferentes números de espiras, usa-se fios de AWG 27 e 30. Os cálculos são baseados na equação (4), que leva em consideração o fator de indutância e o número de espiras.

Durante esta etapa, a bobinagem de quatro indutores foi realizada, usa-se dois de forma manual e dois de forma motorizada. Os números de espiras considerados foram 500 e 1000 para ambas as formas de bobinagem, contribui-se para uma abordagem abrangente na análise da indutância.

Resultados e discussões

Os testes revelaram maior precisão na medição da indutância com o método de bobinagem elétrica, conforme detalhado na Tabela 1, que apresenta as indutâncias medidas e calculadas para os indutores de 500 e 1000 espiras. Além disso, foram analisados os comprimentos do condutor AWG 30.

Tabela 1 - Resultados dos testes dos indutores.

Método Utilizado	Número de Espiras	Comprimento (m)	Indutância Medida (H)	Indutância Calculada (H)
Bobinado	500	37,20	0,806	1,00
Manual	500	38,40	0,129	-
Bobinado	1000	78,35	3,620	4,00
Manual	1000	79,42	2,472	-

Fonte 2 - Autores.

Considerações finais

A precisão na medição da indutância é crucial para a confiabilidade de componentes elétricos. Testes com indutores de 500 e 1000 espiras mostraram que a bobinagem elétrica resultou em medições mais precisas, próximas aos valores calculados. Recomenda-se o uso da bobinadeira elétrica na fabricação de indutores para garantir a acurácia e confiabilidade em futuros projetos.

Referências

- [1] ALEXANDER, C. K.; SADIKU, M. N. Fundamentos de circuitos elétricos. AMGH.
- [2] BOYLESTAD, R. Introdução à análise de circuitos. Pearson Education do Brasil.
- [3] CAPUANO, F. G.; MARINO, M. Laboratório de eletricidade e eletrônica. São Paulo: Érica.
- [4] VINCENZI, G. N. Dimensionamento e projeto de indutores.

Aplicação de algoritmos de compartilhamento de segredos e anonimização de dados para adequação de sistemas à LGPD

Divisão Temática

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

Autores: Acácio Junior¹; Maher Daoud²; Luciano Barreto³.

FAPESC 27/2021

Resumo:

Este trabalho objetivou a implementação de serviços seguros para o armazenamento de dados pessoais em sistemas informatizados, em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD). Inicialmente, realizou-se uma revisão da literatura sobre a LGPD para entender seu escopo e implicações. Também foram examinados estudos sobre algoritmos de compartilhamento de segredos e técnicas de anonimização de dados, considerando tanto aspectos legais quanto práticos. Após análise, desenvolveram-se soluções em forma de bibliotecas e serviços web. Testes de desempenho, utilizando dados pessoais fictícios, foram conduzidos para validar a eficácia das abordagens. Por fim, análises quantitativas e qualitativas das soluções implementadas avaliaram sua eficácia e adequação às exigências da LGPD e às necessidades de segurança e desempenho dos sistemas.

Palavras-chave: armazenamento seguro; compartilhamento de segredos; anonimização de dados

Introdução

Com a entrada em vigor da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil, delineada pela Lei nº 13.709/2018 (BRASIL, 2018) estabeleceu-se um marco regulatório significativo para a proteção de dados pessoais, integrando o país ao movimento global de reforço à privacidade. Esta legislação define princípios essenciais como minimização, finalidade, adequação e transparência, visando proteger as informações pessoais e garantir o respeito aos direitos fundamentais dos cidadãos.

¹ Egresso do curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IFSC Campus Canoinhas, acacio.j@aluno.ifsc.edu.br

² Egresso do curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IFSC Campus Canoinhas, maher.d@aluno.ifsc.edu.br

³ Docente do curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IFSC Campus Canoinhas, luciano.barreto@ifsc.edu.br

Este trabalho aborda técnicas avançadas para o armazenamento seguro de dados, focando em métodos como compartilhamento de segredos e anonimização de informações, essenciais para a conformidade com a LGPD. Exploramos algoritmos como o esquema de Shamir para compartilhamento de segredos (SHAMIR, 1979) e técnicas de k-anonimato e l-diversidade para anonimização (RAGHUNATHAN, 2013) discutindo sua aplicabilidade em contextos corporativos, como sistemas CRM, bancos de dados de RH e plataformas de e-commerce. O estudo também considera o impacto da computação em nuvem, cada vez mais prevalente, conforme destacado por GARTNER (2021).

Ao propor a adaptação das infraestruturas de TI para atender às exigências da LGPD, este trabalho oferece mecanismos práticos e técnicos para profissionais e organizações, visando não apenas a conformidade legal, mas a implementação eficaz de práticas de segurança robustas, considerando tanto os custos operacionais quanto a viabilidade técnica das soluções propostas.

Fundamentação teórica

A revisão da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) e a literatura associada às técnicas de compartilhamento de segredos e anonimização de dados fornecem a fundamentação teórica para este artigo. A LGPD, sancionada pelo Brasil em 2018 (BRASIL, 2018) estabelece um marco legal que protege os direitos de liberdade e privacidade, definindo diretrizes claras para o tratamento de dados pessoais em qualquer entidade operacional no território nacional. Essa legislação implica uma responsabilidade significativa sobre as organizações, exigindo consentimento explícito do titular dos dados para qualquer operação de tratamento, com algumas exceções.

A literatura revisada destaca a importância e complexidade do armazenamento seguro de dados, discutindo algoritmos de compartilhamento de segredos e técnicas de anonimização. Essas técnicas são essenciais para cumprir com os mandatos da LGPD, oferecendo soluções para proteger informações sensíveis enquanto se mantém a funcionalidade dos sistemas informatizados. Métodos de compartilhamento de segredos, como o esquema de Shamir (SHAMIR, 1979; SCHOENMAKERS, 1999), permitem a divisão de dados sensíveis em partes que, isoladamente, não revelam informações substanciais, mas que coletivamente podem reconstruir o dado original. O diagrama da

figura 1a apresenta uma ideia geral deste processo. Essas técnicas são cruciais para criar sistemas mais resilientes contra ataques externos e falhas internas.

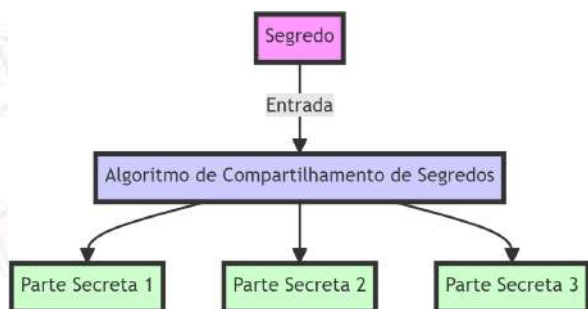


Figura 1a - Compartilhamento de Segredos



Figura 1b - Anonimização de Dados

Paralelamente, as técnicas de anonimização (RAGHUNATHAN, 2013; AGGARWAL e PHILIP, 2008) ajudam a dissociar dados pessoais de suas identidades diretas, dificultando a associação direta dos dados a indivíduos específicos. O diagrama da figura 1b apresenta a ideia geral do funcionamento da anonimização. Este processo é vital para a proteção contra vazamentos de dados e para manter a confiança do usuário, alinhando práticas de negócios com requisitos legais e éticos.

Procedimentos metodológicos

O trabalho iniciou com uma revisão da LGPD e das técnicas de compartilhamento de segredos e anonimização de dados, seguida pela categorização dos dados pessoais sensíveis. Implementações e testes de várias abordagens foram conduzidos, incluindo o esquema de Shamir, PVSS (SCHOENMAKERS, 1999) e o *k-anonimato*, com análises comparativas para ajustes necessários em conformidade com a LGPD.

Foram realizados testes comparativos para ajustar as configurações das técnicas implementadas em conformidade com a LGPD, tendo como principais atores no processo de desenvolvimento e execução dos testes alunos bolsistas e voluntários, sob orientação do coordenador do projeto.

Ao final, os resultados foram analisados e discutidos sob o ponto de vista de segurança e viabilidade de utilização em sistemas reais, confirmando a hipótese inicial do projeto e os códigos (bibliotecas e serviços web) assim como os resultados e análises foram disponibilizados em repositório público, disponível para a comunidade.

Resultados e discussões

Ao longo do trabalho, foram alcançados resultados significativos através da implementação e teste das técnicas de compartilhamento de segredos e anonimização de dados. Estes resultados confirmaram que as abordagens adotadas são eficazes, ao mesmo tempo que mantêm a funcionalidade necessária para aplicações práticas.

Os testes comparativos entre diferentes configurações das técnicas proporcionam dados valiosos sobre a relação entre segurança e desempenho. A aplicação do esquema de Shamir, por exemplo, provou ser robusta em diversos cenários de teste, assegurando que os dados compartilhados permanecessem protegidos contra tentativas de acesso indevido. No entanto, foi observado que alterações nas configurações desse esquema influenciaram diretamente o tempo de processamento e a eficiência, ressaltando a necessidade de ajustes precisos para otimizar tanto a segurança quanto a performance.

Em contrapartida, técnicas de anonimização como o k-anonimato e a privacidade diferencial apresentaram desafios relacionados à granularidade dos dados anonimizados e ao impacto na utilidade dos dados para análises futuras. A implementação dessas técnicas demonstrou que, embora aumentem a proteção contra vazamentos de dados, podem restringir a precisão das análises devido à generalização dos dados e à introdução de ruído. A importância da atualização contínua e da revisão das estratégias de segurança de dados também foi um tema recorrente, especialmente em um campo em rápida evolução como o da segurança da informação. A redução dos custos com *hardware* pode tornar estas abordagens mais viáveis e consequente serem mais adotadas.

Devido a limitação de espaço deste artigo, diversos detalhes e resultados foram suprimidos, mas estão acessíveis através do link <https://github.com/secstorproject>. No repositório, é possível encontrar códigos da biblioteca *Secstor Secret Sharing* para compartilhamento de segredos, códigos da biblioteca *Secstor Anonymizer* para anonimização de dados, assim como dados brutos dos testes e análise dos resultados do projeto.

Considerações finais

Este trabalho aborda a implementação e o impacto das técnicas de compartilhamento de segredos e anonimização de dados em conformidade com a Lei

Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). O projeto passou por diversas fases, começando com uma revisão detalhada da legislação e das ferramentas disponíveis, seguida pela implementação e testes das técnicas escolhidas. Os testes realizados revelaram-se cruciais para avaliar a eficácia das técnicas e identificar as melhores práticas para uso em diferentes contextos.

Além disso, o relatório delinea futuras direções de pesquisa, incluindo a aplicação das técnicas em setores específicos como saúde, finanças e educação.

Referência ao fomento recebido

Este projeto foi financiado pelo edital FAPESC 27/2021, que viabilizou a pesquisa, a concessão de bolsas para discentes, e a compra de equipamentos e serviços necessários para a execução dos testes das abordagens.

Referências

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 (Marco Civil da Internet). Brasília, DF: Presidência da República, 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm. Acesso em: 27 jul. 2021.

GARTNER. Forecasts Worldwide Public Cloud End-User Spending to Grow 18% in 2021. 2021. Disponível em: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-04-21-gartner-forecasts-worldwide-public-cloud-end-user-spending-to-grow-23-percent-in-2021>. Acesso em: 29 jul. 2021.

RAGHUNATHAN, Balaji. The complete book of data anonymization: from planning to implementation. CRC Press, 2013.

SHAMIR, A. How to share a secret. Communications of the ACM, v. 22, n. 11, p. 612–613, 1979.

SCHOENMAKERS, B. A Simple Publicly Verifiable Secret Sharing Scheme and its Application to Electronic Voting. In: Advances in Cryptology (CRYPTO99), v. 1666, p. 148–164, 1999.

AGGARWAL, Charu C.; PHILIP, S. Yu. Privacy-preserving data mining: models and algorithms. Springer Science & Business Media, 2008.

EUROPEAN UNION. Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). Official Journal of the European Union, L 119, p. 1-88, 2016.

SIMULADOR DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

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

Autores: F. SCHREIBER¹; D. TENFEN².

Edital de fomento do trabalho 02/2023/DPPE/DIREN-FLN

Resumo:

A proposta deste trabalho consiste em montar uma estrutura de laboratório para práticas de instalações elétricas de sistemas de microgeração de energia fotovoltaica, onde o discente pode executar montagens com sistemas de microgeração simuladas. Dessa forma, o projeto previu a instalação de, prioritariamente, ao menos 3 placas fotovoltaicas com os módulos de conexões dentro do laboratório de instalações, em conjunto com um sistema de conversão de energia. Com este grupo de equipamentos, o discente aprende na prática a montagem de toda a estrutura necessária para habilitar uma instalação com fontes de energia provenientes de sistemas de microgeração, desde a geração até o ponto de consumo, passando pelos sistemas de conversão, proteção e cabeamentos.

Palavras-chave: energia fotovoltaica; microgeração de energia; simulador de energia fotovoltaica.

Introdução

A prática de instalações de painéis fotovoltaicos tornou-se uma atividade importante devido a popularização do uso desses sistemas de geração de energia elétrica. Hoje são facilmente encontrados sistemas fotovoltaicos instalados em várias residências, além das várias usinas fotovoltaicas que aproveitam o potencial de radiação solar para produção e fornecimento de energia elétrica.

No âmbito da formação técnica, o estudante do curso técnico ou de graduação que participa das aulas em laboratório para a instalação dos sistemas fotovoltaicos, precisa de um ambiente onde possa contextualizar e validar, por meio de práticas, as informações obtidas durante as aulas teóricas, pois “a prática é fundamento, finalidade e critério de verdade da teoria. A primazia da prática sobre a teoria, longe de implicar contradição ou dualidade, pressupõe íntima vinculação a ela” (VÁZQUEZ, 1997, apud GIMENES, 2011. p.

¹ Servidor do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica do IFSC campus Florianópolis, fabio.schreiber@ifsc.edu.br

² Servidor do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica do IFSC campus Florianópolis, daniel.tenfen@ifsc.edu.br

35 – 36). Neste contexto, as condições dos laboratórios utilizados para as práticas de instalações nem sempre são favoráveis, visto que estes equipamentos precisam da incidência solar para a produção de energia elétrica. Muitas turmas, principalmente dos cursos noturnos, são prejudicadas pela ausência da radiação solar. Para contornar essa dificuldade foi desenvolvido um simulador de energia fotovoltaica que proporciona aos discentes condições de instalarem os equipamentos de proteções para sistemas fotovoltaicos, tanto no circuito em corrente contínua (CC) como no circuito de corrente alternada (CA), verificarem os valores de tensões e correntes produzidos e consumidos e, em conjunto com os painéis disponíveis em laboratório, realizarem os diversos tipos de conexões e arranjos dos módulos, ligando-os em série e paralelo, simulando uma situação real de instalação.

Contextualização da geração fotovoltaica e a necessidade de capacitação

Segundo o relatório Síntese do Ministério de Minas e Energia 2023, ano base 2022, a matriz energética brasileira é composta por 47,4% de fontes renováveis e apenas 1,2% de origem solar. Ainda com os dados do Ministério de Minas e Energia, por meio Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2023, ano-base 2022, a capacidade instalada de geração solar passou de 562MW em 2015 para 17.066 MW em 2022, ou seja, um aumento expressivo e com muita oportunidade de expansão que deverá ainda aumentar significativamente nos próximos anos.

Com este cenário, é importante a academia fazer a sua parte e promover por meio de uma capacitação adequada, a formação de profissionais que possam atuar neste setor. O Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Florianópolis não possui instalações totalmente adequadas para proporcionar ao discente uma instrução mínima que inclua as etapas de especificação, preparação, instalação e interligação e placas fotovoltaicas. Neste sentido, o projeto propõe a elaboração e montagem de estrutura que simule um ambiente de microgeração com a utilização inicial de painéis fotovoltaicos em conjunto com sistema de simulação de geração de energia fotovoltaica.

Procedimentos metodológicos

Inicialmente o projeto previu o estudo do layout do laboratório para adequação do espaço, seguido pela instalação dos equipamentos já existentes e disponíveis (placas fotovoltaicas e estruturas de fixação). Em paralelo à instalação, desenvolveu-se um simulador de geração de energia fotovoltaica, onde o discente pode verificar as tensões e correntes tanto no circuito de corrente contínua – simulando os painéis fotovoltaicos - como no circuito de corrente alternada, provenientes do inversor de frequência.

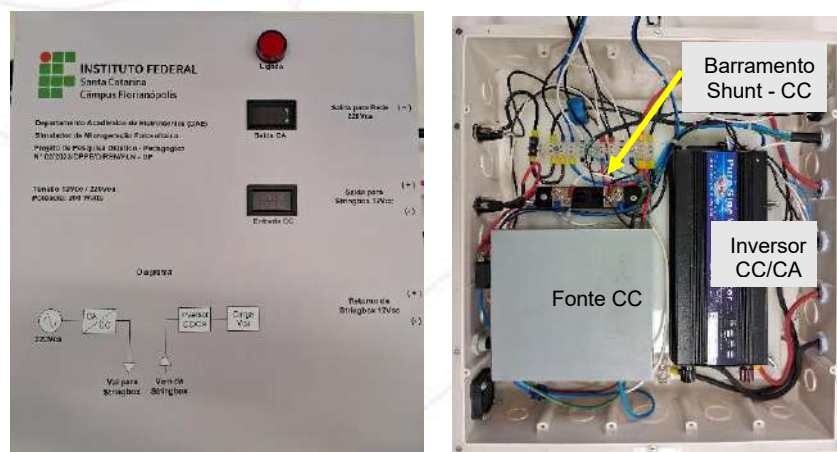
Os equipamentos utilizados para a montagem do simulador foram:

- Inversor off-grid onda senoidal pura 12Vcc/220Vca – 1600 watts
- Fonte chaveada 12Vcc/50A 600 watts – bivolt;
- Voltímetro/Amperímetro de painel digital – 100V/50A DC;
- Voltímetro/Amperímetro de painel digital – 60-500V/10A AC;
- Quadro em PVC 49x46 cm para abrigar componentes;
- Lâmpada sinalizador LED para painel – vermelho;
- Conectores MC4 para saída das conexões.

Além dos componentes foram adquiridos conectores MC4 e terminais ilhós para a realização das aulas práticas. O valor final do projeto foi de cinco mil reais proveniente do edital de fomento do trabalho 02/2023/DPPE/DIREN-FLN.

A versão final montada e o arranjo interno do painel de simulação de energia fotovoltaica podem ser vistos na Figura 1.

Figura 1 – Versão final montada e arranjo interno



Fonte: elaborado pelo autor

Resultados e discussões

O projeto proporcionou, tanto para os discentes como para os docentes a possibilidade de observar e consolidar, por meio de atividades práticas, os conteúdos teóricos trabalhados em sala de aula que abordam a instalação de painéis fotovoltaicos. O equipamento produzido mostrou que é de uso simples e adequado às demandas do conteúdo didático sobre energia fotovoltaica. O simulador já foi utilizado por algumas turmas de instalações elétricas III, do curso técnico integrado em eletrotécnica, do Câmpus Florianópolis e uma das oportunidades pode ser visualizada na Figura 2.

Figura 2 – Simulador em uso em aula prática



Fonte: elaborado pelo autor

O simulador promoveu ainda ao aluno a busca e verificação das informações fornecidas pelos fabricantes, normas referentes as questões de instalações de sistemas fotovoltaicos, bem como instigou o interesse pela atividade relacionada ao mercado de micro geração, mercado este que está em fase de expansão e carente de mão de obra especializada. Tudo isso estimula uma aprendizagem relevante e diferenciada ao aluno da disciplina de Instalações Elétricas.

Da mesma forma, viabilizou aos docentes outros formatos de apresentação das aulas, com recurso técnico a ser utilizados nas aulas práticas um pouco mais próximo dos sistemas fotovoltaicos instalados em campo.

Considerações finais

Este estudo buscou apresentar uma forma alternativa de ensino para a prática de instalações de sistemas fotovoltaico frente a algumas adversidades encontradas no dia a dia do docente. O resultado mostrou ser viável e replicável, pois a proposta de construção de um sistema de simulação dispensa a necessidade de ambiente com incidência solar, que favorece os cursos noturnos, desonera a instituição evitando compras de quantidades razoáveis de placas fotovoltaicas e flexibiliza o uso, pois sendo um sistema de simulação, pode ser adaptado a outros modelos de fontes de energia como, por exemplo, energia eólica.

No entanto, o projeto tem suas limitações com relação a potência final do sistema, pois por ser um painel de simulação, os valores envolvidos acabam sendo menores do que os praticados em campo. Contudo, isto pode ser objeto de estudo e de melhoria em futuras pesquisas com o intuito de ampliar e melhorar a aplicação de sistema de simulação de energia fotovoltaica.

Referência ao fomento recebido

Edital de fomento do trabalho 02/2023/DPPE/DIREN-FLN.

Referências

VILLALVA, Marcelo Gradella. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. 2ª ed. - São Paulo: Érica, 2015.

AVELLO, Eugênio Camisón. **Plataforma fotovoltaica didática para uso em cursos técnicos e graduação em eletrotécnica**. 2015. Dissertação (Mestrado em Mecatrônica) - Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. 2015

Ministérios de Minas e Energia. **Relatório Síntese 2023 – Ano Base 2022** Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf. Acesso em: 16 de agosto de 2023.

Ministérios das Minas e Energia. (2023). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica – Ano Base 2022**. Disponível em: [https://dashboard.epe.gov.br/apps/anuario-livro/#22_Capacidade_instalada_por_fonte_\(MW\)](https://dashboard.epe.gov.br/apps/anuario-livro/#22_Capacidade_instalada_por_fonte_(MW)). Acesso em: 20 de agosto de 2023.

INFLAÇÃO DA CESTA BÁSICA EM CANOINHAS-SC, EM 2023

Divisão Temática

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

Autores: M. C. DE MATOS¹; S. J. E. RAABE²; J. TREML³; L. P. DE LIMA⁴.

Edital IFSC 01/2023/PROPPI PIBIC-EM

Resumo:

A inflação tem sido um assunto cada vez mais discutido entre as pessoas. Dessa forma, este projeto teve como objetivo acompanhar mensalmente os preços dos produtos pertencentes a cesta básica, em Canoinhas-SC, a fim de divulgar dados da inflação desta cesta para a comunidade. Para tal, foram visitados, semanalmente, seis mercados do município, sendo coletados os valores 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. O projeto teve início em maio de 2022 e, desde então, apresentou resultados positivos quanto a pesquisa, como também contribuiu com o aprendizado e a formação profissional dos discentes envolvidos. Em 2023, os produtos com maior alta foram: o arroz (38,9%), o pão francês (29,1%) e a batata (21,5%). Entre dezembro de 2022 e dezembro de 2023, a cesta básica acumulou uma inflação de +3,24%.

Palavras-chave: alimentos; divulgação; economia.

Introdução

A preocupação das pessoas com seus gastos essenciais vem aumentando gradativamente ao longo dos últimos anos. Segundo pesquisas do IBGE, os preços dos alimentos estão cada vez mais elevados. O IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo) no mês de dezembro de 2023 mostrou uma alta de 0,56%, enquanto que apenas na área de alimentos e bebidas alta ficou em 1,11% (IBGE, 2024).

¹ Estudante do curso Técnico Integrado em Alimentos do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, monalisa.cm@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso Técnico Integrado em Alimentos do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, sarah.e19@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.lima@ifsc.edu.br.

Além disso, o orçamento do brasileiro é apertado, uma vez que, de acordo com dados de 2022, 60,1% da população recebia até um salário mínimo *per capita* por mês (CARNEIRO, 2023). De acordo com o DIEESE (Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos), o salário mínimo necessário no mês de dezembro de 2023 deveria ser de R\$ 6.832,20, enquanto que, à época, o salário mínimo nominal era de R\$ 1.320,00 (DIEESE, 2024).

Dessa forma, a preocupação com a inflação tem se tornado cada vez mais latente. Cenário este que reforça a necessidade de dados de inflação cada vez mais precisos, para as mais diversas regiões do país. O DIEESE realiza este acompanhamento em 18 capitais (DIEESE, 2009). E, desde maio de 2022, um projeto de pesquisa, vinculado ao IFSC/Canoinhas, também disponibiliza estes dados para o município de Canoinhas-SC.

O projeto teve como objetivo trazer dados da variação do valor da cesta básica e da variação de preço dos alimentos presentes nela, permitindo que a população local possa ter acesso a estimativas precisas da inflação desses produtos no município. Os dados aqui apresentados são um recorte para o ano de 2023.

Fundamentação teórica

Desde 1959 o DIEESE realiza o acompanhamento do valor da cesta básica na cidade de São Paulo. O número de capitais acompanhadas, aos poucos, foi aumentando e, atualmente, esta pesquisa é realizada, mensalmente, em 18 capitais de estados brasileiros (DIEESE, 2009).

Para isso, são coletados valores de 13 produtos básicos da alimentação. No Decreto Lei nº 399, de 30 de abril de 1938, que é também responsável pela regulamentação do salário mínimo, foram estabelecidos os 13 produtos que devem compor a cesta básica, sendo eles: carne, leite, feijão, arroz, farinha, batata, tomate, pão, café, banana, açúcar, óleo e manteiga (BRASIL, 1938).

Vale salientar que essa cesta é baseada nos produtos consumidos na década de 30, sendo mantida até os dias atuais para fins de comparação.

Procedimentos metodológicos

Foram realizadas visitas em seis mercados do município de Canoinhas-SC, para coletar os valores dos produtos pertencentes à cesta básica. Essa coleta foi realizada semanalmente, durante todos os meses do ano. Visando obter resultados mais precisos, as visitas foram executadas de forma intercalada, visto que os mercados podem realizar mudanças nos valores em diferentes dias da semana.

Sempre que possível, o valor de cada produto foi calculado a partir da média de três marcas diferentes. Para a carne, foram coletados os valores de três cortes diferentes, quando disponíveis no estabelecimento. Enquanto que, para banana, tomate e batata, foram coletados valores de até três variedades.

Os registros dos preços foram realizados em planilha eletrônica por meio de smartphones. 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, de 1938 (BRASIL, 1938). Por fim, foram obtidos: o percentual de comprometimento do salário mínimo para a compra desses produtos e a inflação mensal.

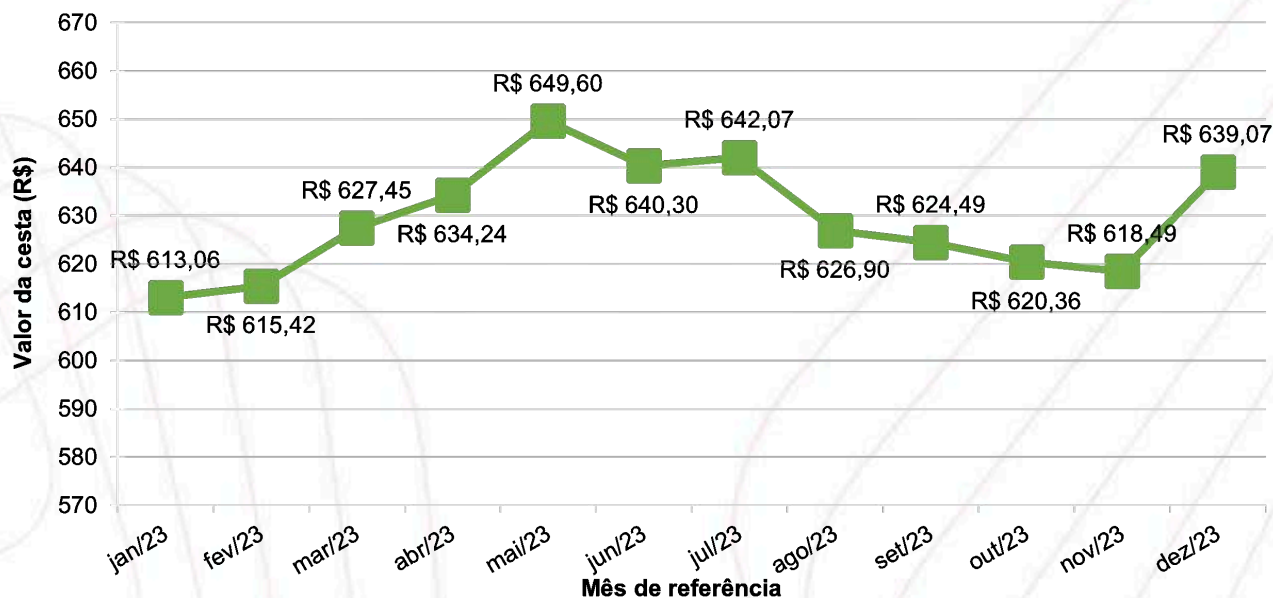
Ao fim de cada mês, essas informações foram postadas no Instagram do próprio projeto (@inflacao.cestabasica) e do Câmpus (@ifsc.canoinhas), e replicadas de forma impressa e digital pelos veículos de comunicação locais.

Resultados e discussões

No ano de 2023, a inflação da cesta básica ficou em +3,24%. Durante esse período, esta cesta atingiu seu maior valor no mês de maio, quando ficou estimada em R\$ 649,60, representando 49,21% do salário mínimo da época (R\$ 1.320,00). Já seu menor valor foi em janeiro, quando ficou em R\$ 613,06, 47,05% do salário mínimo da época (R\$ 1.302,00) (Figura 1).

A média do valor da cesta básica em Canoinhas, em dezembro de 2023, ficou em R\$ 639,07. Valor inferior ao da capital do estado, Florianópolis, onde a cesta atingiu, no mesmo mês, o valor de R\$ 758,50. Já em Curitiba, capital mais próxima de Canoinhas-SC, a cesta resultou em R\$ 697,22, segundo a pesquisa realizada pelo DIEESE (2024).

Figura 1 – Histórico do valor da cesta básica em Canoinhas-SC ao longo do ano de 2023.



Fonte: elaboração própria.

Os produtos com maior aumento de preço ao longo de 2023, em Canoinhas, foram: o arroz (38,9%), pão francês (29,1%) e a batata (21,5%). Já nas capitais mais próximas, outros produtos apareceram em destaque. Em Florianópolis, o feijão tipo preto aumentou 15,05%. Já em Curitiba, o produto que se destacou foi o açúcar que atingiu uma alta de 17,08%, seguido do feijão preto com alta de 14,32% (DIEESE, 2024).

Considerações finais

Ao longo do ano de 2023, a cesta básica acumulou uma inflação de +3,24% em Canoinhas-SC. Entre os produtos pesquisados, a principal alta foi do arroz, com 38,9%. Além disso, o projeto gerou informações relevantes para a população da região. Cabe ressaltar que essas informações fazem com que a comunidade, as empresas e o poder público possam conhecer e refletir sobre o custo da alimentação e seu impacto no orçamento familiar.

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 PROPPI 01/2023), 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: 30 de abr. de 2023.

CARNEIRO, Luciana. “60% dos brasileiros vivem com até 1 salário mínimo por mês”. Rio de Janeiro: **Valor**, 06 de dezembro de 2023. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/mercados/brasil-e-politica/noticia/2023/12/06/60percent-dos-brasileiros-vivem-com-ate-1-salario-minimo-por-mes.ghtml>. Acesso em: 30 de abr. de 2024.

DIEESE. **Em 2023, preço da cesta básica diminuiu em 15 capitais**. São Paulo, 08 de janeiro de 2024. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/analisecestabasica/2023/202312cestabasica.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2024.

DIEESE. **Metodologia da Cesta Básica de Alimentos**. 2009. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/metodologia/metodologiaCestaBasica.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2024.

IBGE. **Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?edicao=38872>. Acesso em: 29 abr. 2024.

ESTUDO DA PRECISÃO DE DIFERENTES MODELOS DE MACHINE LEARNING NA DETECÇÃO DE FALHAS EM EQUIPAMENTOS AR-CONDICIONADO

Divisão Temática

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

Autores: M. B. CARNEIRO¹; A. J. CARDOSO²; M. L. PEREIRA³

Edital Universal IFSC 02-2023.

Resumo: Equipamentos de ar-condicionado (AC) representam cerca de 30% do consumo total de energia em edifícios comerciais. Diante desse cenário, a identificação precoce de falhas é essencial para prevenir o mau funcionamento, o desperdício de energia, diminuir impactos ambientais, além de garantir o conforto térmico dos ocupantes. Nesse contexto, a aplicação de técnicas de machine learning (ML) tem se mostrado promissora. Entretanto, um desafio recorrente em projetos de ML é a escassez e/ou alto custo na obtenção de dados para o desenvolvimento de modelos cujos resultados sejam satisfatórios. Este trabalho propõe a comparação de diferentes modelos supervisionados de ML para detecção automática de falhas em equipamentos de AC. A partir de observações obtidas em campo, foi possível desenvolver um dataset sintético, combinando valores reais e simulados. Essa abordagem proporcionou a ampliação do conjunto de dados para treinamento dos modelos. Os resultados demonstraram que é possível detectar até 99% das falhas.

Palavras-chave: detecção de falhas; machine learning; ar-condicionado;

Introdução

A detecção e diagnóstico automático de falhas (FDD) em equipamentos de ar-condicionado (AC) tem o potencial de garantir o conforto dos ocupantes do edifício, diminuir o consumo de energia e os impactos ambientais e reduzir custos com manutenção corretiva. No estudo apresentado por MOWRIS (2004) se descobriu que 72% das máquinas tinham uma carga incorreta de gás refrigerante e 44% das máquinas não forneciam o fluxo de ar necessário. Segundo Miller (2014), a taxa anual de vazamento de gás refrigerante num equipamento de condicionamento de ar é na ordem de 15%.

¹ Estudante do curso Eng. Telecomunicações IFSC São José. email: mirella.b@aluno.ifsc.edu.br. ² Servidor Setor Telecomunicações IFSC São José. email: adilson.jair@ifsc.edu.br. ³ Servidor Setor Refrigeração e AC IFSC São José. email: marcelo.pereira@ifsc.edu.br.

A detecção e o diagnóstico de falhas podem ser realizados por um sistema de controle comum baseado em parâmetros ou por algoritmos de inteligência artificial, em especial de aprendizado de máquina. Neste sentido, algoritmos de *machine learning* (ML) ou aprendizado de máquina, facilitam a análise de grandes volumes de dados e também fornece opção de se adaptar - aprender durante o processo.

O principal objetivo deste trabalho, é comparar modelos que possam ser usados para detectar falhas com base em padrões de aprendizado anteriores. Um algoritmo de manutenção bem desenvolvido reduzirá o tempo de interrupção para manutenção.

Este projeto, contribui para a aplicação de conhecimentos adquiridos da área de telecomunicações nos cursos técnicos e de engenharia. Diversos temas são pesquisados, levando a equipe a analisar a melhor forma de executá-los. Se destaca, que este projeto traz o desafio de desenvolver e aplicar o tema de inteligência artificial, proporcionando aos estudantes que avancem além dos conhecimentos do curso. Como extensão, se aplica o conceito de extensão tecnológica, reforçando que este projeto poderia ser usado para transferência de tecnologia para a sociedade.

Fundamentação teórica

Segundo Arthur Samuel, autor do termo ML, este visa dar ao computador a capacidade de aprender sem que ele esteja programado para isso. Para “aprender” a máquina usa conjuntos de dados organizados de forma estruturada, utilizados para treinar, validar e testar algoritmos.

Interpretar os modelos de ML é entender como podemos transformar dados em informação útil, sendo importante conhecer vários deles e assim decidir qual se ajusta melhor ao problema a ser resolvido. Durante o processo de criação de um modelo de ML é necessário medir a qualidade do mesmo de acordo com o objetivo da tarefa. Tão importante quanto saber escolher um bom modelo, é saber escolher a métrica correta. Ao escolher uma métrica deve-se levar em consideração fatores como a proporção de dados de cada classe no dataset e o objetivo da previsão (probabilidade, binário, ranking, etc). Neste projeto, como o problema é de classificação (com defeito ou sem defeito), as métricas adequadas são: acurácia, precisão, recall, F1 score.

Um desafio recorrente em projetos de ML é a escassez e/ou alto custo de obtenção de dados para desenvolvimento de modelos com resultados satisfatórios. Diante dessa dificuldade, a criação de um conjunto de dados sintéticos surge como uma alternativa para viabilizar vários projetos. Dados sintéticos são dados que são gerados artificialmente e projetados para imitar dados do mundo real.

Procedimentos metodológicos

Em conjuntos de dados reais é comum alguns casos agirem diferentemente da maioria. Esses pontos são chamados de anomalias em ML. Neste trabalho, para gerar os dados com defeito, foram variados os valores da pressão do gás refrigerante e da tensão de alimentação, sendo medido o efeito na corrente do compressor do AC.

Neste trabalho foi usada a taxa de +/- 6% como ponto limite para definição de falha. A tensão elétrica foi variada através de um varivolt, na faixa entre 160 Vac e 240 Vac. A pressão do gás foi alterada entre 413 - 767 gramas.

Para o dataset sintético, foram gerados 10 mil registros a partir de um conjunto contendo 22 observações em campo, embaralhados aleatoriamente, sendo 80% para treino e 20% para teste. Para simulação foi utilizada a linguagem Python e o *framework* scikit-learn. Neste projeto se utilizou o treinamento supervisionado, o qual é definido pelo uso de conjuntos de dados rotulados que classificam dados.

Resultados e discussões

O quadro 1 apresenta resultados de simulações para dataset com 10% e 50% de falhas inseridas, sendo que as abreviações significam: Alg: algoritmo; LR: regressão logística; DTC: árvore de decisão; SVM: Support Vector Machine; RF: Random forest; kNN: k-Nearest Neighbors; LDA: Análise Discriminante Linear; NB: Gaussian Naive Bayes; Ac: acurácia; Pr: precisão; Rc: Recall; F1: F1 Score.

O Quadro 1 apresenta dados gerados sem nenhuma melhoria (fit) nos modelos. Ao analisar os resultados, é possível observar que os algoritmos de natureza linear, como Support Vector Machines (SVM) e Análise Discriminante Linear (LDA), apresentam um desempenho inferior em termos de recall e, conseqüentemente, da F1 Score.

Quadro 1 – Desempenho dos algoritmos de ML com um dataset com 10% e 50% de falhas.

Alg	10% de Falhas				50% de Falhas			
	Ac	Pr	Rc	F1	Ac	Pr	Rc	F1
LR	93,4%	100%	34,0%	50,7%	68,5%	73,3%	58,3%	64,9%
LDA	93,9%	100%	39,0%	56,1%	69,4%	73,4%	60,9%	66,6%
DTC	99,8%	99,0%	99,0%	99,0%	99,8%	100,0%	99,6%	99,8%
RF	99,9%	100%	99,0%	99,5%	99,8%	100,0%	99,6%	99,8%
SVM	93,1%	100%	31,5%	47,9%	80,5%	100,0%	61,0%	75,8%
kNN	97,3%	100%	73,5%	84,7%	94,8%	99,9%	89,7%	94,5%
NB	97,7%	100%	77,5%	87,3%	92,8%	99,9%	85,8%	92,3%

Fonte: elaborado pelo autor.

Essa limitação decorre da característica não linear da relação entre a tensão e a corrente, que é de 2ª ordem, bem como da relação de 3ª ordem entre a carga de gás e a corrente. Além disso, a aplicação do algoritmo de Regressão Logística (LR) também não é indicada em conjuntos de dados não lineares, e neste caso específico, seu desempenho é ainda mais prejudicado devido ao desequilíbrio entre as classes quando testado com o dataset com 10% de falhas. Cabe ressaltar que nenhum ajuste de hiperparâmetro foi realizado com o objetivo de garantir uma análise imparcial.

Por outro lado, o Naive Bayes Gaussiano (NB) mostra-se adequado, entre outras condições, especialmente quando as características do conjunto de dados podem ser modeladas de forma razoável por uma distribuição normal. Esse padrão pode ser identificado nas variáveis de tensão, carga de gás e corrente.

O k-Nearest Neighbors (kNN) utiliza a métrica de distância Euclidiana para calcular a proximidade entre os pontos em um espaço de características. Em outras palavras, ele assume que pontos semelhantes tendem a pertencer à mesma classe ou ter valores semelhantes. Esta abordagem é particularmente eficaz em problemas não lineares e com distribuição equilibrada das classes. Neste sentido, é possível observar uma melhora de desempenho quando a quantidade de falhas aumenta de 10% para 50%. No entanto, é importante notar que o kNN pode exigir um poder computacional maior em conjuntos de dados mais extensos.

Por fim, a Árvore de Decisão (DTC) utiliza o princípio de dividir o problema (simplificar) e, desta forma, alcançar respostas melhores. Começando com um único nó raiz, ela segmenta os dados em subconjuntos menores com base em características

específicas até chegar à variável alvo. A Random Forest (RF) é semelhante pois utiliza diversas DTC de forma aleatória, o que explica o seu excelente desempenho. É possível observar que a DTC e a RF não foram sensíveis às classes desequilibradas e são boas escolhas para um dataset não linear e de grande escala.

Conforme citado anteriormente, a definição do modelo de ML mais adequado e da métrica apropriada dependem da natureza do problema a ser solucionado.

Considerações finais

O objetivo principal deste trabalho foi alcançado ao comparar diversos modelos de ML para detecção de falhas em um AC. Foram apresentadas diversas simulações, para datasets com inserção de falhas entre 10% a 50%. Também foi utilizado o conceito de dataset sintético para gerar 10.000 registros. O modelo Random Forest apresentou a melhor acurácia. Este projeto apresentou várias atividades com um alto nível de dificuldade, tais como o tema de ML, o qual não é estudado no curso de engenharia de Telecomunicações. Além disso, desenvolver competências em refrigeração para entender o funcionamento de um AC.

Como citado na introdução, este trabalho consegue associar a pesquisa e ensino. No momento, a extensão ainda não pode ser realizada pelo estágio do projeto, pois encontra-se em desenvolvimento até agosto de 2024.

Referência ao fomento recebido

Agradecemos ao IFSC e ao CNPq pelo apoio através de bolsa ao estudante e ao pesquisador.

Referências

MOWRIS, R.J., BLANKENESHIP, J., Field measurements of air conditioners with and without TXVs. ACEEE Summer study on Energy Efficiency in Buildings, 2004. Disponível em :
https://www.aceee.org/files/proceedings/2004/data/papers/SS04_Panel1_Paper19.pdf.

MILLER, R. Ar-Condicionado e Refrigeração, 2ª edição. Disponível em: Minha Biblioteca, Grupo GEN, 2014.

PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO AUTOMATIZADO PARA O TUBO INJETOR DE FUMAÇA A SER UTILIZADO EM ANÁLISES AERODINÂMICAS NA SEÇÃO DE TESTES DE UM TÚNEL DE VENTO SUBSÔNICO

Divisão Temática

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

Autores: A. CASAROTTO¹; A. ANTONIETTI².

Edital 01/2023/COPI/JGS – RAU

Resumo:

O túnel de vento é um equipamento indispensável para o estudo prático de problemas envolvendo as forças geradas pelo fluido sobre um determinado corpo sólido (arrasto e sustentação), bem como, a visualização do escoamento em pontos específicos da geometria ensaiada através da injeção de fumaça. A fumaça é produzida por um fluido específico vaporizado em uma máquina e injetada para dentro do túnel de vento através de um tubo injetor. Assim, o objetivo deste trabalho foi projetar e desenvolver um sistema de movimentação automatizado para o tubo injetor de fumaça, que possibilite o posicionamento deste em qualquer ponto da área transversal da seção de testes de um túnel de vento subsônico. Esse sistema foi elaborado com base nas pesquisas realizadas e na viabilidade de execução no túnel de vento do Laboratório de Fenômenos de Transporte (LABFET) do IFSC Câmpus Jaraguá do Sul – Rau. O sistema é composto por quatro subsistemas (movimentação, segurança, controle e injeção), estruturados computacionalmente através dos códigos de programação Arduino.

Palavras-chave: Arduino; Mecânica dos Fluidos; Automação; Escoamento.

Introdução

Atualmente o túnel de vento é considerado um equipamento indispensável para o estudo e validação das características fluidodinâmicas que são aplicadas à modelagem e solução de diversos problemas físicos. A observação do comportamento do fluido em torno do modelo em túnel de vento, utilizando fumaça, é fundamental para a identificação de regiões críticas do escoamento sobre o modelo e para a realização de possíveis melhorias no projeto. Nesse contexto, surge o seguinte problema: Como projetar e desenvolver um

¹ Estudante do curso de Engenharia Elétrica do IFSC Câmpus Jaraguá do Sul – Rau, antonia.c2002@aluno.ifsc.edu.br.

² Servidor CSBEM/Sistemas Térmicos do IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Rau, anderson.jose@ifsc.edu.br.

sistema de movimentação para o tubo injetor de fumaça, que possibilite o posicionamento deste em qualquer ponto da área transversal da seção de testes do túnel de vento, de modo a possibilitar a identificação das regiões críticas do escoamento sobre o modelo?

Assim, foi admitido como hipótese que o projeto deveria seguir as etapas de pesquisa, projeto, seleção, aquisição e/ou fabricação dos elementos que compõe o sistema de movimentação, a montagem e automação do sistema, bem como testes experimentais da qualidade da fumaça produzida. Espera-se que este trabalho possibilite uma satisfatória melhora nos métodos de ensino da engenharia no IFSC Câmpus Jaraguá do Sul-Rau e a oportunidade de participação da comunidade no ambiente acadêmico, através de parcerias com empresas e instituições de Jaraguá do Sul para o desenvolvimento de produtos inovadores, evidenciando a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

Fundamentação teórica

Um túnel de vento é composto pela câmara de estabilização, onde ocorre a entrada e tratamento da corrente de ar; pela contração, que aumenta a velocidade do escoamento que chega à seção de testes; pela seção de testes onde são realizados os ensaios para a obtenção dos dados aerodinâmicos da geometria; pelo difusor que desacelera o escoamento para recuperação da pressão estática; e pelo exaustor que é o responsável por induzir o escoamento que passa por todas as seções do túnel (VICENSI, 2014).

A visualização do escoamento em um túnel de vento é feita através da seção de testes com o objeto de prova posicionado em seu interior, normalmente utilizando fumaça. De acordo Batagin (2019), os fluidos que produzem a fumaça de melhor qualidade para experimentos em túneis de vento são os óleos minerais, tanto os leves quanto os pesados.

Procedimentos metodológicos

A máquina de fumaça foi selecionada com base no fluido de trabalho utilizado, sendo os testes de visibilidade realizados através do contraste entre a fumaça injetada e um painel de cor preta posicionado paralelamente à saída da fumaça. A verificação da ocorrência de liquefação no interior da tubulação do injetor foi realizada através da observação quanto à presença de pequenas gotículas de fluido internas ou à saída do tubo injetor.

O sistema de movimentação por fusos e eixos guia foi projetado para cobrir toda a área transversal da seção de testes do túnel. O projeto 3D da estrutura do sistema de movimentação foi realizado no software SolidWorks, assim como a verificação do funcionamento do sistema antes da realização da montagem do protótipo. O sistema de segurança foi desenvolvido para garantir que o movimento ocorra dentro dos limites permitidos, preservando elementos importantes do sistema. Para tal foram adicionadas cinco chaves de fim de curso, ligadas em paralelo e intermediadas por meio de resistores de 10K Ω à uma porta analógica do Arduino.

O sistema de controle, tanto da movimentação do injetor quanto da injeção da fumaça, foi idealizado para operar à distância. Visando obter um melhor alcance do sinal, foi desenvolvido um controle remoto via sensor de radiofrequência (RF). O sistema de injeção de fumaça foi realizado através de um servo motor com acionamento por botão *push button* NA (normalmente aberto) do sistema de controle. O servo é responsável por ligar/desligar a máquina de fumaça, liberando ou fechando o fluxo.

A automação do sistema foi realizada através do Arduino Uno, devido a sua facilidade de programação, sendo utilizadas, no desenvolvimento da programação, algumas bibliotecas de código específicas para o controle de alguns componentes. Todas as adaptações mecânicas e elétricas na estrutura foram realizadas em laboratórios e/ou setores especializados do Câmpus.

Resultados e discussões

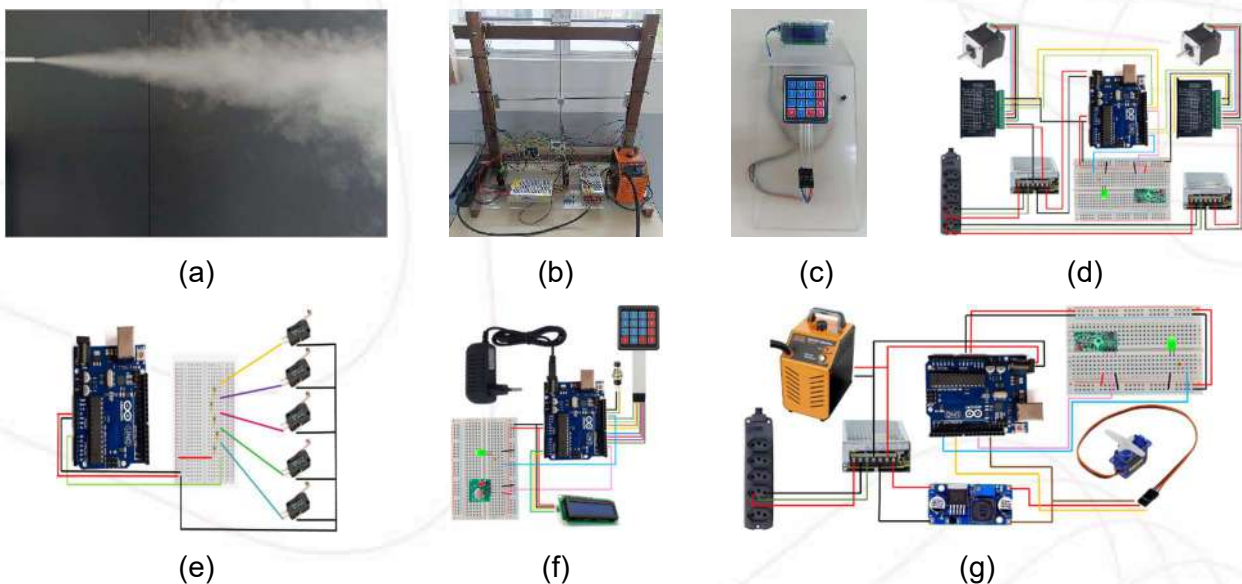
Os testes de visibilidade da fumaça apontaram que a vazão de fumaça descarregada é adequada para proporcionar uma percepção detalhada do comportamento do fluido em torno de corpos, apresentando boa densidade (Figura 1a), e que não há liquefação do fluido ao longo do tubo injetor. O sistema de movimentação automatizado e o sistema de controle são apresentados nas Figuras 1b e 1c, respectivamente.

A automação do sistema de movimentação é apresentada na Figura 1d e consiste em dois motores de passo Nema 17, conectados aos seus respectivos drives TB6600. Os drives são interconectados ao Arduino e ambos são alimentados por fontes chaveadas de 12V. Destaca-se também a presença do receptor de radiofrequência e o led indicador do recebimento do sinal por meio do transmissor presente no sistema de controle. O sistema

de segurança (Figura 1e), utiliza o mesmo Arduino para conectar as cinco chaves de fim de curso dispostas nos extremos dos eixos guia.

O sistema de controle (Figura 1f), desenvolvido via sensor de radiofrequência (RF), possibilitou o controle do sistema de movimentação e acionamento da injeção da fumaça a uma distância considerável destes. O sistema de controle é composto de um segundo arduino que gerencia este sistema, de um teclado de membrana 4x4 para inserir os comandos, de um display LCD para visualização dos comandos e de uma fonte 12V para alimentação, podendo ser substituída por uma bateria de 9V, o que fornece maior autonomia de movimentação ao usuário. O sistema de injeção de fumaça (Figura 1g) é formado pela máquina de fumaça, por um módulo regulador de tensão ajustável Lm2596 dc/dc *step down*, por um servo motor SG90, além do mesmo receptor de radiofrequência e do mesmo Arduino utilizados para o sistema de movimentação.

Figura 1 – (a) Fumaça do óleo mineral NP-35; (b) Injetor de fumaça automatizado; (c) Controle do injetor por RF; (d) Sistema de movimentação; (e) Sistema de segurança; (f) Sistema de controle; (g) Sistema de injeção de fumaça.



Fonte: Autores (2023).

O processo de automação possibilitou o desenvolvimento de duas programações distintas, uma para o controle do sistema e outra para a execução dos comandos recebidos. A programação do sistema de controle e do sistema de execução podem ser encontradas através do link: <https://bit.ly/sistmov>.

Considerações finais

O sistema de movimentação automatizado do bico injetor de fumaça foi idealizado com o objetivo de proporcionar a visualização detalhada do escoamento de ar em torno de corpos submetidos a ensaios aerodinâmicos, para qualquer posição definida dentro da área transversal da seção de testes de um túnel de vento subsônico. O sistema foi composto por quatro subsistemas (movimentação, segurança, controle e injeção), estruturados através dos códigos de programação Arduino, atendendo o objetivo proposto.

Vislumbrando-se a continuidade deste projeto, propõe-se compactar a estrutura física do equipamento, reduzindo o espaço ocupado e a massa, através da aplicação de outros materiais e/ou dispositivos que melhoram a funcionalidade do sistema, sem necessariamente aumentar o custo. Assim, uma reformulação também será necessária na automação do sistema, podendo reduzir linhas de programação e, conseqüentemente, o tempo de resposta do Arduino a determinada ação do sistema de controle.

Referência ao fomento recebido

Fomento recebido via Coord. de Pesquisa do IFSC Câmpus Jaraguá do Sul-Rau.

Referências

BATAGIN, Maria Annichino. Análise de Técnicas de Visualização de Escoamento em Túneis de Vento Utilizando o Método Smoke Wire, 2017. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Aeronáutica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26589>. Acesso em: 29 abr. 2024.

VICENSI, A. **Dimensionamento de um túnel de vento subsônico**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2014. Disponível: <https://bibliodigital.unijui.edu.br/items/92f06a06-e819-4c03-beee-cf1b6b1c0fd7>. Acesso em: 29 abr. 2024.

PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM GATE DRIVER

Divisão Temática

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

Autores: E. RANK¹; M. A. SALVADOR²; R. J. PIONTKEWICZ³; R. L. NASCIMENTO⁴.

02/2023 Universal PROPPI/DAE

Resumo:

O projeto destaca a importância de um *gate driver* para sistemas eletrônicos eficientes. Seu propósito é criar um dispositivo didático e funcional para futuras aplicações, utilizando o Circuito Integrado IR2103. Após montagem e teste do circuito, foi demonstrado o funcionamento do sistema com um tempo morto de cerca de 500 nanosegundos (ns). Portanto, conclui-se que os objetivos foram alcançados, confirmando a eficácia do projeto.

Palavras-chave: Gate-driver; Transistores-de-potência; MOSFET.

Introdução

A importância e relevância de trabalhos que se propõem a construir e projetar um *gate driver* se ancoram na crescente demanda por sistemas eletrônicos mais eficientes, compactos e confiáveis. Esses dispositivos são cruciais na operação de transistores de potência, desempenhando um papel fundamental na otimização de conversores de energia.

Os objetivos deste trabalho incluem o projeto e a construção de um *gate driver* que seja ao mesmo tempo didático e funcional, permitindo que, futuramente, outros alunos e pesquisadores utilizem o dispositivo em seus próprios projetos, com facilidade e agilidade.

Fundamentação teórica

Um *gate driver bootstrap* é um circuito eletrônico destinado ao acionamento de MOSFETs e IGBTs. Segundo BALOGH (2001), sua função essencial é prover uma tensão de *gate* que excede a tensão de alimentação, assegurando a ativação plena do transistor para uma operação eficiente. O mecanismo de ação do capacitor de *bootstrap* envolve o

¹ Eduardo Rank/Engenharia elétrica/Instituto Federal de Santa Catarina, eduardo.r2001@aluno.ifsc.edu.br

^{2,3,4} Marcos Antônio Salvador, Rodrigo Jose Piontkewicz, Rogério Luiz Nascimento/Instituto Federal de Santa Catarina, marcos.salvador@ifsc.edu.br, rodrigo.piontkewicz@ifsc.edu.br, rogerio.nascimento@ifsc.edu.br

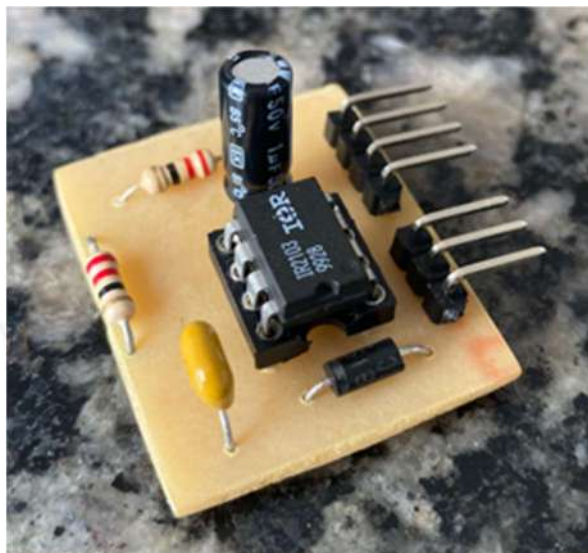
Procedimientos metodológicos

Figura 1 – Diagrama esquemático do *gate driver* com IR2103 e setup para teste com MOSFETs.



Uma vez finalizada a PCB, recorreu-se à utilização de uma fresadora CNC (GASPERIN, 2023) para fabricação da placa. A figura 2 apresenta a placa construída com todos os componentes devidamente soldados.

Figura 2 – Protótipo do *gate driver* desenvolvido.

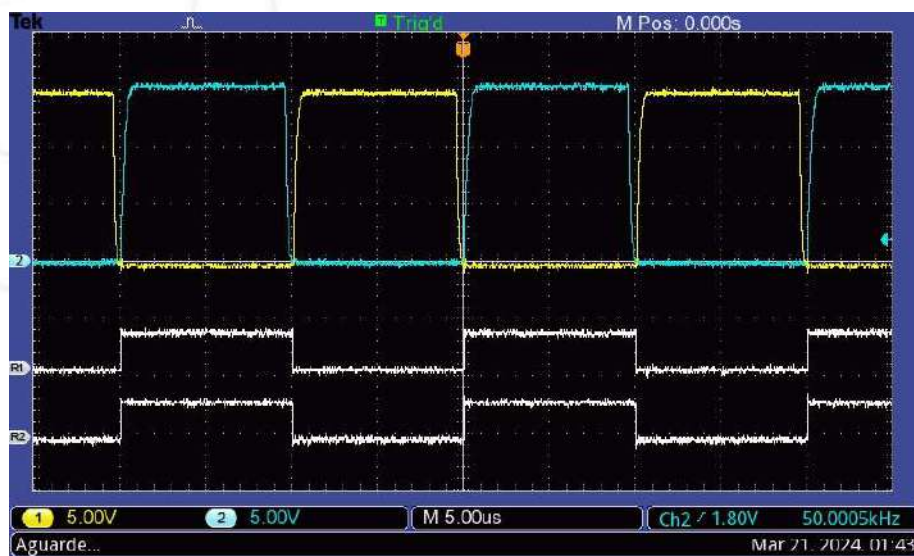


Fonte: Autoral.

Resultados e discussões

Ao empregar dois MOSFETs como carga, em conjunto com uma fonte de alimentação, um gerador de sinais e um osciloscópio para captura e análise dos dados de entrada e saída, foi possível observar o funcionamento do circuito a partir das formas de onda apresentadas na figura 3.

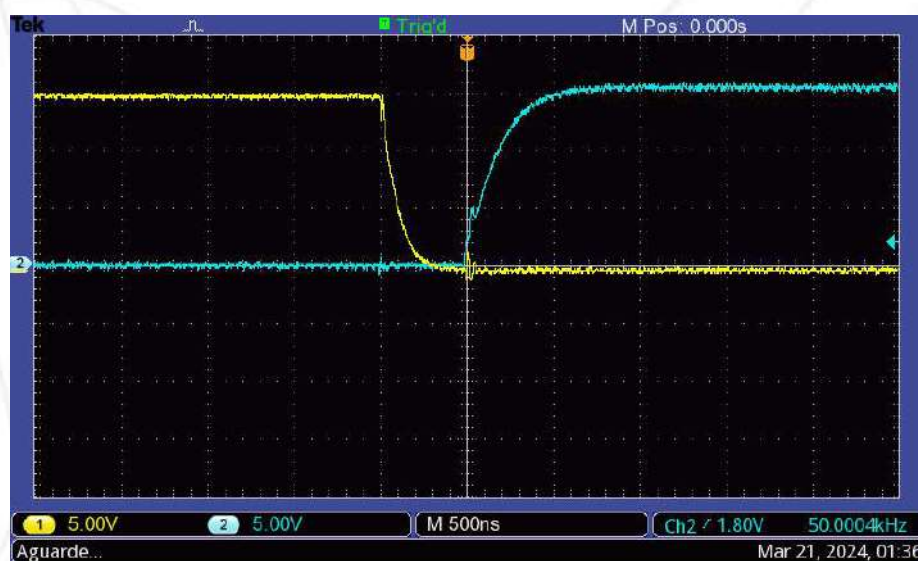
Figura 3 – Acionamento de dois interruptores MOSFET.



Fonte: Autoral.

As duas entradas estão representadas em branco, enquanto a saída de cada carga é exibida em azul e amarelo, respectivamente. É evidente que quando ocorre o desligamento de uma carga, a outra não é ativada imediatamente. Esse intervalo é conhecido como tempo morto, indicando o tempo necessário para ligar uma carga após desligar a outra. Na figura 4 é possível visualizar melhor esse efeito:

Figura 4 – Tempo morto.



Fonte: Autoral.

Neste caso específico, o tempo morto é de aproximadamente 500 ns. É notável que esse valor está em conformidade com as especificações do *datasheet* do CI IR2103, que estabelece um tempo morto de 520 ns.

Considerações finais

Ao término deste projeto, pode-se afirmar que os objetivos propostos foram plenamente alcançados. A construção e o teste do *gate driver* demonstraram não apenas a viabilidade técnica do dispositivo, mas também sua relevância como ferramenta educacional e de pesquisa. A proximidade entre os resultados práticos e os valores teóricos previstos, especialmente no que tange ao tempo morto, validam a eficácia dos procedimentos adotados.

Referências

BALOGH, Laszlo. **Guia de projeto e aplicação para circuitos de acionamento de porta MOSFET de alta velocidade.** In: SEMINÁRIO DE DESIGN DE FONTES DE ALIMENTAÇÃO SEM-1400, Tópico. Anais do Evento, 2001. Disponível em: <https://www.mikrocontroller.net/attachment/51234/MOSFET_Treiber_slup169.pdf>. Acesso em: 16 Abr. 2024.

GASPERIN, Victória et al. **DESENVOLVIMENTO DE UMA FRESADORA CNC PARA PROTOTIPAGEM DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO.** In: ANAIS DO 9º SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA, EXTENSÃO E INOVAÇÃO DO IFSC, 2023, Joinville. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2023. Disponível em: <<https://proceedings.science/sepei-2023/trabalhos/desenvolvimento-de-uma-fresadora-cnc-para-prototipagem-de-placas-de-circuito-imp?lang=pt-br>>. Acesso em: 19 Abr. 2024.

IRF. IR2103: **High and Low Side Driver.** Califórnia, 2001. Disponível em: <<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/84682/IRF/IR2103.html>>. Acesso em: 16 Abr. 2024.

IMPACTO DA INCLUSÃO DE DESIGUALDADES VÁLIDAS EM UM MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA

Divisão Temática

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

Autores: N. B. OLIVEIRA¹; E. P. PUTTI²; C. E. SCHMIDT³

Edital 02/2023/PROPPI - Edital Universal de Pesquisa

Resumo:

Este trabalho investiga como a inclusão de desigualdades válidas impacta a qualidade da solução e o limitante inferior em uma formulação baseada em Programação Linear Inteira (PLI). A formulação utilizada é definida para o Problema do Caixeiro Viajante (PCV) e baseia-se no fluxo de duas commodities. Testes computacionais foram conduzidos, utilizando 27 instâncias da literatura. Os resultados mostraram que, quando o tempo de processamento é limitado, a inclusão de desigualdades válidas melhora a qualidade média da solução em 12,81%, além de aumentar o limitante superior da solução e acelerar o processo de obtenção da solução ótima. Esses resultados evidenciam os benefícios que a adição de desigualdades pode trazer na performance de um modelo desse tipo.

Palavras-chave: programação inteira; fluxo de duas commodities; problema do caixeiro viajante.

Introdução

A programação linear inteira (PLI) modela uma ampla gama de problemas práticos de otimização combinatória, presentes nas mais diversas áreas (WOLSEY, 2020). Esse tipo de problema é classificado como NP-difícil (KARP, 1972), o que significa dizer que não existe nenhum algoritmo polinomial conhecido para sua solução exata. Considerar a inserção de desigualdades válidas em modelos de programação linear é uma estratégia para melhorar o tempo computacional e a qualidade dos limitantes gerados com o modelo.

Este trabalho analisa o impacto da inserção de um conjunto de desigualdades válidas em uma formulação matemática baseada em PLI, definida para o Problema do Caixeiro

¹ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação, LABICON, Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, nathan.bo10@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação, LABICON, Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, eduardo.p2005@aluno.ifsc.edu.br.

³ Docente da área de Matemática, LABICON, Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, carise.schmidt@ifsc.edu.br.

Viajante (PCV). Na sequência, define-se o problema e apresenta-se a formulação matemática usada, bem como as desigualdades válidas. Em seguida, descreve-se os testes computacionais, apresenta-se os resultados e as conclusões.

Formulação matemática

O Problema do Caixeiro Viajante (PCV) é um dos mais famosos na área de otimização combinatória. Ele constitui a base para diversas aplicações, em especial na área de roteamento de veículos (LAPORTE, 1992). Em sua interpretação prática mais simples, o PCV ilustra a decisão de um vendedor que deve visitar um conjunto de n cidades, passando uma única vez por cada uma, e retornando à cidade de origem. Atendendo essas restrições, o objetivo é determinar uma rota que minimize a distância total percorrida.

O PCV pode ser definido por meio de um grafo completo $G = (V, E)$, onde V representa o conjunto de n vértices; E representa o conjunto de arestas, e $C = (c_{ij})$ representa a matriz de custos associada ao conjunto E (LAPORTE, 1992). Há diferentes formulações para o problema na literatura. Entre elas, Finke et al. (1984) propuseram um modelo baseado no fluxo de duas commodities. Neste trabalho, é aplicado um modelo desse tipo, baseado na proposta de Baldacci et al. (2003; 2004).

Seja $\bar{G} = (\bar{V}, \bar{E})$ um grafo estendido de G , onde é adicionado um vértice $n + 1$, que é uma cópia do vértice de origem 0. Sejam y_{ij} e y_{ji} duas variáveis de fluxo associadas com a aresta $\{i, j\} \in \bar{E}$; e seja x_{ij} uma variável binária que assume valor 1 caso a aresta $\{i, j\} \in \bar{E}$ esteja na solução, e 0 caso contrário. A formulação matemática é dada conforme segue.

$$Z = \text{Min} \sum_{\{i,j\} \in \bar{E}} c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

$$\sum_{j \in \bar{V}} (y_{ij} - y_{ji}) = 2, \quad i \in \bar{V} \setminus \{0, n+1\} \quad (2)$$

$$\sum_{j \in \bar{V} \setminus \{0, n+1\}} y_{0j} = n - 1, \quad (3)$$

$$\sum_{j \in \bar{V} \setminus \{0, n+1\}} y_{j0} = 0, \quad (4)$$

$$\sum_{j \in \bar{V} \setminus \{0, n+1\}} y_{n+1j} = n - 1, \quad (5)$$

$$\sum_{j \in \bar{V} \setminus \{0, n+1\}} y_{jn+1} = 0, \quad (6)$$

$$y_{ij} + y_{ji} = (n - 1)x_{ij}, \quad \{i, j\} \in \bar{E} \quad (7)$$

$$\sum_{\substack{j \in \bar{V} \\ i < j}} x_{ij} + \sum_{\substack{j \in \bar{V} \\ i > j}} x_{ji} = 2, \quad i \in \bar{V} \setminus \{0, n + 1\} \quad (8)$$

$$y_{ij} \geq 0; y_{ji} \geq 0, \quad \{i, j\} \in \bar{E} \quad (9)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad \{i, j\} \in \bar{E}. \quad (10)$$

A função objetivo expressa em (1) minimiza o custo total de execução da rota. As restrições (2) – (6) definem um padrão de fluxo factível saindo da origem até o seu retorno ao terminal. Restrições (7) indicam as arestas de uma solução factível, enquanto as restrições (8) forçam que, em qualquer solução factível, há duas arestas incidentes em cada um dos vértices intermediários. Restrições (9) e (10) definem o domínio das variáveis.

Em um modelo de PLI, uma desigualdade válida é uma restrição adicional que não elimina nenhuma solução viável do problema original, mas pode ajudar a restringir o espaço de busca da solução ótima. A sua inserção possibilita melhorar a eficiência do processo de busca pela solução (VAN ROY; WOLSEY, 1986). Com esse objetivo, Baldacci et al. (2003; 2004) propuseram algumas desigualdades válidas, que foram adaptadas ao modelo.

$$(n - 2)y_{ij} - y_{ji} \geq 0, \quad \{i, j\} \in \bar{E} \quad (11)$$

$$(n - 2)y_{ji} - y_{ij} \geq 0, \quad \{i, j\} \in \bar{E} \quad (12)$$

$$y_{ij} + y_{ji} \leq n - 1, \quad \{i, j\} \in \bar{E}. \quad (13)$$

Testes computacionais

Um conjunto de 27 instâncias, obtidas da biblioteca TSPLIB (REINELT, 1991), foi utilizado na condução dos testes computacionais. As instâncias, vinculadas ao caso simétrico, são: a280, bier127, ch130, ch150, d198, eil101, gr120, kroA100, kroA150,

kroA200, kroB150, kroB200, p654, pa561, pr76, rat99, rat195, rat783, rd100, si175, si1032, st70, ts225, u159, u574, u724 e vm1084. Elas contêm entre 76 e 1084 pontos.

O modelo matemático foi implementado em linguagem C++, e resolvido com a utilização do *solver* Gurobi 11.0.0, versão acadêmica. Para os testes computacionais, estabeleceu-se um tempo limite de processamento, para cada instância, de 5400 segundos.

Resultados e discussões

Para a análise dos resultados, considerou-se os limitantes inferior e superior (melhor solução) médios obtidos, considerando a formulação com e sem a inserção de desigualdades válidas. Na Tabela 1 são apresentados esses resultados, seguidos pelo *gap* médio entre ambos os limitantes e o tempo médio de processamento.

Tabela 1 – Comparativo entre os resultados médios obtidos com as formulações matemáticas.

Formulação	Melhor solução	Limitante inferior	Gap (%)	Tempo (s)
Sem desigualdades válidas	46450,85	38392,63	4,85	1742,73
Com desigualdades válidas	40498,44	38729,74	1,36	1504,79

Fonte: elaborado pelos autores, a partir dos resultados da pesquisa (2024).

Os resultados mostram que a inclusão das desigualdades válidas gerou soluções e limitantes inferiores melhores. A solução média foi 12,81% menor, enquanto o limitante superior obtido foi 0,88% maior. Além disso, os *gaps* médios obtidos entre a melhor solução e o limitante inferior também apontam um intervalo menor entre eles quando as desigualdades válidas são adicionadas. Essa inclusão possibilitou que, em média, a solução ótima fosse encontrada mais rapidamente (13,65% menos tempo).

Considerações finais

Considerando o objetivo de verificar o impacto da inserção de desigualdades válidas na formulação apresentada, os resultados demonstraram que essa inclusão melhorou consideravelmente a qualidade das soluções obtidas no conjunto de instâncias analisado. Ao estreitar o intervalo entre a solução encontrada e o limitante inferior, foi possível obter

resultados mais precisos. Isso sugere que a adição de desigualdades válidas acelera o processo de resolução, beneficiando a performance geral do modelo.

Referências

- BALDACCI, R.; HADJICONSTANTINOU, E.; MINGOZZI, A. An exact algorithm for the Traveling Salesman Problem with Deliveries and Collections. **Networks**, v. 42, n. 1, p. 26-41, 2003.
- BALDACCI, R.; HADJICONSTANTINOU, E.; MINGOZZI, A. An Exact Algorithm for the Capacitated Vehicle Routing Problem Based on a Two-Commodity Network Flow Formulation. **Operations Research**, v. 52, n. 5, p. 723–738, 2004.
- FINKE, G.; CLAUS, A; GUNN, E. A two-commodity network flow approach to the traveling salesman problem. **Congr Numer**, v. 41, p. 167–178, 1984.
- KARP, R.M. Reducibility among Combinatorial Problems. In: Miller, R.E., Thatcher, J.W., Bohlinger, J.D. (eds) **Complexity of Computer Computations**. Springer, Boston, p.85-103, 1972.
- LAPORTE, G. The Traveling Salesman Problem: An overview of exact and approximate algorithms. **European Journal of Operational Research**, v. 59, n. 2, p. 231–247, 1992.
- REINELT, G. TSPLIB: A traveling salesman problem library. **ORSA Journal on Computing**, v. 3 n. 3, p. 376–384, 1991.
- VAN ROY, T. J.; WOLSEY, L. A. Valid inequalities for mixed 0–1 programs. **Discrete Applied Mathematics**, v. 14, n. 2, p. 199–213, 1986.
- WOLSEY, L. A. **Integer programming**, John Wiley & Sons, 2020.

APLICAÇÃO DO ALGORITMO A-BRKGA AO PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE

Divisão Temática

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

Autores: E. P. PUTTI¹; N. B. DE OLIVEIRA²; C. E. SCHMIDT³

Edital 02/2023/PROPPI - Edital Universal de Pesquisa

Resumo:

Este trabalho procura avaliar a qualidade das soluções geradas pelo algoritmo A-BRKGA, quando aplicado ao Problema do Caixeiro Viajante (PCV). Para isso, testes computacionais foram realizados em um conjunto de instâncias da literatura e os resultados comparados com as soluções ótimas. Eles mostraram que a abordagem aplicada foi capaz de gerar soluções, em média, distantes apenas 1,15% da solução ótima. Considerando a complexidade do problema, os resultados indicaram um bom desempenho do algoritmo no conjunto de instâncias testado, e um caminho potencial para tratar instâncias maiores.

Palavras-chave: algoritmo genético; chaves aleatórias viciadas; otimização combinatória.

Introdução

O Problema do Caixeiro Viajante (PCV) é um clássico problema de otimização combinatória, que possui diversas aplicações práticas, em especial na área de logística (LAPORTE, 1992). Ele consiste em encontrar a rota de menor custo, que passa por um conjunto de cidades, visitando cada uma delas exatamente uma vez e retornando à cidade de origem (DANTZIG et al., 1954).

Em relação à complexidade, o PCV é classificado como NP-difícil (LAPORTE, 1992), o que significa que nenhum algoritmo que possa resolver todas as instâncias do problema de forma exata e em tempo polinomial é conhecido. Por conta desse aspecto, abordagens metaheurísticas tendem a apresentar desempenho superior em problemas de grande escala, tanto em termos de qualidade da solução quanto em tempo computacional.

¹ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação, LABICON, Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, eduardo.p2005@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação, LABICON, Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, nathan.bo10@aluno.ifsc.edu.br.

³ Docente da área de Matemática, LABICON, Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, carise.schmidt@ifsc.edu.br.

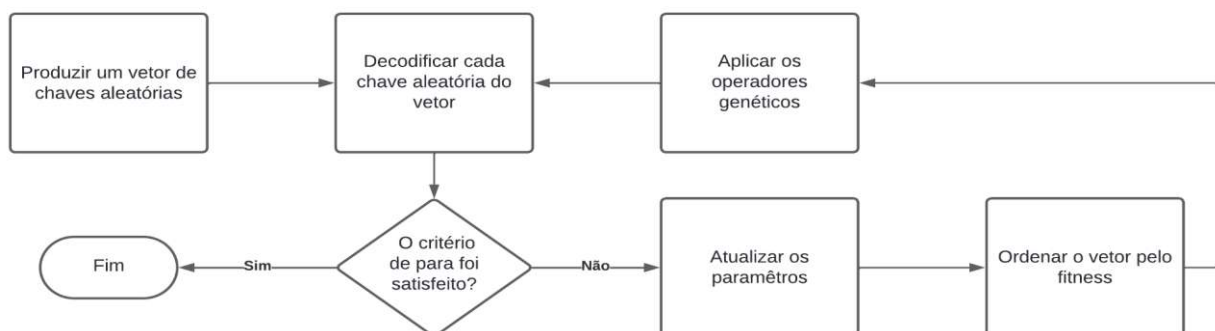
Este trabalho aborda a aplicação do algoritmo A-BRKGA (CHAVES et al., 2018), associado a uma heurística de busca local, para resolver o PCV simétrico. Um conjunto de instâncias da literatura é utilizado para a condução dos testes computacionais. Os resultados são comparados com as soluções ótimas, reportadas na literatura.

A metaheurística A-BRKGA

O algoritmo genético de chaves aleatórias viciadas (BRKGA), proposto por Gonçalves e Resende (2011), é um algoritmo evolutivo que utiliza as chaves aleatórias para representar uma solução, e que emprega uma função decodificadora para transformá-la em uma solução otimizada para o problema. Ele propõe o vício das chaves aleatórias do RKGA (BEAN, 1994), de forma que a probabilidade de compartilhar material genético dos pais da elite seja maior do que a dos pais que não estão na elite.

Uma versão adaptativa do BRKGA, denominada A-BRKGA, recorre à adaptação dos parâmetros ao longo da execução do algoritmo (CHAVES et al., 2018). A atualização de parâmetros é composta por mudanças contínuas, onde, no começo do algoritmo, procura-se ter uma maior variedade de indivíduos e uma pequena população elitizada e, ao final, uma menor variedade e uma maior especialização da elite. Por fim, os critérios de parada são a saturação ou o tempo de processamento. Um fluxograma geral de funcionamento do algoritmo A-BRKGA é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do algoritmo A-BRKGA



Fonte: Adaptado de Chaves et al. (2018, p.333).

Testes computacionais

Um conjunto de 19 instâncias, obtidas da biblioteca TSPLIB (REINELT, 1991), foi utilizado na condução dos testes computacionais. As instâncias, vinculadas ao caso simétrico, são: bier127, ch130, ch150, d198, eil101, kroA100, kroA150, kroA200, kroB150, kroB200, pr76, rat99, rat195, rd100, st70, ts225, tsp225, u159 e u574. Elas contêm entre 70 e 574 pontos.

O algoritmo foi implementado em linguagem C++. Para os testes computacionais foram utilizados os parâmetros propostos por Chaves et al. (2018), com alterações apenas no número de reinícios, definido como sendo 3; no número de threads, fixado em 1; e no tempo de processamento, limitado a 5400 segundos. Para avaliar a qualidade dos resultados obtidos com o A-BRKGA, foram utilizados os valores ótimos, reportados na literatura, para essas instâncias (REINELT, 1991).

Resultados e discussões

A Tabela 1 apresenta um comparativo entre os resultados médios gerados por meio do algoritmo A-BRKGA e as soluções ótimas, para o conjunto de instâncias em questão. Os resultados foram separados em dois grupos (I e II), conforme segue. O primeiro grupo é composto pelas instâncias em que o algoritmo A-BRKGA alcançou o resultado ótimo (kro100; pr76; st70 e ts225); e o segundo pelas demais instâncias. Na primeira coluna da tabela constam a média do melhor tempo das três execuções, e na segunda o tempo médio total dessas três execuções. As duas colunas seguintes indicam a média das soluções encontradas pelo A-BRKGA e a média das soluções ótimas, respectivamente. Por fim, são apresentados os erros percentuais médios em cada grupo.

Tabela 1 – Resultados médios entre as soluções geradas pelo A-BRKGA e as soluções ótimas.

Grupo	Melhor tempo (s)	Tempo total (s)	Solução A-BRKGA	Solução ótima	Erro (%)
I	76,32	150,32	64189,75	64189,75	0,00
II	168,08	419,21	23867,33	23542,20	1,46
Média	148,76	362,60	32356,26	32099,58	1,15

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir dos resultados da pesquisa (2024).

Os resultados apresentados mostram que o algoritmo A-BRKGA foi capaz de encontrar a solução ótima em 21% das instâncias testadas, demandando, para isso, um tempo médio de 76,32 segundos. Para as instâncias em que o algoritmo não encontrou o resultado ótimo, a solução foi, em média, 1,15% pior. Nesse grupo, o tempo total médio de execução foi de 419,21 segundos. Analisando os resultados detalhados, observou-se que o erro máximo foi gerado na maior instância considerada (574 pontos), e ele foi de 4,95%. Esses resultados detalhados também revelaram que há um baixo acréscimo no tempo de execução, conforme cresce o número de pontos, o que é uma questão relevante, tendo em vista que é um problema complexo de otimização combinatória.

Considerações finais

Este estudo abordou a aplicação da metaheurística A-BRKGA, associada com um algoritmo de busca local, para resolução do PCV simétrico. A abordagem foi avaliada por meio da comparação entre os resultados por ela gerados e as soluções ótimas, além do tempo de processamento requerido. Os testes realizados em um conjunto de instâncias da literatura apontaram um bom desempenho do algoritmo. Observou-se resultados muito próximos da solução ótima e um crescimento médio no tempo de processamento consideravelmente estável conforme a quantidade de pontos aumentou, sugerindo que a abordagem tem potencial também para tratar problemas com um número maior de pontos. Como trabalho futuros, considera-se avaliar os parâmetros atuais do algoritmo, bem como a heurística de busca local, também em instâncias maiores do problema.

Referências

- BEAN, J. C. Genetic Algorithms and Random Keys for Sequencing and Optimization. **ORSA Journal on Computing**, v. 6, n. 2, p. 154-160, 1994.
- CHAVES, A. A.; GONÇALVES, J. F.; LORENA, L. A. N. Adaptive biased random-key genetic algorithm with local search for the capacitated centered clustering problem. **Computers & Industrial Engineering**, v. 124, p. 331-346, 2018.

DANTZIG, G.; FULKERSON, R.; JOHNSON, S. Solution of a large-scale traveling-salesman problem. **Journal of the Operations Research Society of America**, v. 2, n. 4, p. 365-462, 1954.

GONÇALVES, J. F.; RESENDE, M. G. C. Biased random-key genetic algorithms for combinatorial optimization. **J. Heuristics**, v. 17, p. 487-525, 2011.

LAPORTE, G. The traveling salesman problem: An overview of exact and approximate algorithms. **European Journal of Operational Research**, v. 59, n. 2, p. 231-247, 1992.

REINELT, G. TSPLIB: A traveling salesman problem library. **ORSA Journal on Computing**, v. 3 n. 3, p. 376–384, 1991.

MAXIMIZANDO A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: CONTROLE INTELIGENTE DO MOTOR EM ESCADAS ROLANTES

Divisão Temática

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

Autores: B. MARCON¹; M. LUÍS²; R. NASCIMENTO³;

Resumo:

Este estudo apresenta um sistema inovador de controle de velocidade para escadas rolantes, utilizando a placa eletrônica ESP32 em conjunto com sensores ultrassônicos e inversor de frequência. A integração dessas tecnologias permite ajustes precisos na velocidade do motor, resultando em uma significativa redução no consumo de energia elétrica. Esta abordagem promissora não só contribui para a eficiência energética, mas também oferece benefícios econômicos e ambientais.

Palavras-chave: ESP32, Acionamento Inteligente, Economia Energética, Escada Rolante;

Introdução

A economia de energia é essencial, especialmente no setor de transporte público, onde várias soluções ecologicamente corretas estão sendo implementadas. Nas escadas rolantes, amplamente presentes em metrô e aeroportos, é crucial focar em métodos que promovam maior eficiência energética. Reduzir o consumo de energia nessas escadas pode resultar em uma operação mais sustentável do sistema de transporte público (Sadirova; Garayeva, 2022).

Diversas pesquisas têm sido conduzidas para reduzir o consumo de energia em escadas rolantes, assim como reduzir a tensão do estator do motor (sem diminuir a velocidade) ou diminuir a velocidade da escada rolante durante períodos de baixa atividade (Mariano; Cruz, 2014; Al-Sharif, 2011; Ise et al., 2010).

Esse projeto se baseia em pesquisas anteriores utilizando a automação do motor, combinando a detecção de presença dos usuários com o ajuste automático da velocidade de rotação.

¹ Estudante do curso Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina - Rau, brunomarcon05@gmail.com.

² Estudante do curso Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina - Rau, matheusluis427@gmail.com.

³ Servidor Professor do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica do IFSC – Jaraguá do Sul – Rau, rogerio.nascimento@ifsc.edu.br.

Fundamentação teórica

A automação para o acionamento inteligente do motor de indução trifásico, aplicado em escadas rolantes, consiste em uma placa eletrônica ESP32, que recebe sinais de sensores ultrassônicos, que detectam a presença de pessoas, interagindo com um inversor de frequência, atuando no aumento ou na diminuição da velocidade, otimizando o consumo de energia elétrica. O uso do inversor de frequência ajusta a velocidade do motor conforme necessário, resultando em economia de energia, aumento da vida útil do motor e redução dos custos de manutenção. A potência do motor de uma escada rolante varia de acordo com o tamanho, mas gira em torno de 20 cv.

Os sensores ultrassônicos HC-SR04 são posicionados na frente da escada, um para a descida e outro para a subida, detectando a presença de usuários com base no tempo de retorno dos pulsos ultrassônicos. Esses dados são enviados à placa eletrônica, que ajusta a velocidade do motor de forma gradual de acordo com a distância detectada, garantindo uma operação precisa e adaptativa da escada rolante.

O controle da velocidade baseia-se em intervalos de tempo. Caso não haja detecção de usuários por um período, como 1 minuto, o controlador reduz a velocidade do motor para economizar energia, utilizando o sinal no inversor de frequência que é responsável por controlar a velocidade do motor.

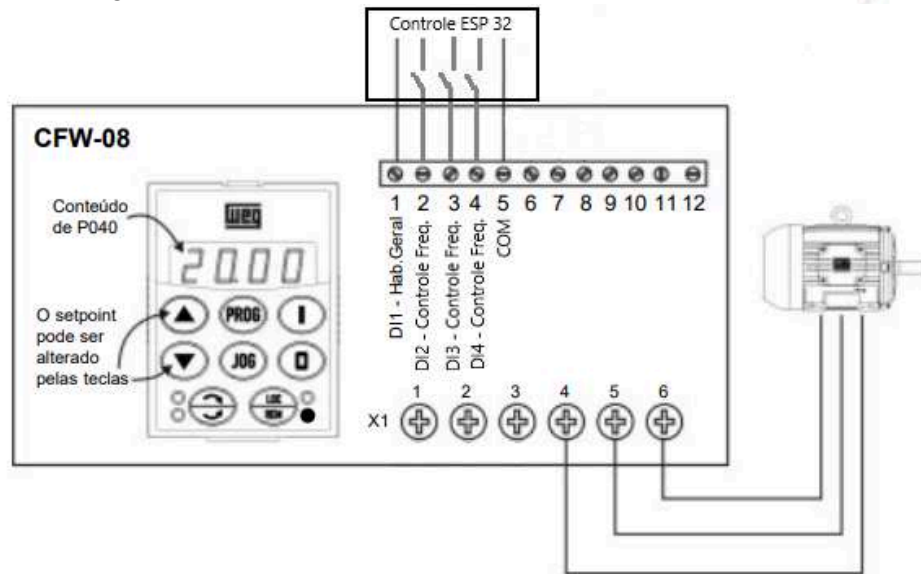
A potência elétrica consumida por um motor é determinada pelo produto da tensão, corrente e fator de potência. A relação entre potência elétrica, velocidade e torque do motor sugere que reduzir a velocidade resulta em menor consumo de energia, visto na equação 1. Isso é particularmente benéfico em aplicações com variações na carga ao longo do tempo, onde operar continuamente na velocidade máxima não é necessário.

$$P = \frac{2\pi \times N \times T}{60} \quad (1)$$

A tabela verdade do manual do inversor CFW-08 define o controle por meio da combinação de portas de entrada digital. É ilustrado na Figura 1 o esquemático do inversor, neste caso, serão usadas as entradas digitais DI como variação de frequência. A programação do inversor permite pré-definir a saída com base na sequência de

acionamento das entradas (2, 3 e 4), como manter uma velocidade base ou em rampa fazendo um sequenciamento do acionamento das entradas.

Figura 1 – Esquemático do inversor de frequência CFW-08



Fonte: Manual do Inversor de Frequência CFW-08 (2014, WEG).

Quando há um usuário presente, há o acionamento das saídas, otimizando o sistema e tornando ele mais eficiente.

Procedimentos metodológicos

A operação começa com os sensores ultrassônicos, posicionados nas entradas das escadas rolantes. A informação é processada pelo ESP32, que analisa os dados recebidos e atua chaveando o relé, controlando o inversor que aciona o motor.

A placa eletrônica possui uma entrada 9V, com um conversor de tensão Buck para alimentação de 5V na ESP32, sensor ultrassônico e módulo relé. As entradas digitais do microcontrolador serão protegidas com um conversor de nível lógico de 5V para 3.3V, onde serão conectados os relés e o sensor, cada saída normalmente aberta do relé, fará conexão de acionamento das entradas do inversor, gerando um código binário de ativação com diferentes frequências de saída para o motor.

Diferentes tipos de potência são considerados: ativa, reativa e aparente. A potência ativa realiza trabalho útil, a reativa é trocada entre a fonte de energia e o equipamento para geração do campo magnético, e a aparente é a soma vetorial das duas. No caso de

motores elétricos, a potência ativa é a que se converte em trabalho mecânico, afetando diretamente o consumo de energia, sendo esse, o foco de medição no trabalho.

Resultados e discussões

A placa desenvolvida, teve êxito no processo de controle da frequência na saída do inversor, com ela aplicada às entradas digitais 3 e 4, mantendo a 2 sempre em aberto e a 1 sempre fechada (botão de emergência), foi possível fazer sistematizar o motor em 4 frequências distintas, 0 Hz ou seja, motor parado, quando em pleno funcionamento e em modo de espera por sinal de presença, permanece em 20 Hz, e por fim, quando há presença de um corpo, gera 40 Hz ao longo de 7 segundos, após esse tempo induz uma saída de 60 Hz para o motor.

Para simulação em bancada, o motor usado apresentava uma potência nominal de 0,25 cv. Os resultados obtidos foram retirados por um multimedidor elétrico WEG MMW02. Usando os dados da primeira linha da Tabela 1, a média das diferenças de potência em relação a frequência é de 15,23 W. Usando uma relação de proporção para um motor de 20 cv (o que é uma suposição simplificada), o resultado teórico é apresentado na segunda linha da tabela (considerando motor a vazio).

Tabela 1 - Relação de frequência e potência ativa

Potência do motor (cv)	Frequência 20 Hz	Frequência 40 Hz	Frequência 60 Hz
0,25	68,83 W	81,72 W	99,19 W
20	5,5 kW	6,53 kW	7,93 kW

Fonte: elaborado pelos autores.

Aplicando ao motor de 20 cv, usando em um shopping, grupo A4, além de uma tarifa catarinense de R\$ 0,54087/kWh na ponta em tarifa horária azul e fora ponta de R\$ 0,37832 /kWh, normalmente teria um gasto constante de aproximadamente R\$ 4.792,00 /mês com 4 escadas no ambiente trabalhando 30 dias em um mês. Aplicando a placa desenvolvida e usando um fator de uso de 50% do tempo, o valor é reduzido para R\$ 4.055,00 /mês. Vale enfatizar que esse gasto é relativamente baixo, visto que não foi levado em conta tributos, impostos, bandeiras, e mesmo cobrança de reativo (se for o caso).

Considerações finais

A placa eletrônica envia informações ao inversor de frequência que opera o motor em três diferentes frequências. Tendo a relação entre frequência e potência consumida pelo motor analisada, o resultado é uma redução significativa no consumo de energia ao diminuir a frequência de operação.

A análise econômica evidenciou uma correlação entre o consumo de energia e os custos associados, sendo viável a aplicação.

Há ainda pontos a serem melhorados e testes com necessidades de aplicação. Para modelagem mais precisa, é necessário realizar a medição em uma escada real, além da carga acoplada, verificando o fator de uso para saber sua economia final.

Referências

Al-Sharif, L. "Modelling of escalator energy consumption". Mechatronics Engineering Department, University of Jordan, Amman 11942, Jordan. 14 de janeiro de 2011.

Mariano, Y. S. F., & Cruz, A. F. S. (2014). Análise de eficiência energética em shopping center com foco em escadas rolantes. In Anais do XIII SEPA - Seminário Estudantil de Produção Acadêmica. UNIFACS.

SADIROVA, A. , GARAYEVA, N. " Using mechanical device in escalator systems for reduction of energy consumption" - Conferência de Tecnologia de Pesquisa de Graduação IEEE MIT 2022, URTC 2022.

WEG. Manual técnico do inversor de frequência CFW-08. Jaraguá do Sul: WEG Equipamentos Elétricos S.A., 2014. 98 p.

CONSCIENTIZAÇÃO DA DENGUE ATRAVÉS DE JOGOS DIGITAIS

Divisão Temática

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

Autores: M. LEMOS¹; A. TRINDADE²; J. JERONIMO³; J. FRANCÊZ⁴.

Edital 05/2023 - Fomento às atividades de ensino, pesquisa e extensão do Câmpus Joinville

Resumo:

A Dengue vem afligindo drasticamente as cidades catarinenses nos últimos anos. Neste contexto, o projeto em questão traz o objetivo de conscientizar e educar os jovens das redes municipais de ensino a respeito do combate à doença, através de um jogo digital sério. Através de pesquisas e estudos a respeito das estratégias de construção de um jogo digital sério e também do embasamento científico sobre o vírus da dengue, foi possível gerar e trabalhar ideias que levaram a criação do jogo “Francisca: Sem Tempo para a Dengue”. O jogo foi desenvolvido por meio de *softwares* livres e foi publicado gratuitamente em plataformas digitais de livre acesso para a população.

Palavras-chave: Jogo Sério; Dengue; Educação; Programação.

Introdução

Nos últimos anos, a dengue tem atingido gravemente a cidade de Joinville, que enfrenta uma epidemia da doença, afetando mais de mil pessoas e registrando um número alarmante de casos toda semana [Prefeitura de Joinville, 2024].

É de preocupação da educação, cumprir o seu papel em conscientizar e educar a respeito das formas de prevenção da doença, bem como dos cuidados a se ter caso esteja contaminado. Levando isto em consideração, o projeto visa a conscientização e estímulo ao combate da doença, através da eliminação de focos de proliferação do mosquito *Aedes Aegypti* representados em um jogo digital sério, livre e gratuito, e disponibilizado para a comunidade.

¹Estudante do curso Técnico Integrado em Eletroeletrônica do Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Joinville, maria.nl@aluno.ifsc.edu.br.

²Docente da Área Elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Joinville, andre.bonetto@ifsc.edu.br.

³Docente da Área Elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Joinville, joice.jeronimo@ifsc.edu.br.

⁴Estudante do curso Técnico Integrado em Eletroeletrônica do Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Joinville, joao.f2005@aluno.ifsc.edu.br.

Fundamentação teórica

A Dengue é uma arbovirose urbana, ou seja, é uma doença causada por um vírus transmitido por um mosquito e ocorre principalmente nas cidades. O vírus responsável pela doença é o DENV que tem quatro tipos diferentes: o DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4, e é transmitido pela fêmea do mosquito *Aedes aegypti* [Ministério da Saúde, 2023]. É uma doença febril que pode apresentar dores no corpo, atrás dos olhos, dores de cabeça, mal estar e manchas vermelhas no corpo. Pode ser tratada a partir de muito repouso e hidratação, porém em casos mais graves pode ser letal. No início de 2023, explodiu o número de ocorrências de dengue em Joinville, e até julho do mesmo ano, foram confirmados 22,1 mil casos da doença, de acordo com a Secretaria da Saúde do município [Prefeitura de Joinville, 2023]. Devido a situação, viu-se a necessidade de abordar o tema de prevenção da doença, que pode ser feita através da limpeza dos focos de proliferação do mosquito, do uso do repelente e da vacinação da população. Assim, o objetivo do jogo sério desenvolvido neste projeto foi trazer de forma lúdica e didática todas estas informações a respeito da doença, criando um cenário atrativo para a conscientização de crianças e jovens.

Os jogos digitais sérios são jogos que trazem todos os elementos que os jogos de entretenimento tem, porém, seu foco não é o lazer em si e sim, um propósito dito sério [Alvarez e Djaouti, 2011]. Os jogos sérios abordam de forma mais envolvente e eficaz variados assuntos, aproveitando da interatividade e imersão dos jogos digitais para alcançar objetivos específicos. Esses jogos tem como objetivo, por exemplo, a educação, aprendizagem, instrução e elucidação de algum tema específico. Podem ser utilizados para treinamentos, tratamentos terapêuticos, simulações, resolução de problemas, para o incentivo cognitivo, motor e do raciocínio lógico, dentre outros diversos objetivos. Na educação, são muito utilizados justamente por serem mais atrativos para as crianças e jovens, possibilitando o ensino e aprendizagem de diversos conteúdos de maneira lúdica e descontraída, sem fugir da seriedade do ambiente escolar.

Procedimentos metodológicos

Considerando o domínio prévio de habilidades em programação e no uso de *softwares* livres adquiridos pelos alunos envolvidos ao longo das unidades curriculares ofertadas pela instituição, o primeiro passo para a realização do projeto foi a absorção,

por meio da equipe de projeto, dos conceitos básicos e estratégias de criação dos jogos sérios. Com os conteúdos dominados, foi proposta uma estratégia personalizada para a criação do jogo com o intuito de melhor alcançar seus objetivos específicos. Após tais definições, foi realizada uma pesquisa a respeito da dengue, a fim de melhor entender determinados conceitos e ter em mãos informações confiáveis. Desta maneira, obtendo conhecimentos e perspectivas para a viabilização do projeto, foi possível partir para a construção de ideias e, com o auxílio de *softwares* livres, colocá-las em prática pelos discentes com a mentoria dos docentes envolvidos, criando assim o jogo propriamente dito. Dado certo tempo de desenvolvimento, foi possível a produção de uma versão teste do jogo para que se pudesse apresentar a comunidade e analisar o nível de satisfação com o trabalho realizado. A versão teste do jogo foi exposta na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia do IFSC Campus Joinville e também no Dia da Família da Escola Municipal Governador Pedro Ivo Campos. Nesta etapa do projeto, a participação da comunidade foi de suma importância para recolher opiniões e avaliações que impulsionaram modificações e melhorias para a produção da versão final do jogo. Por mérito dos estudos e pesquisas para domínio dos conceitos, da extensão e ação para com a comunidade com o intuito de ofertar um trabalho de melhor qualidade, foi viabilizado o ensino a respeito da conscientização e prevenção da dengue em Joinville, por meio da publicação do jogo “Francisca: Sem Tempo para a Dengue”, de maneira gratuita nas plataformas digitais, estando disponível tanto para o navegador quanto na versão móvel.

Resultados e discussões

O jogo “Francisca: Sem tempo para a Dengue” foi publicado de forma gratuita na plataforma *online* “Itch.io”, e também em versão *mobile* no sistema operacional *Android* na “Play Store”. Até abril de 2024, já foram mais de 1600 acessos na plataforma *online* e mais de 100 *downloads* do jogo em sua versão *mobile*. A publicação do jogo também contou com um vídeo promocional que serve como um tutorial e comenta sobre o enredo. Durante o desenvolvimento do projeto, algumas atividades de extensão foram realizadas, como por exemplo, uma oficina de criação de jogos digitais utilizando-se do “MIT App Inventor”, uma ferramenta *online* e gratuita para a criação de aplicativos. A oficina, que ocorreu nos espaços do Instituto Federal, foi destinada a professores da educação básica

do município e teve como objetivo a orientação de meios para incentivar a criação de jogos sérios na educação como ferramenta de aprendizagem.

Figura 1 – Oficina de desenvolvimento de jogos



Fonte: Foto tirada pelo coordenador de projeto.

Com o intuito de exibir o trabalho realizado para a comunidade, foram realizadas duas mostras: a primeira foi feita dentro do Instituto Federal para sua comunidade interna durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), onde os alunos puderam experimentar o jogo e trazer sugestões; a segunda mostra foi realizada visando o público alvo do projeto durante o Dia da Família da Escola Municipal Governador Pedro Ivo Campos, onde diversos alunos do ensino fundamental público e seus familiares puderam jogar e se divertir enquanto tomavam consciência dos cuidados com a dengue.

Figura 2 – Apresentação na SNCT



Fonte: Foto tirada pelo coordenador de projeto.

Figura 3 – Apresentação na escola Pedro Ivo



Fonte: Foto tirada pelo coordenador de projeto.

No início deste ano, o projeto foi indicado para a categoria inovação do prêmio Joinville Faz Bem, que homenageia instituições, projetos e pessoas que fazem a diferença na cidade de Joinville. Após uma campanha de votação aberta à comunidade em geral, o projeto conseguiu a primeira colocação com mais de 70% dos votos.

Figura 4 – Prêmio Joinville Faz Bem



Fonte: Arquivo Pessoal.

Considerações finais

Ao final do projeto, foi possível constatar o domínio e a experiência adquiridos pelos envolvidos a respeito da criação de jogos sérios, seus objetivos e tecnologias. Devido ao resultado final, obtido através da pesquisa, do ensino e extensão, se tratar de um jogo digital, a continuidade do mesmo através de atualizações é uma ideia a ser discutida e encorajada. São vários os benefícios desfrutados pelos envolvidos ao se ter trabalhado com a criação de jogos sérios, como por exemplo: o manuseio de *softwares* livres como meio para a criação de jogos, a habilidade de gestão de projetos ao organizar um cronograma para acompanhamento das atividades, uma perspectiva social e humana a respeito da importância da implementação de jogos sérios na educação visando beneficiar diversos alunos. A equipe de projeto gratifica-se pela capacidade de, ao decorrer do projeto, ter conciliado atividades que visavam a indissociabilidade do ensino, por meio do repasse de conhecimentos a respeito de *softwares* livres e tecnologias inclusivas na criação de jogos sérios, da pesquisa através da busca de novos conceitos atualizados para a entrega de um trabalho de qualidade, e extensão atingida graças ao interesse despertado devido a mostras e ações diretas com a comunidade.

Referência ao fomento recebido

O projeto em questão foi fomentado pelo edital interno do campus de Joinville: Edital 05/2023 - Fomento às atividades de ensino, pesquisa e extensão do Câmpus Joinville.

Referências

Prefeitura de Joinville, “Joinville confirma mais três óbitos por dengue”. Disponível em: <<https://www.joinville.sc.gov.br/noticias/joinville-confirma-mais-tres-obitos-por-dengue/>>. Acesso em: 18 de Abril de 2024.

Ministério da Saúde. Dengue. Disponível em: <<https://bvsmis.saude.gov.br/dengue-16/>>. Acesso em: 18 de Abril de 2024.

ALVAREZ, J. e DJAOUTI, D., “An introduction to Serious Game Definitions and Concepts”, Anais do Serious Games & Simulation for Risks Management Workshop, pp. 11–15, 2011.

Estudo piloto de ferramenta digital para visualização e avaliação de cenários virtuais para edificações

Divisão Temática

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

Autores: H. N. SILVA¹ ; A. M. CHIBIAQUI¹; D. C. SILVA¹; F. R. SILVA¹; G. L. S. MILANEZE¹; L. S. RANAKOVSKI²; V. M. SOUZA³ .

Edital 05/2023/COPPI/CRI

Resumo:

O projeto estruturou uma ferramenta digital de visualização e de avaliação de cenários virtuais, por meio de realidade aumentada (RA), aplicada a edificações existentes, e realizou um estudo piloto numa edificação do IFSC Câmpus Criciúma/SC. O método de pesquisa é o estudo de caso, aplicado para um projeto piloto no Câmpus, e, baseou-se em revisão teórica do software Unity para elaborar a RA, seguido de pesquisa de campo com a comunidade acadêmica para avaliação dos cenários virtuais, por meio de votação online. Esta atividade possibilitou a articulação dos saberes técnicos trabalhados na graduação em Engenharia Civil do IFSC Câmpus Criciúma entre discente bolsista e docentes do curso, fortalecendo o grupo de pesquisa local “Núcleo de Estudos e Projetos na Construção Civil” e desenvolveu um protótipo para articular decisões baseadas em cenários virtuais através do uso de ferramenta de RA.

Palavras-chave: realidade aumentada; cenário virtual; engenharia civil.

Introdução

Este estudo faz parte da primeira etapa do projeto de pesquisa “Cenários virtuais de usos futuros para áreas residuais na malha urbana de Criciúma/SC”, desenvolvido pelo grupo de pesquisa “Núcleo de Estudos e Projetos na Construção Civil” do IFSC Câmpus Criciúma. Nesta etapa, desenvolveu-se a configuração de uma ferramenta digital para visualização de cenários virtuais em realidade aumentada (RA) que permite a coleta de dados da avaliação desses cenários pelo usuário a partir de opções pré-estabelecidas. Para isso, realizou-se um estudo piloto a partir de uma demanda hipotética do IFSC Câmpus Criciúma, no qual pôde-se avaliar todo o processo de utilização da ferramenta, bem como identificar os ajustes necessários no protótipo. O projeto de ampliação de salas de aula do 3º pavimento do bloco D foi o tema deste estudo de caso. A construção existente desse bloco possui um mural artístico numa das paredes, e

¹ Servidor(es) docente(s) Grad. Engenharia Civil do IFSC Câmpus Criciúma, helioisa.nunes@ifsc.edu.br .

² Servidor TAE - Laboratorista do IFSC Câmpus Criciúma, lucas.ranakovski@ifsc.edu.br .

³ Estudante de Grad. Engenharia Civil do IFSC Câmpus Criciúma, bolsista, vitor.ms07@aluno.ifsc.edu.br .

provavelmente, sofrerá danos com as obras de ampliação. Em substituição a esse, definiu-se gerar 3(três) opções hipotéticas de murais artísticos para consulta, simuladas em realidade aumentada (RA) a partir de um modelo virtual do projeto arquitetônico, em extensão .RVT desenvolvido no software Autodesk Revit. Os cenários virtuais foram desenvolvidos no software UNITY, o qual disponibiliza um aplicativo gratuito para a visualização em dispositivos com o sistema operacional Android.

O objetivo geral da pesquisa foi desenvolver uma ferramenta digital para visualização e avaliação de cenários virtuais em realidade aumentada (RA). Os objetivos específicos foram: 1)Estudar o software UNITY para aplicação da realidade aumentada; 2)Definir 1(um) local no Câmpus Criciúma para simulação de um cenário virtual piloto; 3)Configurar o software para visualização em realidade aumentada e a interface de funcionalidades para avaliação do usuário em dispositivos celular/tablet; 4)Realizar estudo piloto no Câmpus; e 5)Organizar e analisar os dados observados.

As contribuições da pesquisa focam na utilização de recursos tecnológicos voltados ao aprendizado acadêmico ao propor uma ferramenta de simulação e interação digital gratuita baseada em realidade aumentada.

Fundamentação teórica

Cenário virtual é compreendido como um ambiente construído digitalmente(virtual), por meio de softwares de edição de imagem, geralmente no formato 3D, com elementos, objetivos, cores, sombras, reflexos e imagens projetadas para simular um cenário físico real. Ele proporciona uma visualização antecipada de uma proposta de espaço e permite identificar a percepção do público sobre determinados aspectos. Barros (2014) aponta que os cenários virtuais podem ser apresentados em interfaces disponíveis na internet, como sites, aplicativos, redes sociais, games; sendo espaços de interação informal.

A realidade aumentada (RA) é um meio de criação de cenários virtuais, em que ela usa técnicas computacionais que geram, posicionam e mostram objetos virtuais integrados ao cenário real, e envolve quatro aspectos importantes: renderização de alta qualidade do mundo combinado; calibração precisa, envolvendo o alinhamento dos objetos virtuais em posição e orientação dentro do mundo real; interação em tempo real entre objetos reais e virtuais (TORI, KIRNER & SISCOOTTO, 2006). A realidade aumentada mantém o usuário no seu ambiente físico e transporta o ambiente virtual para o espaço do usuário, permitindo a interação com o mundo virtual, de maneira mais natural e sem necessidade de treinamento ou adaptação. Assim, permite

ao usuário retratar e interagir com situações imaginárias, como os cenários virtuais, envolvendo objetos reais e virtuais estáticos e em movimento.

Há softwares para a criação de cenários virtuais articulados com a RA, a exemplo da Unity. Segundo Da Silva, Lopes e De Carvalho (2016), esses softwares são uma plataforma de desenvolvimento de jogos (como no caso da Unity Technologies) denominadas Game Engine (motor de jogos) que permitem estruturar cenários virtuais dinâmicos associados a ações de multifinalidade (jogos, mídias de interação, simulações espaciais). Possuem recursos gratuitos para download, como o aplicativo para visualização em dispositivos móveis (celulares/tablets) e utilizam uma interface interativa simples, fornecendo tutoriais de aprendizagem do software.

Procedimentos metodológicos

Estrutura-se em duas etapas: CONCEITUAL, para aprofundamento e revisão teórica, e PRÁTICA, para organização e aplicação de estudo de caso, conforme ilustra a figura 1.

O estudo de caso consiste numa ação de pesquisa detalhada acerca de determinado fenômeno, articulando o conhecimento preciso de suas características à possibilidade de identificar fatores que influenciam ou são por ele influenciados (GIL, 2010).

Figura 1 – Estrutura de pesquisa.



Fonte: Autores (2024).

Adotou-se o formulário online do software gratuito “Survio” (www.survio.com/br/) para coleta de dados por ter ajuste automático de tamanho de letras e imagens ao formato das telas de diversos modelos de celulares. Foram elaboradas três questões avaliativas focando em: uso de imagens para seleção da sua favorita (1º questão); caixa de texto para descrição de motivos que justificassem a escolha da imagem (2º questão); e ordenação das imagens para definir a sua escala de hierarquia (3º questão). Os requisitos de participação foram: i)possuir celular/tablet com

sistema operacional *Android*, ii) ter acesso a internet, e iii) registrar o voto no formulário online. A amostra foi composta de 41 discentes do ensino médio do Câmpus, e idades de 15 a 17 anos.

Resultados e discussões

O processo de organização do cenário virtual em RA envolveu uma sequência de softwares para chegar ao resultado esperado na ferramenta de visualização. Primeiro, a modelagem da maquete virtual 3D do cenário (edificação) foi realizada no software Autodesk *REVIT*, já com todos os materiais, cores e elementos desejados para a projeção, exportado em formato .fbx. Modelos do software Autodesk *REVIT* podem conter elementos desnecessários para a simulação virtual, como muitos polígonos detalhados, influenciando no tamanho do arquivo e exigindo maior capacidade de processamento de dados e imagens dos dispositivos eletrônicos. Considerando que o aplicativo é para uso em celular/tablet, foi preciso levar em consideração a capacidade de processamento dos aparelhos e o modelo foi simplificado para garantir uma boa funcionalidade e fluidez do aplicativo. Para isso, foi necessário utilizar o software Autodesk *3ds Max* para realizar a otimização do modelo e reduzindo a quantidade de polígonos, viabilizando um arquivo mais leve e adequado. O modelo simplificado foi importado para o software *UNITY* e adicionado a uma cena junto com o *target* (alvo marcador para criação da RA no *UNITY*) e as imagens dos murais. Para a inserção do *target* utilizou-se o programa *Vuforia*, em que a partir de uma imagem fornecida pelo usuário, o programa faz a marcação de pontos de reconhecimento específicos dessa imagem. Este *target* (alvo) serve para identificar o local onde a projeção em RA será feita no mundo real, usando a imagem como um ponto de referência.

Figura 2 – Demonstração da interface do aplicativo de visualização dos cenários em RA.



Fonte: Autores (2024).

Por fim, no software *UNITY* foi feita a importação da biblioteca gerada pelo *Vuforia*, selecionada e inserida aquela imagem com os pontos de marcação para serem os referenciais da RA. Depois, foi posicionada a maquete virtual 3d da edificação do bloco D usando a imagem target como base. Para a criação dos cenários simulando as 3 opções de murais, foi aplicada uma textura (imagem em formato PNG transformada em *sprite*) numa das paredes do modelo. A funcionalidade RA foi aplicada usando a biblioteca *Vuforia Engine AR*, adicionando a *ARCamera* (câmera de realidade aumentada) na cena. Mais duas cenas foram criadas para mais duas opções de murais, e a transição entre cenas é feita por botões na tela com programação feita em *C#* pela própria *UNITY*. Também foram adicionadas 3 abas de visualização de carácter orientativo, a saber: 1) apresentação do aplicativo; 2) instruções de operação; 3) orientação para link de votação e agradecimento, conforme ilustra a figura 2.

Durante a realização do estudo junto aos estudantes, observaram-se alguns problemas durante o processo de utilização da ferramenta devido à: i) capacidade de processamento limitada dos celulares, com registros de lentidão ou travamento do aplicativo, impedindo a visualização do modelo em RA; ii) instabilidade da conexão de internet utilizada pelos celulares dificultando o download do aplicativo e a manutenção da visualização em tempo real do modelo em RA na tela. Constatou-se que 13 participantes não concluíram a atividade e 28 participantes tiveram êxito nas quatro etapas (download do aplicativo/ instalação no dispositivo/ visualização/ votação), resultando em 68,3% da amostra com dados validados para a análise. Os resultados indicaram a avaliação dos cenários tendo o mural “mãe natureza” como o preferido (39,3%), e o mural “pássaro vermelho” sendo o que menos (25%) agradou a amostra.

Considerações finais

Conclui-se que a ferramenta de visualização elaborada é viável, porém demanda ajustes técnicos para diminuir o tamanho do arquivo do aplicativo para download a fim de otimizar o acesso e a visualização em tempo real para celulares de menor capacidade de processamento.

Referência ao fomento recebido : Esta pesquisa foi contemplada pelo edital 05/2023/COPPI/CRI .

Referências

- BARROS, Daniela; ROMERO, Cristina.; MOREIRA, J. **Cenários Virtuais de Aprendizagem, colaboração e intercâmbio: a coaprendizagem como estratégia didático pedagógica.** Revista Tempos E Espaços Em Educação, São Cristóvão, p. 77-88, 2014.
- DA SILVA, Felipe Rodrigues; LOPES, Vinícius Luiz; DE CARVALHO, Marcos Alberto. Desenvolvimento de jogos na plataforma unity. **RE3C-Revista Eletrônica Científica de Ciência da Computação**, v. 11, n. 1, 2016.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos e pesquisa.** 5ª. ed. São Paulo: Atlas; 2010.
- TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada.** Porto Alegre: Editora SBC, 2006.

COMPARAÇÃO DO EFEITO DE DOIS ADITIVOS ESTABILIZADORES DE HIDRATAÇÃO NO ESTADO FRESCO DA ARGAMASSA ESTABILIZADA

Divisão Temática

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

**Autores: G. CAON FOGAGNOLI¹; Y. ALFLEN BELLO DA SILVA²; A. MURILLO
BETIOLI³; L. MALTEZ CALÇADA⁴; J. MACHADO CASALI⁵.**

Edital nº 02/2023/PROPPi - Universal

Resumo:

A argamassa estabilizada tem como característica principal a manutenção da trabalhabilidade por até 72 horas por conta do uso de aditivos estabilizadores de hidratação. Diante disso, este trabalho teve como objetivo comparar a influência do tipo e do teor de aditivo estabilizador de hidratação nas propriedades do estado fresco da argamassa estabilizada ao longo do seu tempo de armazenamento. Foram avaliados dois aditivos estabilizadores de hidratação em dois teores. As propriedades estudadas, com 0 hora e 72 horas de armazenamento, foram: densidade de massa, teor de ar incorporado e índice de consistência. Os resultados identificaram diferenças nas propriedades das argamassas estabilizadas de acordo com o fabricante e teor de aditivo. Observou-se uma diminuição do índice de consistência e do teor de ar incorporado e um aumento da densidade de massa ao longo do tempo de armazenamento.

Palavras-chave: Aditivo estabilizador de hidratação; propriedades; cimento Portland; argamassa estabilizada; argamassa de revestimento.

Introdução

As argamassas estabilizadas, que se mantêm trabalháveis por períodos de até 72 horas - muito superiores em relação às argamassas tradicionais que duram de 2 a 2,5 horas - vêm sendo utilizadas no assentamento e revestimento de paredes e tetos com o intuito de aumentar a produtividade e racionalizar a mão de obra citados por Marcondes (2009). Para tal, são empregados aditivos estabilizadores de hidratação (AEH), cujas dosagens devem ser estudadas considerando seu tipo e teor.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de dois aditivos estabilizadores de hidratação em duas dosagens diferentes nas propriedades no estado

¹ Estudante do curso de Engenharia Civil do IFSC, gabriele.c@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso de Engenharia Civil do IFSC, yasmin.ab@aluno.ifsc.edu.br.

³ Professora do Departamento Acadêmico de Construção Civil do IFSC, andrea.betioli@ifsc.edu.br.

⁴ Professora do Departamento Acadêmico de Construção Civil do IFSC, lucianamaltez@ifsc.edu.br.

⁵ Professora do Departamento Acadêmico de Construção Civil do IFSC, juliana.casali@ifsc.edu.br.

fresco da argamassa estabilizada. Cabe ressaltar que essas propriedades foram avaliadas em dois tempos de utilização.

Os resultados obtidos nessa pesquisa contribuem com a sociedade, haja vista a demanda das construtoras por informações a respeito desse produto e também das empresas produtoras para compreender as propriedades dessa argamassa. Assim, este trabalho demonstra a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, à medida que apresenta respostas a questionamentos do meio técnico da área por meio do aprendizado do comportamento da argamassa estabilizada em função das variações de seus materiais constituintes.

Fundamentação teórica

Para que a argamassa estabilizada tenha um aumento do tempo de utilização, sendo esta a sua principal característica, é necessário utilizar o AEH. Para obtenção de uma boa trabalhabilidade são necessários, também, aditivos incorporadores de ar (AIA), que proporcionam maior coesão às misturas, diminuindo a tendência à exsudação.

Com relação aos AEH, Cheung et. al. (2011) indicam que atuam alterando a cinética das reações de hidratação por meio do aumento do período de indução e alteração da taxa de hidratação dos compostos. Segundo Mehta e Monteiro (2008), esses aditivos interferem diretamente nas reações químicas de hidratação do cimento Portland aos quais estão ligados os fenômenos de pega e endurecimento. Este mecanismo explica o aumento do tempo de pega da argamassa estabilizada de até 72 horas, enquanto as argamassas sem o uso desse aditivo seriam de aproximadamente 2,5 horas.

Existem, no mercado, vários aditivos estabilizadores de hidratação, conforme avaliado por Guindani (2018), cujo efeito é influenciado pela dosagem desse aditivo e da compatibilidade deste aditivo com a composição do cimento Portland.

Procedimentos metodológicos

Para este estudo foi selecionado um cimento Portland composto com pozolana - CP II – Z - 40, conforme classificação da NBR 16697 (ABNT, 2018) e agregado miúdo silicoso, cujas características são apresentadas na Tabela 2. Foram utilizados aditivos

líquidos, de dois fabricantes, G e M, cujas características são apresentadas na Tabela 3. Vale ressaltar que não foi realizada combinação de AEH e AIA de fabricantes distintos.

Tabela 2 - Características do agregado miúdo utilizado.

Distribuição Granulométrica (NBR 17054, ABNT 2022)		Módulo de Finura (NBR 17054, ABNT 2022)	1,01
Abertura de peneira (mm)	% Retida Acumulada		
0,6	0,00	Massa específica (g/cm³) [NBR NM 52, ABNT 2009]	2,65
0,3	4,58		
0,15	95,92	Material pulverulento (%) [NBR 16973, ABNT 2021]	0,33
Fundo	100		

Fonte: Os autores.

Tabela 3 - Características dos aditivos utilizados.

Aditivo	G - AEH	G - AIA	M - AEH	M - AIA
Teor de sólidos (%)	39,98	10,80	45,61	5,80
Massa específica (g/cm³)	1,10	1,25	1,19	1,00
pH (23°C)	8,00	9,50	5,23	10,16
Cor	Amarelado	Branco leitoso	Marrom escuro	Marrom
Dosagem (% da massa de cimento)	0,1 a 1,0%	0,05 a 0,2%	0,2 a 1,5%	0,1 a 0,5%

Fonte: fabricantes dos aditivos químicos.

As argamassas foram produzidas em uma argamassadeira planetária de 5 litros, com o mesmo procedimento de mistura que Casali et. al. (2018). O traço empregado foi de 1:6 (cimento: areia) em massa e relação água/materiais secos de 14,3%. Os teores de AIA foram de 0,26% e 0,15% respectivamente para fabricante G e M e os teores de AEH foram de 0,5% e 1,0% para o fabricante G e de 0,6% e 1,2% para o fabricante M.

As propriedades do estado fresco: índice de consistência (NBR 13276, ABNT, 2016), densidade de massa e teor de ar incorporado (NBR 13278, ABNT, 2005), foram avaliadas logo após a produção e após 48 horas. As argamassas avaliadas em 48h foram armazenadas em recipientes herméticos até a avaliação, antes da qual procedeu-se sua homogeneização em argamassadeira por 120 segundos na velocidade 1.

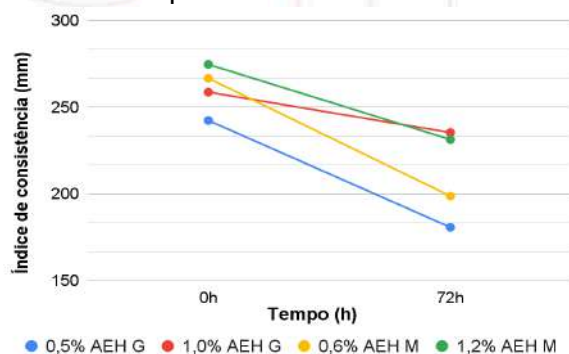
Resultados e discussões

Os resultados obtidos de índice de consistência das argamassas são apresentados na Figura 1. Observa-se que os índices de consistência foram muito próximos para as argamassas com zero hora e em todos os teores e nos dois aditivos houve redução do

índice de consistência de zero para 48 horas de armazenamento, sendo este efeito mais expressivo para os teores mais baixos de AEH. As reduções foram de 25,45% e 25,50% para os teores mais baixos de AEH G e AEH M, respectivamente, enquanto para os teores mais altos as reduções foram menores, nos valores de 9,02% e 15,78%, respectivamente para AEH G e AEH M. Portanto, as taxas de perda de consistência com o armazenamento diferem para diferentes teores de AEH.

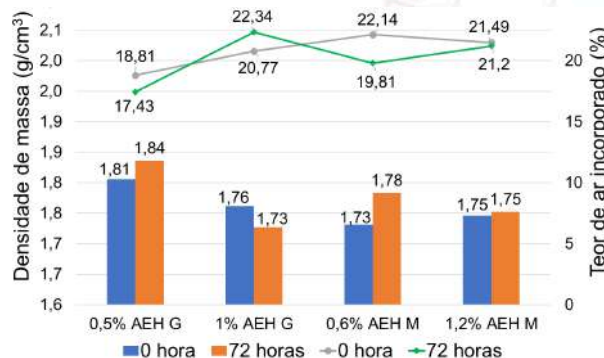
Os resultados de densidade de massa e teor de ar incorporado obtidos são apresentados na Figura 2. Como esperado, estas propriedades são inversamente proporcionais. Para as argamassas com o AIA G, apesar de ter sido utilizado teor maior do AIA M e deste aditivo apresentar um teor maior de sólidos (Tabela 3), as argamassas com este aditivo obtiveram teores de ar menores. Percebe-se, com exceção da argamassa com teor mais alto do AEH G, que o teor de ar incorporado diminui com o tempo de armazenamento, sendo a diferença mais significativa para os teores mais baixos de AEH.

Figura 1 – Índice de consistência *versus* tempo de armazenamento



Fonte: Os autores.

Figura 2 – Teor de ar *versus* tempo de armazenamento



Fonte: Os autores.

Considerações finais

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que há diferenças significativas na consistência e teor de ar incorporado no desempenho dos aditivos estabilizadores de hidratação para as argamassas analisadas, principalmente ao longo do tempo de armazenamento e com a variação de seus teores. Esse estudo demonstra a importância

de se conhecer o efeito dos aditivos utilizados de forma a proporcionar uma escolha e dosagem mais econômica, sustentável e eficiente nas obras de engenharia civil.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho recebeu fomento por meio do Edital 02/2023/PROPI - Edital Universal de Pesquisa do IFSC e do CNPq.

Referências

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

____ NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005

____ NBR 17054: Agregados - Determinação da composição granulométrica - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2022

____ NBR 16697: Cimento Portland - Requisitos. Rio de Janeiro, 2018

____ NBR 16973: Agregados: Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2021

____ NBR NM 52 Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente, Rio de Janeiro, 2009

CASALI, J. M. et al.. Influence of cement type and water content on the fresh state properties of ready mix mortar. Ambiente Construído, v. 18, n. 2, p. 33–52, abr. 2018.

CHEUNG, J. et al. Impact of admixtures on the hydration kinetics of Portland cement. Cement and concrete research. n 41, 2011.

GUINDANI, E. N. Argamassa estabilizada para revestimento: avaliação da influência da adição de finos nas propriedades do estado fresco endurecido. Florianópolis, 2018. 146 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – CTC, UFSC, Florianópolis, 2018.

MARCONDES, C. G. Características e benefícios da argamassa estabilizada. Massa Cinzenta. Publicado em 9 de junho de 2009. Disponível em: <<https://l1nq.com/NbUf1>>. Acesso em 14 de fevereiro de 2010.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais. IBRACON, 2 Ed, 2008.

INTEGRAÇÃO ENTRE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA PRÓPRIA, ARMAZENAMENTO E CONSUMO DE ENERGIA EM UM PROTÓTIPO DE VEÍCULO ELÉTRICO

Divisão Temática

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

Autores: G. ANDREATTA¹; J. R. DREHER²; R. L. BERGAMO³

Edital 08/2023/Edital de Campus

Resumo: com o objetivo de reduzir a emissão de gases do efeito estufa, o uso de veículos elétricos vêm crescendo a cada ano, assim como as pesquisas para aumentar a sua autonomia. Uma das iniciativas é o uso de módulos fotovoltaicos leves e flexíveis acoplados ao veículo para realizar o carregamento da bateria. Esse projeto propõe aumentar a autonomia, reduzir a recarga das baterias através do uso da rede elétrica e aumentar a vida útil das baterias de um protótipo de veículo elétrico, através da sua atualização tecnológica e da integração entre a geração de energia fotovoltaica do próprio veículo, o armazenamento e o consumo da energia pelo motor elétrico.

Palavras-chave: veículo elétrico; energia solar; bateria de lítio; algoritmo MPPT.

Introdução

Diversos países têm demonstrado uma preocupação significativa em reduzir as emissões de gases do efeito estufa, sendo os combustíveis fósseis responsáveis por 16% das emissões globais de CO₂, especialmente no setor de transporte rodoviário. Uma estratégia viável para alcançar as metas de zero emissões até 2050 consiste na transição da frota de veículos movidos a combustíveis tradicionais para veículos elétricos (IEA, 2022).

Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA), a introdução efetiva de veículos elétricos no mercado requer que os países incentivem práticas sustentáveis de mineração, promovam a reciclagem e melhorem o dimensionamento das baterias. Além disso, é crucial adotar carros de menor porte e, sobretudo, fomentar a construção de infraestruturas de recarga, tanto públicas quanto domésticas. A integração da geração distribuída de energia, especialmente por meio de sistemas fotovoltaicos, pode desempenhar um papel fundamental na redução dos custos da eletricidade, tornando-a mais acessível e favorecendo a transição para veículos elétricos (IEA, 2022).

¹ Discente, Eng. de Controle e Automação, Campus Chapecó, gabriel.a12@aluno.ifsc.edu.br.

² Docente, Departamento de Ensino, Campus Chapecó, jacson@ifsc.edu.br.

³ Docente, Departamento de Ensino, Campus Chapecó, renatobergamo@ifsc.edu.br.

Esse trabalho abrange uma pesquisa bibliográfica sobre módulos fotovoltaicos, baterias de lítio, circuitos conversores de energia, métodos de carregamento de baterias. Tem como objetivo projetar e construir um sistema para o controle do carregamento da bateria de um protótipo de veículo elétrico no IFSC Campus Chapecó. A fonte de energia é um módulo fotovoltaico flexível instalado no teto do próprio veículo, reduzindo o consumo de energia da rede elétrica convencional, e aumentando sua autonomia.

Fundamentação teórica

A energia gerada por um módulo fotovoltaico depende diretamente da irradiância solar, e para uma determinada irradiância, a potência fornecida também depende da tensão, como mostra a figura 1(a). Algoritmos de rastreamento de ponto de máxima potência (MPPT - do inglês *Maximum Power Point Tracking*), tem a função de obter sempre a máxima potência de um módulo fotovoltaico (VILLALVA et al., 2009). Dentre as técnicas, destaca-se a Perturba e Observa (P&O) que, em suma, rastreia as variações de potência e tensão no módulo para buscar o ponto onde a potência é máxima.

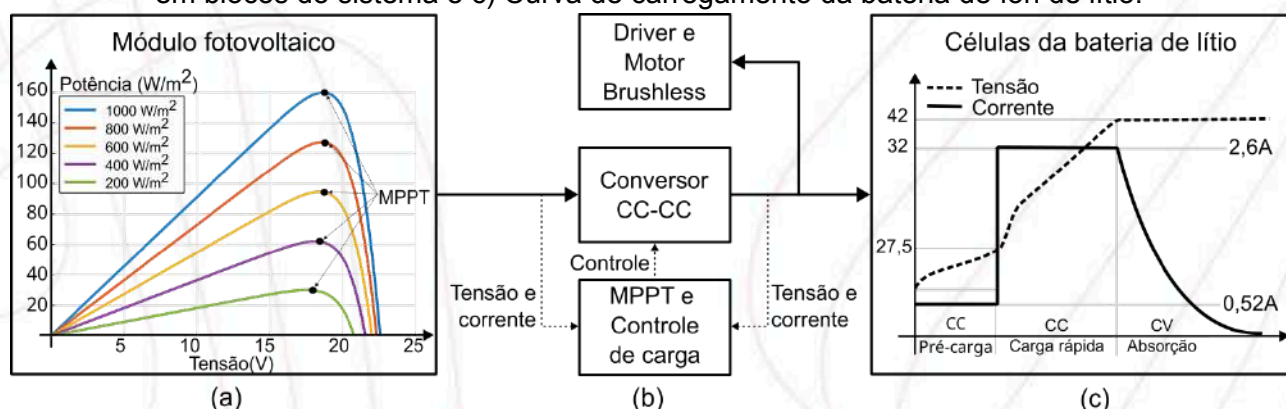
Para a realização do carregamento de baterias, os métodos mais comuns descritos na bibliografia são: o método de corrente constante (CC), tensão constante (CV) e o método CC-CV que é a união dos dois. A Figura 1(c) mostra uma variação do método CC-CV ao incluir um estágio de pré carga, que limita a corrente em 20% da nominal de carga da bateria até a mesma atingir a tensão de corte (SOPHIA et al., 2022). Posteriormente, inicia-se o estágio de carga rápida, baseado no modo de corrente constante com a corrente nominal de carga. Por fim o estágio de absorção, baseado no método de tensão constante, o qual tem por objetivo manter a tensão da bateria no seu valor nominal (BISWAS et al., 2016).

Procedimentos metodológicos

A Figura 1(b) mostra o diagrama de blocos do sistema de gerenciamento de energia do veículo. O fluxo de energia para a bateria é bidirecional. Se o consumo de energia do motor excede a geração pelo módulo solar, a bateria fornece energia para o motor. Quando o consumo de energia do motor é menor que a geração, a bateria recebe energia e é carregada.

Sensores de corrente e tensão na saída do módulo e na entrada da bateria possibilitam o ajuste de parâmetros no algoritmo de controle de carga MPPT, de modo que se obtenha a máxima potência do módulo solar para o estágio de carga rápida, desde que respeite os limites de corrente de carga assim como de tensão de flutuação.

Figura 1 – a) Potência do módulo em função da tensão para diferentes irradiâncias, b) Diagrama em blocos do sistema e c) Curva de carregamento da bateria de íon de lítio.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Para o projeto e implementação do conversor de energia realizou o levantamento das características elétricas do módulo fotovoltaico modelo CNSDPV 160W, cujas curvas de saída (figura 1(a)) foram obtidas através de simulação a partir dos dados fornecidos pelo fabricante conforme Tabela 1. Também realizou-se o levantamento das especificações da bateria do veículo. Trata-se de uma bateria de íons de lítio Samsung ICR18650 de 2550 mAh, com associação em paralelo de dois conjuntos de 10 células em série. Para a validação dos parâmetros elétricos do módulo fotovoltaico, comparou-se o MPPT obtido através de simulação no *software* Altair® PSIM™ na versão acadêmica, com resultados experimentais em diferentes pontos de irradiância solar. Concluiu-se que os dados experimentais e simulados seguem a mesma linha de tendência.

Tabela 1 - Dados da bateria Samsung 36V 10S2P e módulo fotovoltaico

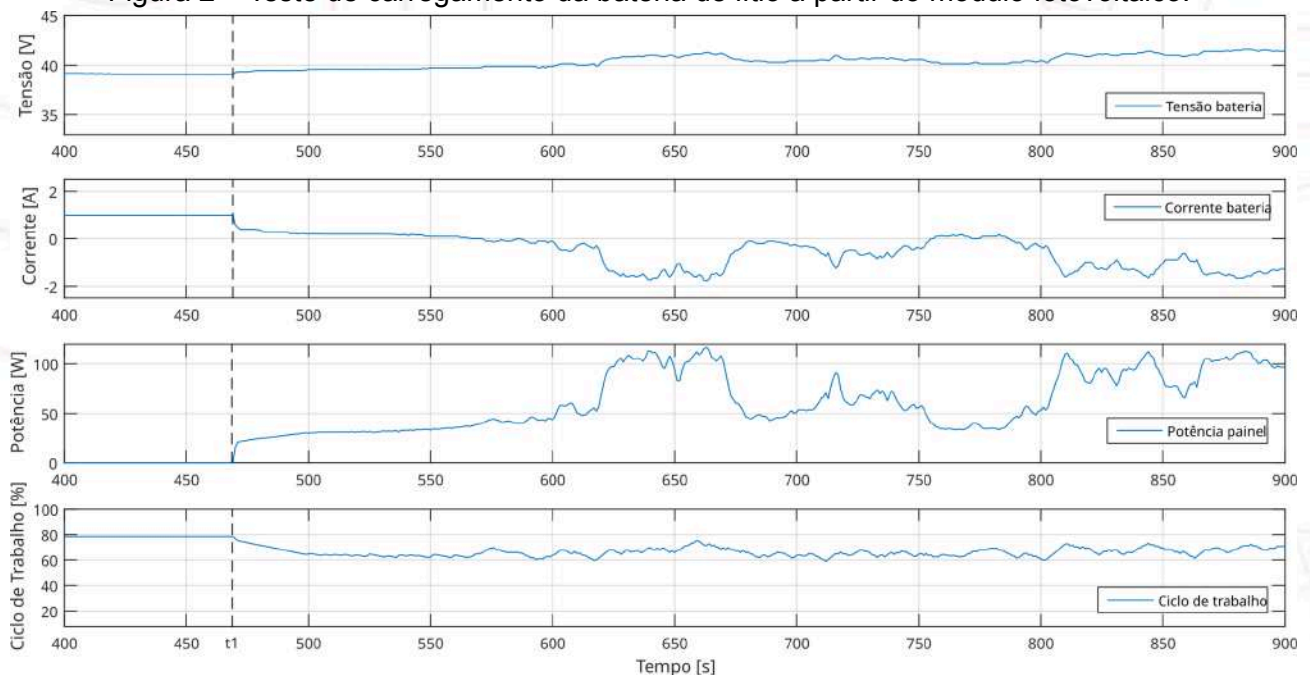
Características da bateria		Características do módulo fotovoltaico	
Tensão nominal	36,3 V	Número de células	36
Carga	0,5C - 2,6 A 42 V - 40 mA	Máxima potência fornecida	160 W
Descarga	0,2C - 27,5 V - 1,4 A	Corrente na máxima potência	8,56 A
Tempo de carga	180 min	Tensão na máxima potência	18,7 V
Descarga máxima contínua	10,4 A	Corrente de curto-circuito	9,16 A
Tensão de corte	27,5V	Tensão de circuito aberto	22,06 V

Fonte: elaborada pelos autores com as especificações da célula ICR18650 e do módulo fotovoltaico CNSDPV 160W.

Resultados e discussões

A figura 2 mostra os resultados de um teste de carregamento de 900 segundos. Ela mostra a tensão e corrente na bateria, a potência gerada pelo módulo fotovoltaico e o sinal de controle do conversor CC-CC. Inicialmente aplicou-se uma descarga de 1 A do instante zero até t_1 , simulando o consumo do motor. No instante “ t_1 ” foi ativado o controle de o carga a partir do módulo fotovoltaico, mantendo o consumo de 1A. Observa-se que a corrente na bateria começa a reduzir, e aos 570 segundos passa a ser negativa, indicando que a potência fornecida pelo módulo fotovoltaico é suficiente para manter o consumo de 1A e também efetivamente carregar a bateria. Pode-se constatar o carregamento da bateria ao observar a tensão que está abaixo de 40V no instante t_1 e próxima a 42V aos 900 segundos. Em relação à potência fornecida pelo módulo, observa-se que em determinados momentos está superior a 100W e outros momentos abaixo de 50 W. Essa variação se dá em função da irradiância solar. É possível verificar que o algoritmo busca extrair a máxima potência em diversas faixas de irradiância solar alterando o ciclo de trabalho, que é o sinal de controle do conversor CC-CC.

Figura 2 – Teste de carregamento da bateria de lítio a partir do módulo fotovoltaico.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerações finais

Os resultados apresentados estão de acordo com os objetivos propostos no projeto de pesquisa. O conversor CC-CC projetado e construído possibilita o carregamento da bateria ao extrair a máxima potência do módulo fotovoltaico flexível instalado no próprio veículo, contribuindo para o aumento da autonomia do protótipo do carro elétrico do IFSC Câmpus Chapecó. O projeto foi desafiador do ponto de aprendizado na área de eletrônica de potência, com o projeto e desenvolvimento do conversor CC-CC e na implementação dos algoritmos de controle em microcontrolador.

Referência ao fomento recebido

O desenvolvimento deste projeto foi possível com o fomento do Edital 08/2023/COOPPI do IFSC Câmpus Chapecó.

Referências

IEA. **Global Electric Vehicle Outlook 2022**. 2022.

VILLALVA, M.G.; GAZOLI, J.R.; FILHO, E.R. Comprehensive Approach to Modeling and Simulation of Photovoltaic Arrays. **IEEE Transactions on Power Electronics**, v. 24, n. 5, p. 1198–1208, 2009.

S, Jeny Sophia; R, Kavitha; P, Sivakumar; *et al.* A Review on Charge Control Techniques for Batteries in Electric Vehicles. *In*: **2022 Second International Conference on Advances in Electrical, Computing, Communication and Sustainable Technologies (ICAECT)**. [s.l.: s.n.], 2022, p. 1–6.

BISWAS, Suvankar; HUANG, Lilly; VAIDYA, Vaibhav; *et al.* Universal Current-Mode Control Schemes to Charge Li-Ion Batteries Under DC/PV Source. **IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers**, v. 63, n. 9, p. 1531–1542, 2016.

FRENAGEM REGENERATIVA DE VEÍCULO ELÉTRICO COM MOTOR BRUSHLESS

Divisão Temática

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

Autores: G. ANDREATTA¹; J. R. DREHER²; V. B. PECCIN³

Resumo: visando a redução das emissões de poluentes por veículos movidos à combustão interna, avança o desenvolvimento de veículos elétricos. Um dos desafios desse tipo de veículo é a sua autonomia. Uma abordagem para melhorá-la é a implementação da frenagem regenerativa, que tem por objetivo recarregar a bateria do veículo enquanto reduz sua velocidade. Esse trabalho apresenta o desenvolvimento de um circuito de acionamento de um motor *brushless* com fluxo de energia bidirecional que possibilita a frenagem regenerativa. Também apresenta o projeto de um controlador PI para controle de torque durante a frenagem.

Palavras-chave: frenagem regenerativa; motor *brushless*; *driver* bidirecional.

Introdução

Ao longo dos últimos anos diversos países têm buscado a redução das emissões de gases do efeito estufa, que têm como sua principal fonte, a queima de combustíveis fósseis. O transporte rodoviário é responsável por cerca de 16% das emissões globais de CO₂. Uma estratégia para atingir as metas de zero emissões até 2050 é substituir a frota de veículos à combustão por veículos elétricos (IEA, 2022).

Com intuito de aumentar o uso de veículos elétricos, diversos estudos estão sendo realizados para melhorar a sua autonomia, já que um dos maiores problemas é o limite de espaço e o peso das baterias. Uma abordagem que visa a melhoria da eficiência dos veículos elétricos é o uso de técnicas de frenagem regenerativa.

Grande parte dos veículos elétricos de pequeno porte utiliza motores de corrente contínua sem escovas (BLDC - do inglês *Brushless DC motor*) devido a sua alta eficiência, alto torque e baixa manutenção, sendo ainda possível utilizá-lo como um gerador de energia elétrica a partir da energia mecânica ajudando a frear o veículo, aumentando assim a sua autonomia (BHURSE; Bhole, 2018).

¹ Discente, Eng. de Controle e Automação, Campus Chapecó, gabriel.a12@aluno.ifsc.edu.br.

² Docente, Departamento de Ensino, Campus Chapecó, jacson@ifsc.edu.br.

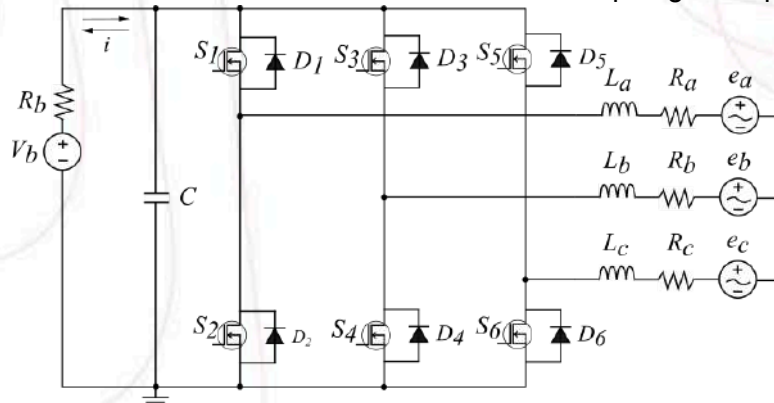
³ Docente, Departamento de Ensino, Campus Chapecó, vinicius.peccin@ifsc.edu.br.

Fundamentação teórica

O motor de corrente contínua sem escovas é constituído por um rotor de ímãs permanentes e estator com as bobinas dos pólos. Seu funcionamento se dá pela atração do campo magnético rotacional induzido nas bobinas, com o ímã permanente do rotor. Um circuito de acionamento utiliza chaves eletrônicas que realizam a comutação das bobinas, e assim aumentam a eficiência e confiabilidade do motor (TAY SIANG FLUI; BASU; SUBBIAH, 2003).

Para realizar essa comutação a topologia de ponte completa mostrada na Figura 1 é amplamente utilizada. Ela consiste de seis chaves (S1 a S6) que realizam a comutação das bobinas, conforme o sinal dos sensores que indicam a posição do rotor. Essa topologia oferece uma baixa ondulação de torque, permite inverter o sentido de giro do motor e permite realizar a frenagem regenerativa. Ela ocorre devido a força eletromagnética contrária ao sentido de giro do motor, induzindo corrente nos enrolamentos do motor (KIM; LEE; KWON, 2006).

Figura 1 – Circuito de acionamento do motor brushless na topologia em ponte completa.



Fonte: Adaptado de Kim; Lee; Kwon, 2006.

Catata et al (2020) relaciona o torque de frenagem (T_f), expresso na equação 1, com a corrente do motor em cada fase (i_{abc}) em relação à tensão gerada em cada fase (e_{abc}), a qual varia de acordo com a velocidade do motor (ω_n). Na equação 1 vemos que o torque de frenagem é diretamente proporcional à corrente nas bobinas do motor. Desse modo, fica evidente que, controlando a corrente de frenagem, obtém-se indiretamente o controle do torque de frenagem (O. H. CATATA et al., 2020).

$$T_f = \frac{i_{abc} e_{abc}}{\omega_n} \quad (1)$$

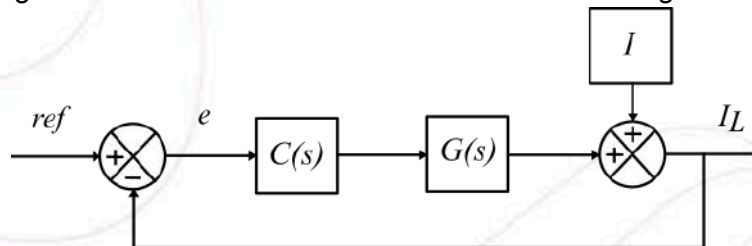
Procedimentos metodológicos

O dimensionamento das chaves eletrônicas da ponte completa foi realizado com base na simulação com o *software* Altair® PSIM™ na versão acadêmica.

Para realizar o controle da frenagem regenerativa foi preciso modelar matematicamente o sistema do freio. A abordagem utilizada foi do método de pequenos sinais, descrita por Erickson (2019). A abordagem consegue simplificar o comportamento de um sistema chaveado, ignorando a ondulação em alta frequência. O modelo de pequenos sinais analisa o valor médio de um período de chaveamento, modelando as variações de baixa frequência, como mudanças no nível DC ou perturbações (ERICKSON; MAKSIMOVIC, 2020).

A partir da modelagem obtém-se a função de transferência mostrada na equação 2, cujos parâmetros estão dispostos na tabela 1. A partir dela foi possível projetar um controlador proporcional-integral (PI) para a frenagem do motor. Os requisitos do controlador são: a resposta não deve apresentar sobre-sinal nem oscilações e o tempo de estabilização deve ser de 0,2 segundos, emulando o comportamento de um freio mecânico. Com os requisitos definidos, o controlador projetado é apresentado na equação 3. O diagrama de blocos do controle em malha fechada é mostrado na figura 2 onde ref é a referência de corrente, $C(s)$ é a função de transferência do controlador projetado, $G(s)$ é função de transferência da planta, I é a corrente no ponto de linearização e por fim como saída a corrente de frenagem no motor I_L .

Figura 2 – Diagrama em blocos do sistema de controle de frenagem do motor.



Fonte: Elaborado pelos autores.

$$G(s) = \frac{CVs + \frac{V}{R_b} - I}{CLs^2 + (CR + \frac{L}{R_b})s + \frac{R}{R_b} + 1} \quad (2)$$

$$C(s) = \frac{0.00025s + 0.1}{s} \quad (3)$$

Elaborou-se o projeto da placa de circuito impresso, a qual foi confeccionada e montada no IFSC Campus Chapecó. O controlador foi discretizado, e implementado em um microcontrolador. Um sistema mecânico foi construído para possibilitar que um motor fosse utilizado para tracionar outro, no qual aplica-se o controle de frenagem. Os protótipos são mostrados na figura 3(a).

Tabela 1 - Parâmetros utilizados para modelagem do sistema

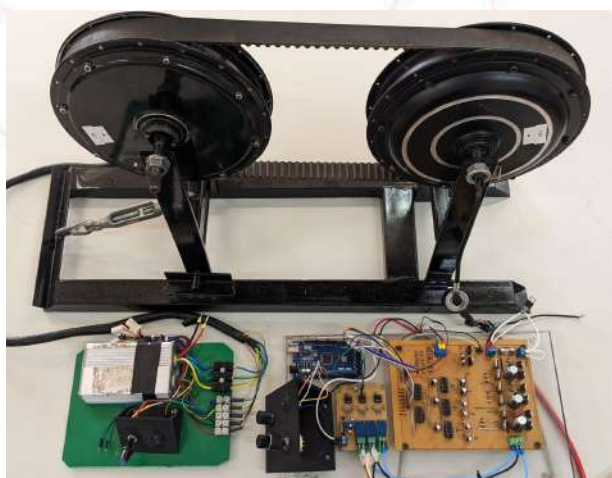
Parâmetro	Descrição	Valor
L	Indutância do enrolamento do motor	$474 \mu H$
R	Resistência do enrolamento do motor	$0,43 \Omega$
R_b	Resistência interna da bateria	1Ω
V	Tensão no ponto de linearização	$37,4706 V$
I	Corrente no ponto de linearização	$2,9411 A$

Fonte: Elaborado pelos autores.

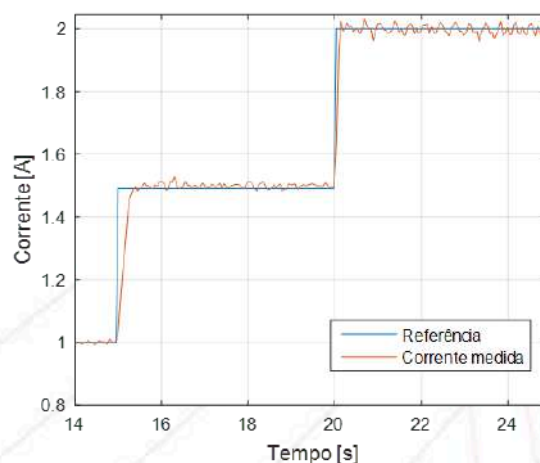
Resultados e discussões

A figura 3(b) mostra o resultado experimental de um ensaio que tem como objetivo seguir uma referência de corrente. O controlador tem por objetivo minimizar o erro entre a corrente medida e a referência imposta pelo usuário. Verifica-se que o controlador alcança a referência em um tempo de estabilização compatível com o projeto, posteriormente mantendo a corrente de frenagem estável e sem oscilações muito próxima da referência, ou seja, minimizando o erro.

Figura 3 – Resultados obtidos: (a) protótipo construído e (b) resultado experimental.



(a)



(b)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerações finais

Os resultados apresentados estão de acordo com os objetivos propostos no projeto. O controle possibilita um torque de frenagem constante que segue a referência de corrente, proporcionando ainda o carregamento da bateria. O projeto foi desafiador do ponto de aprendizado na área de eletroeletrônica com o projeto e desenvolvimento do driver bidirecional e na área de controle, abrangendo desde a modelagem matemática até a implementação prática do controlador. Para atividades e projetos futuros se dá a implementação do trabalho no protótipo de veículo elétrico do IFSC Campus Chapecó.

Referências

IEA. **Global Electric Vehicle Outlook 2022**. 2022.

BHURSE, S. S.; BHOLE, A. A. **A Review of Regenerative Braking in Electric Vehicles**. 2018 International Conference on Computation of Power, Energy, Information and Communication (ICCPEIC). **Anais...** Em: 2018 INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATION OF POWER, ENERGY, INFORMATION AND COMMUNICATION (ICCPEIC). mar. 2018.

CAO, Y. et al. A Smooth Torque Control Strategy for Brushless DC Motor in Braking Operation. **IEEE Transactions on Energy Conversion**, v. 33, n. 3, p. 1443–1452, set. 2018.

ERICKSON, R. W.; MAKSIMOVIC, D. **Fundamentals of Power Electronics**. 3. ed. Boulder, CO: Springer International Publishing, 2020.

KIM, D.-K.; LEE, K.-W.; KWON, B.-I. Commutation Torque Ripple Reduction in a Position Sensorless Brushless DC Motor Drive. **IEEE Transactions on Power Electronics**, v. 21, n. 6, p. 1762–1768, nov. 2006.

O. H. CATATA, E. et al. **Modeling, Control and Regenerative Braking of BLDC Machines in Electric Bicycles**. Anais do Congresso Brasileiro de Automática 2020. **Anais...** Em: CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA - 2020. sbabra, 7 dez. 2020. Disponível em: https://www.sba.org.br/open_journal_systems/index.php/sba/article/view/1638. Acesso em: 20 set. 2023

TAY SIANG FLUI; BASU, K. P.; SUBBIAH, V. **Permanent magnet brushless motor control techniques**. Proceedings. National Power Engineering Conference, 2003. PECon 2003. **Anais...** Em: NATIONAL POWER ENGINEERING CONFERENCE, 2003. PECON 2003. Bangi, Malaysia: IEEE, 2003. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/1437432/>. Acesso em: 9 ago. 2023

Path Planner, um algoritmo de seguimento de trajetória autônoma

Divisão Temática

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

Autores: G. FERTIG¹; D. FEITOSA²; F. VALOIS³.

Resumo:

Neste estudo, é abordado um problema muito presente na comunidade First Robotics Competition (FRC), o período autônomo e o deslocamento autônomo dos robôs. Os métodos tradicionais se mostram ultrapassados, e mesmo assim, todas as equipes brasileiras usam destes meios para o período mencionado. Para resolver esse problema, tem-se como principal objetivo desse trabalho a implementação de um algoritmo de seguimento de trajetória autônomo que otimize o desempenho dos robôs. Além disso, tem-se também como objetivo a disseminação dessa inovação a outras equipes nacionais, de modo a impulsionar o desenvolvimento tecnológico do Brasil. Para isso, foi feito um estudo bibliográfico e experimental, onde diversos materiais, dentre eles documentações e artigos foram estudados para consolidar os conhecimentos necessários para desenvolver um algoritmo e aplicá-lo em um robô específico. Após duas ferramentas principais serem analisadas para desenvolver as tarefas designadas, foi concluído que o PathPlanner apresentava substanciais vantagens em comparação ao PathWeaver, ambos softwares para facilitar a integração dos caminhos com o código. Foi observado também uma melhora expressiva no desempenho do robô nas competições, otimizando seu deslocamento e suavidade dos movimentos. Além disso, essa inovação foi propagada a outras equipes brasileiras e prestado auxílio à aquelas que enfrentavam complicações. Em conclusão, informações de extrema relevância para a comunidade tecnológica e em especial à comunidade FRC foram obtidas, tratando-se de conceitos amplamente utilizados na indústria, em especial para setores de automação e programação.

Palavras-chave: Robô; Competição; Robô autônomo; Inovação; First Robotics Competition.

Introdução

O presente trabalho propõe-se a estudar, desenvolver e implementar um algoritmo de seguimento de trajetória autônoma a um robô, construído e programado com a finalidade de participar da First Robotics Competition (FRC), a maior competição de robótica educacional do mundo. Durante a competição, os robôs enfrentam partidas nas

¹ Estudante/egresso do curso Técnico Integrado em Eletrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, gabifertig08@gmail.com.

² Estudante/egresso do curso Técnico Integrado em Eletrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, davi.f2006@aluno.ifsc.edu.br .

³ Estudante/egresso do curso Técnico Integrado em Eletrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, franco@delucca.pro.br

quais, durante 15 segundos, precisam completar tarefas de forma autônoma. Para isso, é frequentemente necessário que o robô se desloque rapidamente pela arena, movendo-se para frente, para trás, para os lados e realizando curvas.

O método tradicional para alcançar este objetivo é com um simples controlador PID que ajusta as melhores tensões a serem enviadas aos os motores para percorrer uma determinada distância, ou girar em um determinado ângulo. Contudo, esse processo muitas vezes prova-se extenso e não satisfatório, considerando que os movimentos não são realizados de forma otimizada.

Para solucionar este problema, esse estudo tem como objetivo implementar um algoritmo de seguimento de trajetória autônoma. Ademais, visa-se disseminar essa inovação a outras equipes brasileiras, auxiliando-as na aplicação dessas tecnologias. Com isso, busca-se incentivar o desenvolvimento tecnológico das equipes nacionais, visto que, até o início deste projeto, nenhuma equipe brasileira havia implementado um algoritmo bem sucedido para resolver o problema citado.

Fundamentação teórica

A fundamentação teórica deste estudo busca construir uma base sólida para o desenvolvimento do algoritmo mencionado. Para isso, foi necessário o estudo aprofundado de conceitos como odometria, cinemática, sensores de variados tipos, e a exploração de softwares como o PathWeaver e o PathPlanner.

A odometria foi um conceito essencial para o desenvolvimento do algoritmo realizado. Com ela, o robô torna-se capaz de localizar-se na arena como se fosse um plano cartesiano, com o auxílio de diversos conceitos como a cinemática, diversos sensores, controladores Ramset e etc. Segundo Borenstein (1996), a odometria é um método muito utilizado para estimar a posição de robôs, baseando-se em rotações de rodas e geometria. Isso foi essencial para possibilitar a utilização de softwares como o PathWeaver. O PathWeaver é um software da WPILib, biblioteca utilizada nas competições para programar o robô, que facilita a integração dos caminhos que deseja-se que o robô siga com o código. Já o PathPlanner, é um aplicativo desenvolvido por uma equipe FRC com o mesmo objetivo, mas implementado de modo diferente.

Procedimentos metodológicos

A metodologia adotada neste estudo segue uma abordagem mista, visto que a análise de diferentes tipos de dados requer tanto métodos quantitativos quanto qualitativos. Enquanto dados como a frequência de chegada do robô ao destino e o tempo de execução são de natureza quantitativa, a otimização do percurso e a avaliação da suavidade das trajetórias demandam uma abordagem qualitativa. Além disso, este estudo combina pesquisa bibliográfica com experimentação.

Inicialmente, uma gama de documentações, relatos e palestras de outras equipes, e artigos foram estudados e analisados, para consolidar uma boa base de conhecimento dos pesquisadores. Dentre os materiais utilizados, destacam-se a extensa documentação da WPILib, a palestra sobre seguimento de trajetória da equipe FRC 5190, e a documentação do PathPlannerLib. Com base nesses conhecimentos iniciais, optou-se pelo uso do software PathWeaver para alcançar os objetivos do estudo. Os primeiros códigos base foram desenvolvidos tendo como fundamento a documentação da WPILib destinada a seguimento de trajetória. Posteriormente, a ferramenta SysID, da WPILib, foi estudada e utilizada para conseguir as constantes mais apropriadas para o robô no qual o código seria utilizado. Após a conclusão dessa fase inicial, foi dado início a uma bateria de testes, a partir dos quais foi concluído que a ferramenta PathWeaver está ultrapassada e apresenta falhas substanciais em sua funcionalidade.

Em seguida, diversos repositórios de equipes internacionais no GitHub foram estudados, e foi decidido utilizar o aplicativo PathPlanner. Para implementá-lo, o mesmo método foi aplicado no processo inicial de desenvolvimento do algoritmo, seguido por uma série de testes. Resultados significativamente melhores foram obtidos utilizando essa ferramenta. Foram realizados inúmeros testes e ajustes, até que resultados satisfatórios foram obtidos.

Para alcançar o efeito de disseminar essa inovação dentre as equipes brasileiras, foi iniciado uma intensa divulgação nas redes sociais e canais de comunicação sobre o algoritmo. A partir disso, diversas equipes entraram em contato com os pesquisadores para tirar dúvidas e pedir mentorias, as quais foram dadas com o auxílio de chamadas online e canais de comunicação online.

Resultados e discussões

Neste estudo, foram atingidos resultados significativos e em concordância com os objetivos propostos inicialmente. O algoritmo de seguimento de trajetória foi implementado com êxito com o auxílio do PathPlanner, e foram observadas melhorias substanciais em comparação com a ferramenta PathWeaver. Enquanto que com o PathWeaver, curvas eram realizadas com notável dificuldade e falta de precisão, o PathPlanner apresentava um modo notavelmente aprimorado, além de fornecer uma biblioteca para facilitar e trazer novas implementações à programação.

Com o auxílio do PathPlanner, sequências de ações e de deslocamentos através da arena foram realizados otimizadamente, completando as rotinas propostas dentro de 15 segundos. Desse modo, o tempo necessário para realizar as rotinas foi potencializado, alcançando a meta de serem feitos dentro de 15 segundos. Além disso, uma maneira inovadora de programar o período autônomo foi alcançada, fazendo com que a equipe dos pesquisadores fosse a primeira equipe brasileira a utilizar tal algoritmo, na competição “Brunswick Off Season”.

Ademais, após ser divulgado a outras equipes a eficácia desta ferramenta, uma quantidade relevante de equipes buscaram realizar contato com os pesquisadores, sendo possível alcançar uma quantidade significativa de equipes nacionais e prestar auxílio às que estavam encontrando dificuldades. Deste modo, foi possível disseminar esta inovação nacionalmente, o que impulsionou o desenvolvimento tecnológico das equipes no período autônomo.

Considerações finais

Em conclusão, pode-se notar que os objetivos propostos foram alcançados com êxito. Foi desenvolvido com sucesso um algoritmo de seguimento de trajetória que demonstrou uma notável melhoria de desempenho do robô no período autônomo. Essa inovação foi disseminada a outras equipes brasileiras e foi prestado auxílio a todas que estavam encontrando dificuldades e que demonstraram interesse após ter contato com os

materiais de divulgação expostos pelos pesquisadores em canais de comunicação e redes sociais, o que trata-se também de um objetivo indicado neste estudo. Após analisar diversas alternativas, foi também concluído que o PathPlanner é a ferramenta mais apropriada para realizar tais funções.

Ademais, o presente estudo apresenta insights valiosos para a comunidade tecnológica, em especial à comunidade FRC, mas tratando-se de temas universalmente utilizados, é também de substancial importância para o desenvolvimento tecnológico da comunidade. Vale ressaltar o significativo aprofundamento dos pesquisadores em variados temas de notória importância no setor da programação e automação.

Além disso, durante o desenvolvimento deste trabalho, foram essenciais diversos conceitos tanto estudados em aula quanto aprendido de forma autônoma. Mais ainda, foi buscado estender os conhecimentos alcançados a outros interessados, ainda auxiliando-os a implementar as tecnologias aqui mencionadas, para que pudesse ser alcançado um impulsionamento da comunidade no âmbito tecnológico.

Referências

BORENSTEIN, J. et al. Where am I? Sensors and Methods for Mobile Robot Positioning Edited and compiled by J. Borenstein Prepared by the University of Michigan For the Oak Ridge National Lab (ORNL) D&D Program and the United States Department of Energy's Robotics Technology Development Program Within the Environmental Restoration, Decontamination and Dismantlement Project. n. 619, p. 763–1560, 1996.

FRC 5190: GREEN HOPE FALCONS. **FRC 5190 | Zero to Trajectory Tracking using FRC 2020 Software**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=wqJ4tY0u6lQ>>. Acesso em: 23 maio. 2024.

Path Planning. Disponível em: <<https://docs.wpilib.org/pt/stable/docs/software/pathplanning/index.html>>.

PathPlannerLib | PathPlanner Docs. Disponível em: <<https://pathplanner.dev/pathplannerlib.html>>. Acesso em: 23 maio. 2024.



GRUPO DE PESQUISA FLORESCER: FOMENTANDO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NO INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

Divisão Temática

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

Autores: N. BERGER¹; R. LEMKE²; P. DA ROCHA³; L. C. P. AIRES⁴

Edital nº 02/2023/PROPPi - Universal. A Modalidade das Bolsas é PIBIC (graduação) e PIBIC-Af (graduação cotas).

Resumo:

Introdução: O surgimento de novos grupos de pesquisa e de produção científica em saúde torna-se pertinente nas áreas de conhecimento e de práticas para a saúde.

Objetivo: Identificar a influência da criação de um do grupo de pesquisa em saúde materno-infantil na produção dos docentes e discentes do curso de enfermagem do Instituto Federal de Santa Catarina Joinville. **Metodologia:** estudo documental, descritivo com abordagem quantitativa. **Resultados:** participar do Grupo de Pesquisa Florescer possibilita a vivência do ensino, da pesquisa e da extensão de forma articulada.

Palavras-chave: Enfermagem; Pesquisa em Enfermagem; Projeto de Pesquisa; Pesquisa em Educação de Enfermagem; Enfermagem Baseada em Evidências.

Introdução

A formação acadêmica na área materno-infantil exige uma articulada triangulação da tríade ensino, pesquisa e extensão, de forma que corpo discente e docente obtenham uma troca de conhecimento através do estreitamento de vínculo interpessoal com a comunidade. Partindo desse pressuposto, na área da saúde, as dinâmicas são desenvolvidas de forma diversificada e visam incentivar a prática do conhecimento pelo estudante, na qual a participação em grupos de pesquisa tem se mostrado como uma

¹ Estudante/egresso 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. nicole.b05@aluno.ifsc.edu.br

² Estudante/egresso 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. rafaela.le@aluno.ifsc.edu.br

³ 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. do Instituto Federal de Santa Catarina- Joinville, e-mail para contato. patricia.albeirice@ifsc.edu.br

⁴ 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

ferramenta indispensável, considerando a necessidade de sua atuação fundamentada nas evidências científicas (Santana, 2021). Portanto, o surgimento de novos grupos de pesquisa e de produção científica em saúde torna-se pertinente nas áreas de conhecimento e de práticas para a saúde (Weber; Vendruscolo; Adamy; Lorenzon; Ferraz; Zanatta, 2019). Nessa perspectiva, esse trabalho tem como objetivo identificar a influência da criação de um grupo de pesquisa em saúde materno-infantil na produção dos docentes e discentes de cursos de enfermagem.

Fundamentação teórica

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) é uma entidade vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação no fortalecimento da pesquisa em todo o país. Essa agência fomentadora ao ensino e à pesquisa têm impulsionado o incentivo na elaboração de grupos de pesquisa e na formação de coadjuvação entre pólos educacionais e pesquisadores a fim de promover novos conhecimentos (Cruz; Oliveira; Campos, 2019). Nesse viés, houve um fortalecimento no debate sobre a importância das práticas baseadas em evidências, o que resultou influência inclusive nos cursos de formação em Enfermagem, em uma constante busca na utilização destas evidências nas suas práticas (Weber; Vendruscolo; Adamy; Lorenzon; Ferraz; Zanatta, 2019). Por isso, o surgimento de novos grupos de pesquisa e de produção científica em saúde no âmbito nacional torna-se pertinente nas áreas de conhecimento e de práticas para a saúde, “a tendência crescente dos grupos de pesquisa no Brasil é decorrente do processo de valorização, investimentos e avanços da ciência, tecnologia e inovação, em particular na área da saúde” (Cruz; Oliveira; Campos, 2019).

Procedimentos metodológicos

Estudo documental, descritivo com abordagem quantitativa. Em março de 2023 foi criado o Grupo de Pesquisa FLORESCER - Laboratório de Pesquisa em Saúde da mulher, neonato, criança, adolescente e aleitamento materno. Devidamente cadastrado e certificado pelo CNPq, os encontros são realizados mensalmente desde abril de 2023. Os participantes do Grupo podem ser docentes e discentes do IFSC ou de outras instituições de ensino e de saúde, bem como Pesquisadores, Enfermeiros e demais Profissionais de Saúde, que atendam aos critérios de inclusão e exclusão. Como critérios de inclusão são

adotados: Demonstrar interesse em participar do grupo de forma ativa, desenvolvendo projeto de pesquisa, extensão ou inovação próprio ou inserindo-se em algum já existente no grupo; Participar de, no mínimo, um evento científico local, regional, nacional e/ou internacional por ano (preferencialmente apresentando trabalho desenvolvido no grupo), compartilhando os conhecimentos adquiridos no evento em reunião do Grupo; Submeter, sozinho ou coletivamente, no mínimo, um artigo científico em periódico indexado por ano, apresentando os resultados de sua pesquisa ou um relato de experiência sobre alguma vivência durante a sua participação no Grupo; Incluir em todas as produções ou apresentações científicas que é membro do Grupo, bem como trazer suas linhas de pesquisa; Manter o Currículo Lattes atualizado. São excluídos os membros que: Não participarem ativamente nas reuniões do grupo e/ou não justificarem no mínimo três ausências nas reuniões. Os membros são estimulados a participar das ações de pesquisa e extensão vinculadas ao Grupo. Atualmente há três Projetos de Extensão integrados ao Grupo de Pesquisa Florescer que têm contribuído na produção científica do Grupo: Grupo de Gestantes Gestando Juntos; Projeto Maternando Juntos e Projeto O lúdico na educação em saúde.

Resultados e discussões

O Grupo de Pesquisa Florescer é composto por 15 pesquisadores, destes três doutores, 11 mestres e uma especialista; além de 26 discentes de graduação em enfermagem, destes 21 são do IFSC e cinco de outras instituições. Foram realizadas diversas ações articuladas ao Grupo de Pesquisa no âmbito da pesquisa, da extensão e do ensino, como Simpósio de Aleitamento Materno em parceria com o Instituto Federal do Paraná (IFPR/Palmas); maio furta-cor e agosto dourado; também são desenvolvidos três projetos de extensão: Gestando Juntos; Maternando Juntos e O Lúdico na Educação em Saúde. Concomitantemente, estão sendo desenvolvidas pesquisas e Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) vinculados ao Grupo na temática materno-infantil. Ao participar dessas ações articuladas ao Florescer e dos projetos e pesquisas citados, já é possível perceber que os participantes têm a possibilidade de escrever vários trabalhos científicos como relatos de experiência, TCC, ou até mesmo realizar pesquisas na área e participar da organização de simpósios sobre os temas relacionados ao Grupo. Com isso, já foram sete Grupos de Gestantes oferecidos à comunidade, atendendo 56 gestantes e

47 acompanhantes; 28 mães e bebês atendidas no Projeto Maternando Juntos; cerca de 200 crianças atendidas no Projeto Lúdico e mais de 10 resumos apresentados em eventos científicos. Além disso, há três TCCs em desenvolvimento com a temática relacionada ao Grupo de Pesquisa e aos projetos vinculados a ele. Logo, participar de um Grupo de Pesquisa oportuniza ricas vivências e oportunidades de participação em diversos eventos científicos, projetos de extensão, escrita de trabalhos e artigos; e dá aos profissionais e discentes engajamento e empoderamento para a atuação profissional a partir do ensino, da pesquisa e da extensão.

Considerações finais

A área da educação em enfermagem no Brasil vem passando por modificações devido às exigências do mercado de trabalho. Atualmente, espera-se que o profissional Enfermeiro atue fundamentado nas evidências científicas, sendo que cada vez mais as instituições de saúde vem produzindo materiais científicos de qualidade e exigindo este tipo de atuação de seus profissionais. A possibilidade de participar de um Grupo de Pesquisa oportuniza ricas vivências e oportunidades no campo do ensino, da pesquisa e da extensão, além de aprendizado, discussão, produção e compartilhamento de saberes entre docentes, discentes e profissionais da saúde. Além disso, atuar em um Grupo de Pesquisa contribui para um olhar crítico-reflexivo e questionador dos estudantes, atuando no perfil do egresso da instituição para a prática baseada em evidências.

Referência ao fomento recebido

Agradecemos ao Edital nº 02/2023/PROPI - Universal. A Modalidade das Bolsas é PIBIC (graduação) e PIBIC-Af (graduação cotas) pelo fomento.

Referências

CRUZ, Marly Marques da; OLIVEIRA, Sydia Rosana de Araújo; CAMPOS, Rosana Onocko. Grupos de pesquisa de avaliação em saúde no Brasil: um panorama das redes colaborativas. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/9xpWWpXf94N6b9C7vzH8hVR/>. Acesso em: 08 nov. 2023.

SANTANA, Regis Rodrigues; SANTANA, Cristina Célia de Almeida Pereira; COSTA NETO, Sebastião Benício da; OLIVEIRA, Ênio Chaves de. Extensão Universitária como Prática Educativa na Promoção da Saúde. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edreal/a/qX3KBJghtJpHQrDZzG4b8XB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 06 jul. 2023.

WEBER, Mônica Ludwig; VENDRUSCOLO, Carine; ADAMY, Edlamar Kátia; LORENZON, Tavana Liege Nagel; FERRAZ, Lucimare; ZANATTA, Elisangela Argenta. Prática de enfermagem baseada em evidências e suas implicações no cuidado: uma revisão integrativa. 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/Jackeline/Downloads/529-Texto%20do%20artigo-2078-1-10-20191224.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2023.

Utilização de inteligência artificial para a calibração de constantes do sistema de controle PID

Divisão Temática

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

Autores: A. VITOR¹; D. FEITOSA SILVA SANTANA²; F. VALOIS DE LUCA³; G. FERTIG DE OLIVEIRA⁴; M. LEITZKE PINTO⁵.

EDITAL Nº 01/2023/PROPI - PIBIC-EM

Resumo:

O controle PID é o sistema de controle de feedback mais usado pelas indústrias, sendo usado em 90% dos sistemas de controle. O mesmo é muito utilizado dentro das competições FRC (First Robotics Competition), a maior competição de robótica do mundo. Um problema muito enfrentado pela maioria das equipes é a dificuldade na calibração das constantes do PID. O projeto tem como objetivo resolver este problema, a partir da criação de uma inteligência artificial capaz de realizar a calibração das constantes de forma automática. Para tal, o grupo de trabalho tem como metodologia uma pesquisa bibliográfica, como fontes primárias artigos, livros e páginas na internet. Também realiza uma pesquisa experimental, realizando testes com a inteligência artificial em um robô de competição. O projeto ainda está em execução, porém uma base da inteligência artificial já está pronta, e no momento está sendo trabalhado uma forma de integração da mesma com o sistema padrão da competição.

Palavras-chave: Automação; FRC; Inteligência artificial; PID; Robótica.

Introdução

FIRST® é uma ONG norte-americana que realiza as maiores competições de robótica no mundo, que entre os anos de 2022 e 2023 impactou mais de 668,000. A FRC é uma das modalidades de competição FIRST®, que engloba jovens de mais de 32 países (FIRST, 2023).

¹ Servidor de Matemática - DALTEC(Departamento Acadêmico de Linguagem Tecnologia e Educação) no Instituto Federal de Santa Catarina, e-mail para contato: adriano.vitor@ifsc.edu.br.

² Estudante/egresso do curso Técnico Integrado em Eletrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, davi.f2006@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante/egresso do curso Técnico Integrado em Eletrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, franco@delucca.pro.br.

⁴ Estudante/egresso do curso Técnico Integrado em Eletrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, gabifertig08@gmail.com.

⁵ Servidor do DAELN(Departamento Acadêmico de Eletrônica) no Instituto Federal de Santa Catarina, e-mail para contato: matheus.pinto@ifsc.edu.br.

Os autores do projeto foram motivados na realização da pesquisa devido a sua atuação em uma equipe de competição FRC (FIRST® Robotics Competition), presente no IFSC campus Florianópolis, a FRC5800 - Magic Island Robotics, onde atuam como programadores ciber-físicos.

Dentro das competições FIRST®, um dos métodos de controle mais usados para controlar os subsistemas do robô é o controle PID. Quando abrangemos para a robótica como um todo, podemos ver que o PID também é muito utilizado, seja no controle de sistema de tração ou em outros subsistemas, como um braço mecânico. Atualmente, o controle PID é usado em aproximadamente 90% das indústrias (IBRAHIM et al., 2016).

Dentro da equipe, um problema muito enfrentado pelos membros era a dificuldade na calibração das constantes PID, sendo necessário muitas vezes a calibração manual das mesmas, o que demandava muito tempo e esforço. Os autores se propõem a resolver esse problema.

Em vista disso, a pesquisa tem como objetivo geral desenvolver o conhecimento dos discentes do projeto nas áreas de engenharia e computação, através da implementação de automações em um robô de competição FRC. Como um objetivo específico, pode-se citar a criação de uma inteligência artificial capaz de realizar a calibração das constantes usadas no controle PID.

A criação da IA (inteligência artificial) engloba:

- Criação da inteligência artificial capaz de realizar a criação;
- Integração entre a IA e o sistema de controle do robô (WPILib);
- Criação de uma documentação da IA, para que outras equipes possam se utilizar da mesma.

Fundamentação teórica

Quando falamos de robótica, um sistema de controle é basicamente um sistema que controla os subsistemas de um robô. Sistemas de controle são separados em sistemas de malha aberta (open loop) e malha fechada/feedback (closed loop). Sistemas de feedback são aquelas onde a saída do sistema interfere no valor de entrada (IBRAHIM et al., 2016).

O controle PID é um sistema de controle de feedback, que consiste em três termos: proporcional, integral e derivativo. O termo proporcional é relativo ao erro entre a entrada

e a saída. O termo integral compensa a imprecisão do termo proporcional garantindo que mesmo pequenos erros gerem um sinal de saída. O termo derivativo trabalha prevendo erros futuros, causados devido a baixa resposta dos termos PI, garantindo estabilidade ao sistema (ÅSTRÖM, HÄGGLUND, 1995; KNOSPE, 2006).

Como já dito anteriormente, o controle PID é de extrema importância para a indústria. Segundo KNOSPE (2006), noventa por cento de todos os sistemas de controle usados em indústrias se utilizam do PID, sendo geralmente o termo derivativo zerado, levando a um controle PI (proporcional e integral).

Quando falamos da calibração das constantes de PID, podemos encontrar diversos métodos para a calibração das constantes. Segundo SHAHROKHI, ZOMORRODI (2014), os métodos de calibração podem ser separados em métodos de malha fechada e aberta. Ainda de acordo com SHAHROKHI, ZOMORRODI, a maioria dos métodos de calibração geram um resultado satisfatório para a maioria dos sistemas.

A implementação de uma inteligência artificial na calibração poderia potencializar ainda mais os resultados. Segundo NOHOOJI et al. (2023), algumas técnicas de “machine learning” são usadas para a calibração das constantes, como a lógica fuzzy, redes neurais, algoritmo genético e otimização por enxame de partículas.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa tem natureza aplicada, com caráter exploratório e uma abordagem quantitativa. Quanto aos procedimentos, a pesquisa é tanto bibliográfica, pois os conhecimentos adquiridos para a criação da inteligência artificial são obtidos através de livros e artigos científicos na internet, quanto experimental, devido aos testes de calibração feitos no robô.

O grupo de trabalho se organizou de forma a separar as atividades com os membros, a fim de atingir os objetivos previamente citados. O autor Davi Feitosa Silva Santana ficou responsável pelo estudo dos métodos de calibração possíveis de serem integrados à inteligência artificial. A autora Gabrielli Fertig de Oliveira pela pesquisa dos tipos de IA para serem usadas na automação. Por fim, o autor Franco Valois de Luca ficou responsável pela integração da IA com o robô e o sistema padrão da competição FIRST®.

Resultados e discussões

O projeto de pesquisa teve início em setembro de 2023, com fim previsto para agosto de 2024. Atualmente, o projeto ainda está em execução, e as atividades ligadas à produção da inteligência artificial ainda estão ocorrendo. O andamento das atividades está indo em um ritmo favorável.

Até o presente momento, os alunos estão na fase de pesquisa por conteúdos, separada de acordo com os integrantes do grupo. Uma estrutura de código base da inteligência artificial já está pronta, e estão sendo iniciados os testes com a mesma. Além disso, uma biblioteca também foi criada para facilitar a produção e atualização da inteligência artificial. Um repositório de versionamento do código já foi criado no site Github, onde será realizada a documentação.

Os testes de calibração com o robô foram atrasados, devido a uma competição internacional realizada pela equipe FRC5800, onde o robô teve de ser desmontado. A remontagem do robô será finalizada ainda no mês de maio, para a continuação das atividades.

Considerações finais

O desenvolvimento de uma inteligência artificial para autotune de constantes de controladores PID representa um avanço significativo para a comunidade FRC. A pesquisa ainda está em andamento, devido a isso, as atividades ainda não foram finalizadas e nem todos os objetivos foram atingidos, porém as previsões futuras são favoráveis.

Durante a realização da pesquisa, os discentes autores do projeto conseguiram perceber o impacto da pesquisa em seus conhecimentos, graças ao estudo de conceitos de engenharia avançados.

Referência ao fomento recebido

O desenvolvimento deste projeto de pesquisa tem sido possível graças ao apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq),

através da concessão de uma bolsa. Esse fomento é fundamental, pois viabiliza a dedicação integral às atividades de pesquisa, permitindo a aquisição de recursos necessários e a participação em eventos científicos. Os autores agradecem ao CNPq pelo suporte financeiro fornecido.

Referências

SHAHROKHI, Mohammad; ZOMORRODI, Alireza. **Comparison of PID Controller Tuning Methods**, Teerã, p. 1-12, 2014. Disponível em: http://maulana.lecture.ub.ac.id/files/2014/12/Jurnal-PID_Tunning_Comparison.pdf. Acesso em: 25 mai. 2024.

IBRAHIM, Anood; ALEXANDER, Reba Rachel; SANGHAR, Mohammed Shahid Umar; D'SOUZA, Royson Donate. Control Systems in Robotics: A Review. **International Journal of Engineering Inventions**, Dubai, v. 5, p. 29-38, maio, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Royson-Dsouza/publication/303806333_Control_Systems_in_Robotics_A_Review/links/5754162508ae10d93378b98d/Control-Systems-in-Robotics-A-Review.pdf. Acesso em: 25 mai. 2024.

FIRST. **Annual Impact Report**, 2023. Disponível em: <https://www.firstinspires.org/about/annual-report>. Acesso em: 26 mai. 2024.

WPILib. **Introduction to PID**, 2024. Disponível em: <https://docs.wpilib.org/en/stable/docs/software/advanced-controls/introduction/introduction-to-pid.html>. Acesso em: 25 mai. 2024.

KNOSPE, C. PID Control. **IEEE Control Systems Magazine**, v. 26, n. 1, p. 30–31, mar. 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/3207700_PID_control. Acesso em: 25 mai. 2024.

NOHOOJI, Hamed Rahimi; ZARAKI, Abolfazl; VOOS, Holger. Actor-critic learning based PID control for robotic manipulators. **Appl. Soft Comput**, 7, mar., 2023. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Actor-critic-learning-based-PID-control-for-robotic-Nohooji-Zaraki/76bb5aeb1f554cfce3b2ab34e2489f2ce357ad1b>. Acesso em: 25 mai. 2024.

ÅSTRÖM, Karl Johan; HÄGGLUND, Tore. **PID controllers [theory, design, and tuning]**. [s.l.] Research Triangle Park, NC Instrument Society Of America, 1995. Disponível em: https://www.academia.edu/27771107/PID_Controller_2nd_Edition_%C3%85str%C3%B6m_Karl_J_H%C3%A4gglund_Tore. Acesso em: 25 mai. 2024.

FABRICAÇÃO DE IOGURTE COM POLPA DE UVAIA NAS DISCIPLINAS DE FERMENTAÇÕES DO CAMPUS LAGES

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

R. G. DOS SANTOS¹; L. C. DE CONTO²; T. M. DEBONI³.

Edital de fomento PROPPI n. 06/2023/DP/LGS

Resumo:

A uvaia pode ser considerada uma excelente matéria-prima para saborizar produtos fermentados lácteos, em especial os iogurtes, assim sendo necessária a pesquisa de formulações e formas de utilização da polpa desta fruta nativa. O presente projeto teve como objetivo geral a elaboração de iogurtes durante a execução das aulas práticas das Unidades Curriculares “Tecnologia de fermentações” do curso Técnico em Biotecnologia, com a inserção dos conceitos de higiene de frutas nas aulas práticas da turma do curso técnico em Agroecologia, com isso colocando em prática a multidisciplinaridade e a inter-relação dos cursos do Campus Lages. Foram desenvolvidas duas formulações de iogurtes, uma com adição de polpa de uvaia em comparação com um ensaio tradicional, sem adição. Nestes foram realizadas avaliações físico-químicas para a caracterização e diferenciação das amostras.

Palavras-chave: *Eugenia pyriformis*; iogurte batido; fermentação láctica.

Introdução

A uvaia (*Eugenia pyriformis*), pode ser considerada um excelente insumo para produção de produtos fermentados distintos, assim sendo necessária a pesquisa de formulações e formas de utilização da polpa para obtenção de produtos com boa aceitação e valorização desta fruta nativa. Somando suas qualidades, a escassez de conhecimento científico das suas formas de utilização e o atual nível de degradação dos ecossistemas naturais é cada vez mais urgente que se tomem iniciativas que visem a sua preservação, assim como o desenvolvimento de produtos alimentícios que objetivem a maior difusão desta espécie, tais como iogurtes. Nos últimos anos, a fabricação de iogurte no Brasil cresceu de maneira considerável, registrando uma produção média de 400 mil toneladas por ano, o que representa 76% do total de produtos lácteos (SANTANA et al., 2006).

¹ Estudante do curso Engenharia Química do IFSC- Campus Lages, renatags1612@gmail.com

² Professora de Processamento, Ciência e Tecnologia e Alimentos, do IFSC - Campus Lages, leilane.conto@ifsc.edu.br

³ Professora de Processamento, Ciência e Tecnologia e Alimentos, do IFSC - Campus Urupema, taiana.deboni@ifsc.edu.br

A Unidade Curricular de Processamento de alimentos 1, do técnico em Agroecologia prioriza o ensinamento de conceitos básicos de higiene e manipulação de alimentos, sendo a prática de higienização de frutas uma etapa essencial para a fixação destes conhecimentos e a valorização de frutas nativas é um dos focos deste curso. Já a Unidade Curricular de Tecnologia de fermentações, do curso técnico em Biotecnologia, apresenta como alguns dos seus objetivos definir os processos fermentativos adequados para cada tipo de produto alimentício e processar produtos fermentados de origem vegetal e animal. Assim tornando as atividades desenvolvidas neste trabalho uma importante prática pedagógica multidisciplinar que atende às demandas dos editais didático-pedagógicos do IFSC e os objetivos dos cursos citados.

Devido ao exposto, o presente trabalho apresentou como objetivo geral a elaboração de iogurtes inovadores durante a execução das aulas práticas das Unidades Curriculares Processamento de alimentos 1 e Tecnologia de fermentações, valorizando as matérias-primas regionais, colocando em prática a multidisciplinaridade e a inter-relação dos cursos do campus Lages.

Fundamentação teórica

A fermentação do leite é feita em muitos países do mundo, por diferentes métodos, resultando em vários produtos derivados, sendo o iogurte o mais comum e também o mais consumido (CONTO et al., 2016). Pelo Decreto nº 9.013, de 29 de Março de 2017, iogurte é considerado um leite fermentado obtido por meio da coagulação e da diminuição do pH do leite ou do leite reconstituído por meio da fermentação láctica, mediante ação de cultivos de microrganismos específicos, que devem estar viáveis durante a validade do produto e que pode ter adição ou não de outros produtos lácteos ou de substâncias alimentícias (BRASIL, 2017).

Como forma de diversificar sabor e adicionar valor nutricional aos iogurtes há possibilidade da adição de diferentes espécies de frutos. O Brasil é um país rico em biodiversidade e, assim, possui grande potencial na produção de novos produtos. Mata (2007) cita que as espécies frutíferas, além do consumo *in natura*, podem ser uma opção para agregar valor aos produtos da agroindústria. Outra forma de agregar valor às frutíferas é utilizá-las em produtos lácteos, como em iogurte (MÜHLBAUER et al., 2012).

A uvaia (*Eugenia pyriformis*), também descrita sob a sinonímia *Eugenia uvalha* Cambess é uma espécie também conhecida como uvalha, uvaia-do-mato, uvalheira. Os frutos

podem ser consumidos *in natura*, na forma de sucos, geleias e doces em pasta (ANDERSEN; ANDERSEN, 1988). A sua polpa apresenta 37,6 calorias, 1,7 g de proteína, 0,4 g de lipídeos totais, 10,0 mg de cálcio, 15,0 mg de fósforo, 2,6 mg de ferro, 0,03 mg de vitamina A e 0,04 mg de vitamina B1 e B2 por 100 g (LORENZI et al, 2006). Apresenta ainda umidade em torno de 90,7%, teor de ácido ascórbico variando de 33 a 39,52 mg/100 g, 1,53% (m/m) de acidez titulável, sólidos solúveis de 7,5 °Brix e razão SST/AT de 4,90 (DONADIO, 1997).

Procedimentos metodológicos

Processamento das polpas de uvaia: As uvaia foram adquiridas com produtores regionais e ficaram armazenadas congeladas (aproximadamente -18°C) no IFSC Campus Lages, até o momento da utilização que se iniciou com o processamento das polpas pelos alunos do curso técnico em Agroecologia.

Processamento dos iogurtes: Foram utilizados leite padronizado (3% de gordura), creme (45% de gordura), leite em pó, cultura láctica comercial liofilizada de inoculação direta no leite (Direct Vat Set - DVS), homofermentativa, açúcar e polpa de uvaia pasteurizada. O leite *in natura* foi adicionado de açúcar (10 %) e leite em pó, após uma rápida homogeneização, submetido ao processo de pasteurização à temperatura de 72 °C por 15 s. Em seguida foi resfriado para temperatura de 45 °C e adicionado a cultura láctea, seguido de leve homogeneização. Após a adição da cultura, o leite foi mantido a temperatura de 45 °C em banho-maria até atingir pH = 4,4, segundo metodologia descrita por Ferreira (2001). Por fim, foi adicionada a polpa e batido em liquidificador até consistência desejada no ensaio I2, sendo o ensaio I1 apenas batido em liquidificador. Este processamento foi realizado pela turma de Tecnologia de fermentações.

Avaliação físico-química: Foram avaliados o pH e a acidez titulável (expressa em % de ácido láctico) segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). Os parâmetros de cor L*, a* e b* dos iogurtes e os parâmetros de viscosidade foram realizados seguindo metodologia descrita por Furlini et al. (2020). Todas as avaliações foram realizadas em triplicata e analisadas por ANOVA e teste de Tukey a 5% de significância.

Resultados e discussões

Os objetivos buscados neste projeto foram alcançados, sendo que foram desenvolvidas bebidas fermentadas com as turmas durante o segundo semestre de 2023, acompanhados pela bolsista, garantindo assim uma formação mais completa, com realização de práticas ainda não vistas pela mesma.

Com a turma de tecnologia de fermentações, do curso técnico em biotecnologia, foram desenvolvidos um iogurte com adição de 10% de polpa e o produto semelhante sem a adição para as comparações físico-químicas.

Com relação às análises dos iogurtes foram observados valores semelhantes estatisticamente para acidez e pH, observando-se valores de 1,17 g de ácido láctico/100 g $\pm$ 0,01 e 1,20 g de ácido láctico/100 g $\pm$ 0,02 para acidez e 3,77 $\pm$ 0,10 e 3,64 $\pm$ 0,05 para o pH da amostras padrão e com uvaia, respectivamente. A legislação determina que iogurtes devem apresentar como requisitos acidez na faixa de 0,6g a 1,5g de ácido láctico/100g (ROBERT, 2021). Entretanto para as características de cor foram observadas diferenças significativas. Para o iogurte natural obteve-se valores de L 73,95 $\pm$ 0,07, a* -1,60 $\pm$ 0,04 e b* 4,36 $\pm$ 0,01, já para o iogurte com uvaia foram encontrados os valores de L 69,82 $\pm$ 0,06, a* 1,18 $\pm$ 0,06 e b* 12,21 $\pm$ 0,12, esses resultados indicam que o iogurte contendo polpa de uvaia apresenta menor luminosidade e cores tendendo ao verde e amarelo, enquanto o iogurte natural apresentou maior luminosidade e cores tendendo para o vermelho e amarelo. A viscosidade foi diferente entre as amostras numa taxa de cisalhamento de 6 rpm por 10s, sendo que o iogurte natural padrão apresentou 2963,87 mPa.s $\pm$ 33,55 e o iogurte com polpa de uvaia 2670,07 mPa.s $\pm$ 73,16. Segundo Robinson et al. (2006), valores de pH menores do que 4 podem promover a sinérese do iogurte, em função da excessiva repulsão de cargas, alterando suas características reológicas.

Considerações finais

A elaboração de produtos de fermentação pelos alunos dos cursos do IFSC-Campus Lages serviram de ferramenta pedagógica para ampliar o conhecimento teórico dos alunos, associando a pesquisa com o ensino de forma efetiva. Com este trabalho também se concluiu que a polpa e uvaia interfere nas características físico-químicas dos produtos fermentados estudados.

Referência ao fomento recebido

Fomento recebido do edital PROPPI n. 06/2023/DP/LGS.

Referências

- ANDERSEN, O.; ANDERSEN, V. U. **Uvaia**: As frutas silvestres brasileiras. 3ª ed. São Paulo: Globo, 1989. p. 198-200.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Instrução Decreto nº 9013. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 29 mar. 2017.
- CONTO, L. C. et al. Elaboração e avaliação sensorial de iogurte grego sabores uva e Vinho. In: Seminário de Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC. Criciúma, 2016. **Anais eletrônicos...** Criciúma: IFSC, 2016. Disponível em <<https://sepei.ifsc.edu.br/sepei-2016/>> Acesso em: 06/05/2024.
- DONADIO, L. C. Study of some Brazilian Myrtaceae in Jaboticabal-SP. **Acta Horticulturae**, v. 452, p.181-183, 1997.
- FERREIRA, C. L. L. F.; MALTA, H. L.; DIAS, A. S.; GUIMARÃES, A.; JACOB, F. E.; CUNHA, R. M.; CARELI, R. T.; PEREIRA, S.; FERREIRA, S. E. R. Verificação da qualidade físico-química e microbiológica de alguns iogurtes vendidos na região de Viçosa. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 56, n. 321, p. 152-158, 2001.
- IAL. **Analytical Standards Adolfo Lutz Institute**: chemistry and fisic methods to food analyses. 3. ed. São Paulo: IAL, 1985. 533p. v. 1.
- LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**: (de consumo in natura). Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo, 2006.
- MÜHLBAUER, et al. **Avaliação Das Características Físicas E Químicas Da Polpa E Do Iogurte De Uvaia**. Thesis, n. 17, p. 60-77, 2012. Disponível em: http://www.cantareira.br/thesis2/ed_17/6_andrea.pdf. Acesso em: 06/06/2023.
- PEREIRA; PACIULLI; RIBEIRO. **Caracterização de iogurte elaborado a partir de leite de cabra acrescido com polpa de uvaia (*Eugenia uvalha* Cambess)**. Semana de Ciências e Tecnologia do IFMG, 2009. 2 v.
- SANTANA, L. R. R. et al. Perfil sensorial de iogurte light sabor pêssego. **Revista Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n. 3, p. 619-625, 2006.

FABRICAÇÃO DE CERVEJAS ADICIONADAS DE POLPA DE UVAIA NAS DISCIPLINAS DE FERMENTAÇÕES DO CAMPUS LAGES

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

R. G. DOS SANTOS¹; L. C. DE CONTO²; T. M. DEBONI³.

Edital de fomento PROPPI n. 06/2023/DP/LGS

Resumo:

O mercado das cervejas artesanais vem crescendo nos últimos anos, juntamente com a expansão das pesquisas que utilizam adjuntos cervejeiros para conferir aromas e sabores próprios em produtos diferenciados. A uvaia pode ser considerada uma excelente matéria-prima para utilização como adjunto cervejeiro, sendo necessária a pesquisa de formulações e formas de sua utilização para a valorização desta fruta nativa. O presente projeto teve como objetivo geral a elaboração de cervejas do estilo Brazilian Ale com e sem polpa de uvaia durante a execução das aulas práticas das Unidades Curriculares “Tecnologia de fermentações” do curso Técnico em Biotecnologia e “FIC Produção de cervejas artesanais”, assim colocando em prática a multidisciplinaridade e a inter-relação dos cursos do Campus Lages. Nestas foram realizadas avaliações físico-químicas para a caracterização e diferenciação das amostras.

Palavras-chave: *Eugenia pyriformis*; fruit beer; *Brazilian Ale*.

Introdução

A uvaia (*Eugenia pyriformis*), pode ser considerada um excelente produto para produção de produtos fermentados distintos, assim sendo necessária a pesquisa de formulações e formas de utilização da polpa para obtenção de produtos com boa aceitação e valorização desta fruta nativa. Somando suas qualidades, a escassez de conhecimento científico das suas formas de utilização e o atual nível de degradação dos ecossistemas naturais é cada vez mais urgente que se tomem iniciativas que visem a sua preservação, assim como o desenvolvimento de produtos que objetivem a maior difusão desta espécie.

O Brasil se destaca na produção mundial de cervejas e ocupa o lugar de terceiro maior produtor do mundo, com mais de 1.190 empresas registradas e produção de 14 bilhões de litros por ano. Essa produção representa cerca de 2% do Produto Interno Bruto (PIB), com um faturamento de R\$ 100 bilhões de reais por ano e geração de 2,7 milhões de empregos (MAPA, 2019). Grande parte dessa cerveja é produzida por grandes cervejarias, entretanto micro

¹ Estudante do curso Engenharia Química do IFSC- Campus Lages, renatags1612@gmail.com

² Professora de Processamento, Ciência e Tecnologia e Alimentos, do IFSC - Campus Lages, leilane.conto@ifsc.edu.br

³ Professora de Processamento, Ciência e Tecnologia e Alimentos, do IFSC - Campus Urupema, taiana.deboni@ifsc.edu.br

cervejarias e cervejeiros caseiros vêm aumentando sua contribuição neste mercado. Segundo dados do Anuário da Cerveja (BRASIL, 2020), de 14 bilhões de litros foram produzidos em 2019, estima-se que 12 milhões sejam produzidos por cervejarias artesanais. Os dados publicados nesse Anuário destacam que neste mesmo ano as cervejarias somaram um montante de 27.329 rótulos diversos, com vários estilos diferentes, tornando a bebida o marco de maior número de registros no país, que representa 28,5% de todos os produtos cadastrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2020).

Devido ao exposto, o presente trabalho apresentou como objetivo geral a elaboração de cervejas do estilo Brazilian Ale durante a execução das aulas práticas das Unidades Curriculares Tecnologia de fermentações e FIC Produtor de cervejas artesanais, visto que estes apresentam como seus objetivos definir os processos fermentativos e processar produtos fermentados e capacitar pessoas a produzirem cervejas diferenciadas, ensinando a valorizar as matérias-primas regionais, e colocando em prática a multidisciplinaridade e a inter-relação dos cursos do campus Lages.

Fundamentação teórica

Atualmente, estima-se que há mais de 20 mil diferentes formulações de cervejas. Essa grande variedade é obtida a partir de mudanças na fabricação da bebida; como o tempo e temperatura nas etapas de mosturação, fermentação, maturação e o uso de ingredientes diferenciados, os adjuntos, como trigo, milho, centeio, arroz, mel, mandioca, frutas, etc (SOARES, 2011). Adjuntos podem ser considerados qualquer produto ou material que forneça carboidratos para o mosto cervejeiro. Diversos autores vêm trabalhando com a adição de adjuntos em mostos cervejeiros com a finalidade de alteração na coloração e no flavor das cervejas por eles produzidas (BATISTA, 2014; HENDGES, 2014). Neste contexto, a uvaia vem como uma alternativa que pode imprimir características únicas em cervejas.

O Brasil possui uma ampla diversidade vegetal, entretanto esses recursos naturais ainda são pouco estudados (RASEIRA et al., 2004). Além disso, com o constante desmatamento e degradação do meio ambiente, perdas de diversidade genética irreversíveis estão ocorrendo para muitas dessas espécies (SARMENTO et al., 2012). As frutíferas nativas do Brasil se caracterizam por produzirem frutos diferenciados, saborosos e nutritivos (SARMENTO et al., 2012). Mata (2007) cita que as espécies frutíferas, além do consumo in natura, podem ser uma opção para agregar valor aos produtos da agroindústria.

A uvaia (*Eugenia pyriformis*) possui frutos que podem ser consumidos in natura, na forma de sucos, geleias e doces em pasta (ANDERSEN; ANDERSEN, 1988). A polpa da uvaia

apresenta as seguintes características nutricionais em 100 g: 37,6 calorias, 1,7 g de proteína, 0,4 g de lipídeos totais, 10,0 mg de cálcio, 15,0 mg de fósforo, 2,6 mg de ferro, 0,03 mg de vitamina A e 0,04 mg de vitamina B1 e B2 (LORENZI et al, 2006). Apresenta ainda umidade em torno de 90,7%, teor de ácido ascórbico variando de 33 a 39,52 mg/100 g, 1,53% (m/m) de acidez titulável, sólidos solúveis de 7,5 °Brix e razão SST/AT de 4,90 (DONADIO, 1997).

Procedimentos metodológicos

Processamento das polpas de uvaia

As uvaia foram adquiridas com produtores regionais e ficaram armazenadas congeladas (aproximadamente -18°C) no IFSC Campus Lages, até o momento da utilização que se iniciou com o processamento das polpas.

Processamento e avaliação das cervejas

Os processos de elaboração das cervejas compostas com uvaia foram realizados durante as aulas práticas do curso técnico em Biotecnologia, na unidade curricular Tecnologia de fermentações e dos cursos FIC – Produção de cerveja artesanal. O processamento da cerveja seguiu a metodologia descrita por Batista (2014), sendo processado 20 L de uma cerveja estilo Brazilian Ale. A mostura ocorreu nas temperaturas indicadas para o estilo, sendo que o mosto obtido seguiu para fervura (aproximadamente 100°C) à pressão atmosférica durante 60 minutos, com a lupulagem específica do estilo. Posteriormente foi feito o resfriamento e a aeração do mesmo. O mosto foi inoculado com levedura cervejeira. Assim foi iniciado o processo de fermentação, sob temperatura controlada em BOD por sete dias. Posteriormente, a cerveja foi engarrafada manualmente, e foram armazenadas em freezer à temperatura de 0 °C por 15 dias, para que ocorresse a maturação. A carbonatação ocorreu na própria garrafa por ação de leveduras remanescentes, através da fermentação do açúcar residual presente na cerveja e de 6 g/L de açúcar sem adição de polpa de uvaia no ensaio BA1, e com adição de 30 g/L de polpa como *priming* além do açúcar em BA2, em cada garrafa.

As determinações de pH das amostras foram realizadas conforme metodologias do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). As avaliações das concentrações dos extratos e teor alcoólico foram realizadas segundo metodologia descrita por Batista (2014). A cor e turbidez das cervejas foram determinadas através de metodologia da EBC (2005). Todas em triplicata e avaliadas por teste de Tukey.

Resultados e discussões

Os objetivos buscados neste projeto foram alcançados, sendo que foram desenvolvidas bebidas fermentadas com as turmas durante o segundo semestre de 2023, acompanhados pela bolsista, garantindo assim uma formação mais completa. Com a turma de tecnologia de fermentações e com a turma do FIC Produtor de cervejas artesanais foram produzidas uma cerveja tipo fruit beer, a partir de uma Brazilian Ale e comparadas com ensaio padrão.

Quanto às análises físico-químicas das cervejas foram observadas diferenças estatísticas nos parâmetros de pH, sendo os menores valores encontrados nas amostras adicionadas de polpa de frutas ($4,34 \pm 0,02$) em comparação com a amostra padrão ($5,00 \pm 0,01$), devido a acidez da própria fruta. Resultados mais baixos de pH foram encontrados por Canuto et al. (2010) e Melo et al. (2021) 3,30 e 3,57, para cervejas adicionadas de polpa de cupuaçu. Para os parâmetros de cor e turbidez, as amostras contendo uvaia apresentaram valores superiores estatisticamente em comparação com as amostras padrão, 25,18 EBC $\pm$ 1,25 e 99,14 EBC $\pm$ 1,29 para cerveja com uvaia e 8,35 EBC $\pm$ 0,10 e 3,26 EBC $\pm$ 0,33, respectivamente. Souza (2015) encontrou 2,67 EBC para a turbidez na cerveja produzida com gengibre amargo (*Zingiber zerumbet* L. Smith), sendo que as cervejas deste trabalho apresentaram turbidez superior ao citado na literatura para fruit beer. Tal fato pode ser explicado pela quantidade adicionada e pela espécie de fruta, que podem inferir características diferentes às cervejas.

Considerações finais

A elaboração de cervejas pelos alunos dos cursos do IFSC-Campus Lages serviram de ferramenta pedagógica para ampliar o conhecimento teórico dos alunos, associando a pesquisa com o ensino de forma efetiva. Com este trabalho também se concluiu que a polpa e uvaia interfere nas características físico-químicas dos produtos estudados. Contudo estudos mais aprofundados devem ser feitos futuramente para melhor interpretação dos efeitos da adição de polpa de frutas nativas em cervejas.

Referência ao fomento recebido

Fomento recebido do edital PROPPI n. 06/2023/DP/LGS

Referências

- ANDERSEN, O.; ANDERSEN, V. U. **Uvaia**: As frutas silvestres brasileiras. 3ª ed. São Paulo: Globo, 1989. p. 198-200.
- BATISTA, R.A. **Produção e avaliação sensorial de cerveja com pinhão (*Araucaria angustifolia*)**. 2014, p.108, (Dissertação de mestrado em Biotecnologia industrial) Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. Lorena, SP. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário da cerveja**: 2019 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : MAPA/SDA, 2020. 16 p., il. ISBN : 978-65-86803-00-6. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/anuario-da-cerveja-2019>>, Acessado em: 30/01/2021.
- DONADIO, L. C. Study of some Brazilian Myrtaceae in Jaboticabal-SP. **Acta Horticulturae**, v. 452, p.181-183, 1997.
- HENDGES, D. H. **Produção de cervejas com teor reduzido de etanol, contendo quinoa maltada como adjunto**. 2014, 93p. Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial na Área de Microbiologia Aplicada). Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, 2014.
- IAL. **Analytical Standards Adolfo Lutz Institute**: chemistry and physic methods to food analyses. 3. ed. São Paulo: IAL, 1985. 533p. v. 1.
- LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**: (de consumo in natura). Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo, 2006.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério cria câmara setorial para a cadeia produtiva da cerveja. 2019. Disponível em <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/ministerio-cria-camara-setorial-para-a-cadeia-a-produtiva-da-cerveja>>, Acessado em: 10/03/2024.
- MATA, M. E. R. C. **Potencial de uso industrial das matérias primas do semi-árido**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos estratégicos. Nota Técnica, 2007. 53p.
- RASEIRA, M.C.B. et. al. **Espécies frutíferas nativas do Sul do Brasil**. Documentos 129. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 124 p.
- SARMENTO, M.B; DA SILVA, A.C.S.; DA SILVA, C.S. Recursos genéticos de frutas nativas da família Myrtaceae no Sul do Brasil. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 24, n. 4, p. 250-262, 2012.
- SOARES, N. Tempo de mudança. **Engarrafador Moderno**, São Caetano do Sul, n. 205, p 14.22, 2011.

ECONOMIA CIRCULAR NA CADEIA VITIVINÍCOLA: UM MAPA CONCEITUAL DAS ATIVIDADES DE UM PROJETO DE PESQUISA

Divisão Temática

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

Autores: J.G. MATHIAS¹; F.C. MOSER²; V.M. BURIN³; C.P. PANCERI⁴; M.R.D. STROSCHEIN⁵; T.H.P. ALVRENGA⁶;

Edital de Chamada Pública - FAPESC No 36/2021

Resumo:

O presente trabalho apresenta através de um mapa conceitual o fluxo de atividades realizadas em um projeto de pesquisa focado na gestão de resíduos na perspectiva da economia circular. Através do mapa conceitual foi possível representar de forma gráfica as atividades executadas no projeto para a compreensão dos mais diversos públicos, sejam eles discentes, docentes, pesquisadores e profissionais da indústria. As atividades desse projeto propiciaram aos discentes participantes a compreensão do conceito da Economia Circular na prática, em um ambiente de ensino-pesquisa-extensão.

Palavras-chave: Economia Circular; Gestão de Resíduos; Vitivinicultura; Mapas Conceituais.

Introdução

O presente trabalho apresenta através de um mapa conceitual o fluxo de atividades realizadas em um projeto de pesquisa, intitulado “Inovação tecnológica e sustentabilidade no processo industrial vinícola”, através Edital de Chamada Pública - FAPESC No 36/2021, realizado entre os anos de 2022 e 2024. Proposto por docentes da UFSC e IFSC Câmpus Urupema, o objetivo central do projeto foi desenvolver inovações tecnológicas aplicadas à indústria vinícola de Santa Catarina para gestão de seus resíduos na perspectiva da economia circular.

¹ Estudante do curso de Tecnologia em Viticultura e Enologia do IFSC Câmpus Urupema, j.gui711@gmail.com

² Estudante do curso de Tecnologia em Viticultura e Enologia do IFSC Câmpus Urupema, fernandacristinamoser@gmail.com

³ Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (CAL) da UFSC, vivian.burin@ufsc.br

⁴ Docente do curso de Tecnologia em Viticultura e Enologia do IFSC Câmpus Urupema, carolina.panceri@ifsc.edu.br

⁵ Docente do curso de Tecnologia em Viticultura e Enologia do IFSC Câmpus Urupema, marcos.stroschein@ifsc.edu.br

⁶ Docente do curso de Tecnologia em Viticultura e Enologia do IFSC Câmpus Urupema, tiago.alvarenga@ifsc.edu.br

Dessa forma, o presente artigo buscou apresentar as atividades globais do projeto de pesquisa através da construção de um mapa conceitual que segundo Medeiros, Ribeiro e Souza (2020) funciona como instrumento facilitador de aprendizagem, podendo ser um recurso empregado de várias maneiras como na formação de profissionais crítico-criativos.

Fundamentação teórica

Economia Circular

A economia circular possui o objetivo de reaproveitar os resíduos de processos produtivos industriais por meio da reciclagem e reutilização, contribuindo para a sinergia econômica (PAPAMICHAEL et al., 2023). Na cadeia vitivinícola os resíduos sólidos são considerados problemas, podendo receber um outro destino (SCHAFFER et al., 2014). O quadro 1 descreve os resíduos sólidos e subprodutos referentes a cadeia produtiva vitivinícola.

Quadro 1 – Resíduos sólidos e subprodutos referentes a cadeia produtiva vitivinícola

Eixo teórico	Descrição
Resíduos sólidos não orgânicos	Um exemplo de resíduo sólido é o vidro que é altamente reciclável, gerando receita especialmente nas atividades de transformação em novos produtos (TORRES; GONÇALVES-DIAS, 2018).
Resíduos sólidos orgânicos	Resíduos sólidos da vitivinicultura são constituídos de bagaço, engaço, borras e sedimentos de filtração e clarificação (SCHAFFER et al., 2014).
Subprodutos destinados a indústria alimentícia	Os subprodutos originados do processamento da uva apresentam elevada concentração de compostos bioativos antioxidantes e fibras (DIMOPOULOU; LONVAUD-FUNEL; DOLS-LAFARGUE, 2017).
Subprodutos destinados a agricultura	Empresas utilizam o processo de compostagem, ou seja, a decomposição biológica e estabilização de componentes em condições controladas, obtendo então um material condicionador do solo ou fertilizante orgânico (SCHAFFER et al., 2014).

Fonte: elaborado pelos autores.

Dentro das atividades de produção agroindustrial as inovações tem propiciado um outro caminho para aquilo que era descartado. Essas inovações são respostas aos anseios dos *stakeholders* por mais produtividade, ou seja, produzir mais com menos e a redução e/ou eliminação de desperdícios alicerçadas em novos conhecimentos transdisciplinares (POLITA; MADUREIRA, 2022).

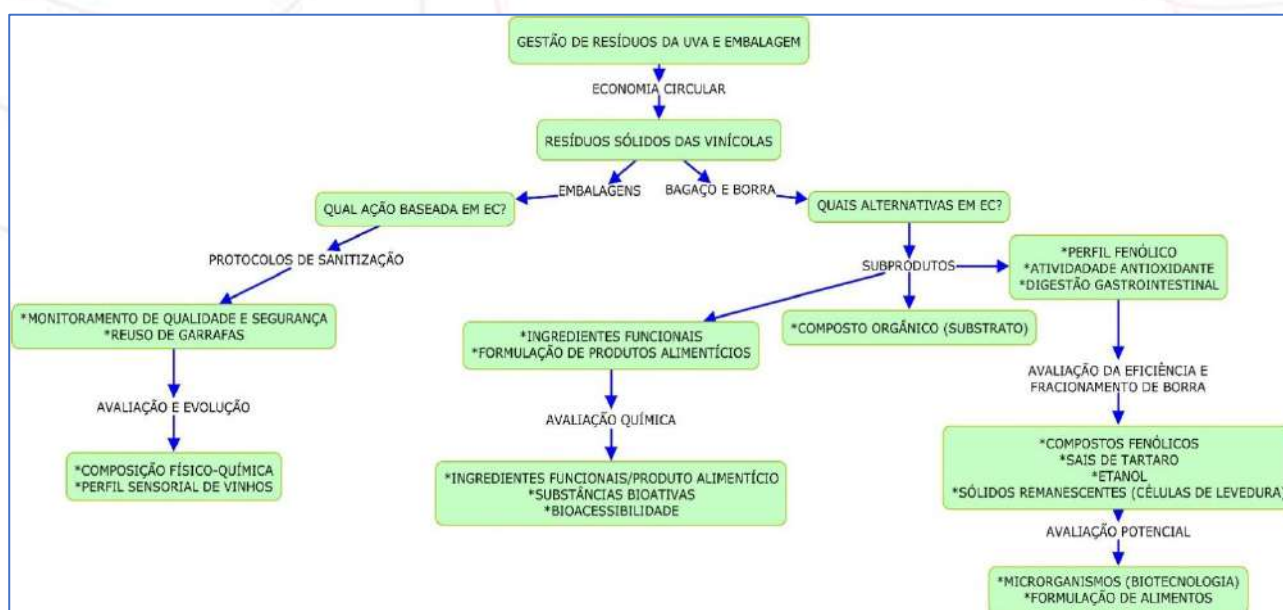
Procedimentos metodológicos

Foi elaborado um mapa conceitual das atividades realizadas do projeto de pesquisa. O mapa conceitual é a representação visual que descreve a relação de atividades e conhecimentos através de uma lógica. Ele foi criado na década de 1970 por Joseph Novak como uma técnica cognitiva de integração e relacionamento de informações. Em sua forma gráfica, os mapas correspondem a diagramas hierárquicos que mostram a organização e correspondência entre conceitos, que são apresentados por uma diferenciação progressiva, onde há um desdobramento de um conceito em outros que estão contidos (CARABETTA JÚNIOR, 2013).

Resultados e discussões

As atividades do projeto foram amplas, seguindo uma sequência lógica necessária para os objetivos propostos. O projeto se inicia com a gestão de resíduos da uva e embalagem sob a perspectiva da Economia Circular. A partir daí ações e alternativas em Economia Circular são realizadas conforme o mapa conceitual da figura 1:

Figura 1 – Mapa conceitual das atividades do projeto de pesquisa



Fonte: elaborado pelos autores através do software CmapTools – Versão 0.04.

As atividades do projeto tiveram atividades voltadas aos resíduos sólidos divididos em duas partes. A primeira focava em ações baseadas em Economia Circular focadas nas embalagens através de protocolos de sanitização, bem como o monitoramento de qualidade e segurança do reuso das garrafas.

Na segunda parte o foco foi em alternativas baseadas em Economia Circular focadas no bagaço e na borra. Nela os subprodutos gerados desses resíduos tiveram seu perfil fenólico, atividade antioxidante e digestão gastrointestinal investigados. Houve também atividades focadas na avaliação potencial de microrganismos (biotecnologia) e também para a formulação de alimentos. A possibilidade do subproduto ser utilizado como composto orgânico para fertilização de solo também foi avaliada.

As atividades do projeto foram objeto de curiosidade por parte dos estudantes, sendo os discentes de fases mais avançadas inseridos no cronograma de atividades do projeto. Essa inserção propiciou que os estudantes vivenciassem na prática os conteúdos adquiridos durante as aulas.

Considerações finais

Visualizar as atividades de um projeto de pesquisa através de um mapa conceitual facilita a compreensão dos mais diversos públicos, sejam eles discentes, docentes, pesquisadores e profissionais da indústria. Compreender as atividades de um projeto de pesquisa de forma clara e sucinta propicia a busca pelo seu teor e as possibilidades de sua aplicação na prática.

As atividades desse projeto propiciaram aos discentes participantes a compreensão do conceito da Economia Circular na prática, em um ambiente de ensino-pesquisa-extensão, onde aprenderam na prática conteúdos vistos em sala de aula, participaram das atividades de um projeto de pesquisa e compartilharam os seus resultados em eventos científicos e ações de extensão.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem a FAPESC pelo financiamento do projeto.

Referências

- CARABETTA JÚNIOR, V. A utilização de mapas conceituais como recurso didático para a construção e inter-relação de conceitos. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 37, p. 441-447, 2013.
- DIMOPOULOU, M., LONVAUD-FUNEL, A., DOLS-LAFARGUE, M. (2017). Polysaccharide Production by Grapes Must and Wine Microorganisms. In: König, H., Uden, G., Fröhlich, J. (eds) *Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine*. Springer, Cham, 2017.
- PAPAMICHAEL, I.; VOUKKALI, I.; LOIZIA, P.; STYLIANOU, M.; ECONOMOU, F.; VARDOPOULOS, I.; KLONTZA, E. E.; LEKKAS, D. F.; ZORPAS, A. A. (2023). Measuring Circularity: Tools for monitoring a smooth transition to Circular Economy. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 36, 1-12.
- POLITA, F.; MADUREIRA, L. Transições para a sustentabilidade na agricultura corporativa: inovação agroecológica na viticultura do Douro, Portugal. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 60, n.2, p. 1-12. 2022.
- SCHAFFER, N.; TORNQUIST, C. G.; MANFROI, V.; RIOS, A. O. Características químicas dos resíduos vitivinícolas e seu potencial de uso agrícola. XX Congreso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo, Cusco, Peru, 2014.
- TORRES, A. F. R.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F.. Entendendo as Estruturas da Cadeia Reversa das Garrafas de Vidro em São Paulo. In: *INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION*, 7., 2018, Barranquilla. Anais. Barranquilla: Iwac, 2018. p. 01-10.

ANÁLISE DO PARALELISMO DE GERADORES SÍNCRONOS A PARTIR DO CIRCUITO ELÉTRICO EQUIVALENTE

Divisão Temática

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

Autores: J. B. PADILHA¹; L. K. RIES²; A. P. BORTOLUZZI³; R. H. ECKSTEIN⁴

Resumo:

Neste trabalho, é apresentada uma análise do paralelismo entre geradores síncronos utilizando o circuito elétrico equivalente das máquinas. Para isso, dois geradores hipotéticos operando em paralelo foram considerados: um de maior porte, representando um barramento infinito, e outro de menor porte. Alterações na tensão induzida no gerador de menor porte foram realizadas para demonstrar que essas mudanças praticamente não interferem na tensão terminal da carga, permitindo apenas o controle da potência reativa fornecida por este gerador ao sistema.

Palavras-chave: gerador síncrono; paralelismo; barramento infinito; máquinas elétricas.

Introdução

O estudo do paralelismo entre geradores síncronos é de fundamental importância para a operação eficiente e estável de sistemas elétricos de potência. A operação em paralelo permite a divisão de carga entre múltiplas unidades, aumentando a confiabilidade e flexibilidade do sistema.

Neste estudo, foram considerados dois geradores hipotéticos operando em paralelo: um de maior porte, representando um barramento infinito, e outro de menor porte. O conceito de barramento infinito é frequentemente utilizado para simplificar a análise de sistemas de potência, assumindo que um gerador de grande porte pode manter uma tensão constante independente das variações de carga (CHAPMAN, 2013).

A principal contribuição deste trabalho reside na avaliação das alterações na tensão induzida no gerador de menor porte e seus efeitos sobre a tensão terminal da carga. Os resultados demonstram que tais alterações têm impacto mínimo na tensão

¹ Professor no Câmpus Florianópolis - Centro, Departamento de Eletrotécnica, juliano.padilha@ifsc.edu.br

² Professora no Câmpus Florianópolis - Centro, Departamento de Eletrotécnica, lisandra.ries@ifsc.edu.br

³ Professor no Câmpus Florianópolis - Centro, Departamento de Eletrotécnica, adilson.bortoluzzi@ifsc.edu.br

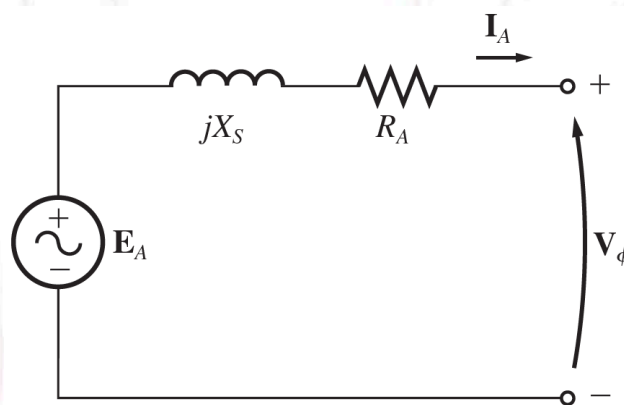
⁴ Professor no Câmpus Florianópolis - Centro, Departamento de Eletrotécnica, rafael.eckstein@ifsc.edu.br

terminal, influenciando principalmente o controle da potência reativa fornecida ao sistema por esse gerador. Este comportamento está alinhado com as expectativas teóricas (CHAPMAN, 2013; KOSOW, 1991). Ainda, este tipo de análise pode ser facilmente empregado em disciplinas que tratam do assunto.

Fundamentação teórica

O circuito elétrico equivalente por fase utilizado para representar o gerador síncrono trifásico está ilustrado na Figura 1 e é comumente encontrado na literatura.

Figura 1 – Circuito elétrico equivalente por fase de um gerador síncrono trifásico.



Fonte: CHAPMAN, 2013.

Na Figura 1, as tensões e correntes são grandezas fasoriais e os termos são assim definidos:

R_A : resistência da armadura por fase (Ω);

X_S : reatância síncrona por fase (Ω);

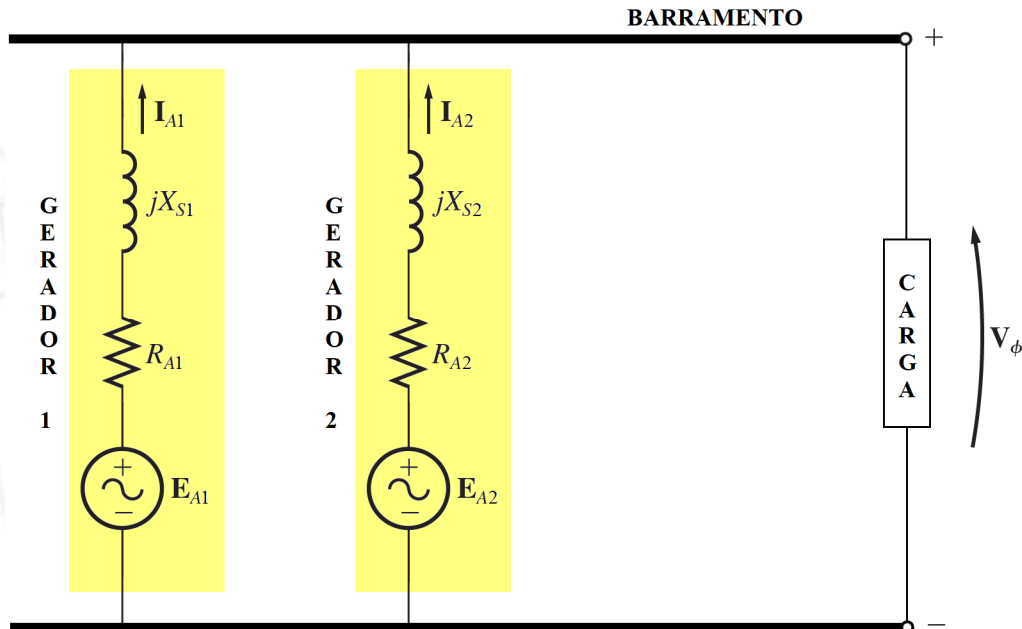
I_A : corrente de fase na armadura (A);

E_A : tensão de fase induzida na armadura (V);

V_ϕ : tensão de fase terminal na carga (V).

Já a Figura 2 ilustra uma representação, por meio de circuitos equivalentes, de dois geradores em paralelo. Essa figura trata-se do circuito elétrico a ser analisado para a obtenção dos resultados que são apresentados ao decorrer deste trabalho.

Figura 2 – Representação de dois geradores síncronos em paralelo.



Fonte: adaptado de CHAPMAN, 2013.

Procedimentos metodológicos

Primeiramente foram definidos os parâmetros dos geradores síncronos hipotéticos:
 GERADOR 1 (maior porte): $R_A = 0,01 \, \Omega$, $X_s = 0,1885 \, \text{mH}$, $E_{A1} = 240 \angle 0^\circ \, \text{V}$ (60 Hz).
 GERADOR 2 (menor porte): $R_A = 1,00 \, \Omega$, $X_s = 18,85 \, \text{H}$ e $E_{A2} = E_{A2} \angle 0^\circ \, \text{V}$ (60 Hz). E_{A2} é um valor variável.

Já a carga considerada foi do tipo RL com $R = 1,00 \, \Omega$ e $L = 1,30 \, \text{mH}$.

Após essas definições, o circuito presente na Figura 2 pode ser resolvido analiticamente ou analisado via simulação computacional em *softwares* como o PSIM (POWERSIMTECH, 2024).

Resultados e discussões

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos considerando variações para o valor de E_{A2} . Os valores de E_{A2} estão indicados em termos de E_{A1} (esse da ordem de 240 V). Ainda, na Tabela 1, Q_2 indica a potência reativa por fase referente ao GERADOR 2.

Tabela 1 – Resultados obtidos.

E_{A2} (% de E_{A1})	V_{ϕ} (V)	Q_2 (VAr)
50	218,8	-1165,6
60	219,0	-895,7
70	219,2	-625,4
80	219,4	-354,3
90	219,6	-83,1
100	219,9	+189,0
110	220,1	+461,6
120	220,3	+734,8
130	220,5	+1008,4
140	220,7	+1282,6
150	220,9	+1557,3

Fonte: elaborada pelos autores.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 1, constata-se que a tensão terminal permaneceu na faixa entre 218,8 V e 220,9 V, ou seja, permaneceu praticamente constante. Seu valor médio foi de 219,9 V com desvio padrão de 0,7 V (representando 0,32 % do valor médio). Já os valores de Q_2 apresentam grande variação, demonstrado que na operação em paralelo, o controle da tensão induzida, associado à corrente de campo, representa um controle da potência reativa entregue ao sistema pelo gerador.

Considerações finais

Neste trabalho, foi apresentada uma breve análise da operação em paralelo de geradores síncronos. Os resultados obtidos confirmaram conceitos teóricos bem estabelecidos. O uso da metodologia empregada permite uma compreensão prática do conceito de barramento infinito. Por fim, destaca-se que, embora o estudo tenha se limitado a dois geradores, é possível associar mais geradores ao barramento (ver Figura 2) para a realização de novas análises.

Referências

- CHAPMAN, S. J. **Fundamentos de máquinas elétricas**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- KOSOW, I. L. **Máquinas elétricas e transformadores**. 15. ed. São Paulo: Globo, 1996.
- POWERSIM. **Powersim Technologies Inc**. Disponível em: <https://powersimtech.com/>. Acesso em: 03 junho 2024.

ESTUDO SOBRE O APREÇO E A PRODUÇÃO DE ORGÂNICOS, NA REGIÃO OESTE DE SANTA CATARINA, ATRAVÉS DA MATEMÁTICA CRÍTICA E O APRENDIZADO DE MÁQUINA

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

**Autores: J. SAMPAIO¹; A. CARLI²; E. FORTES³.
J. LOTERIO⁴; F. FUGALI⁵.**

PROPII/DAE 03/2023

Resumo:

O projeto de pesquisa pretende aprofundar os estudos sobre a produção orgânica do oeste catarinense, a fim de auxiliar os produtores da região na mensuração do valor final de venda dos produtos, considerando além do custo de produção normal, os valores sociais e culturais existentes em sua produção, o apreço. Dessa forma o objetivo geral é analisar os valores culturais e matemáticos, o apreço, dos produtos orgânicos, na região do Oeste Catarinense. Para tanto será necessário caracterizar produtos, produtores e consumidores. Para auxiliar nessa análise, buscou-se desenvolver uma ferramenta baseada no Aprendizado de Máquina, área de Inteligência Artificial. A metodologia a ser utilizada é a participante, envolvendo pesquisa bibliográfica, oficinas de estudos e pesquisa em campo sobre os temas envolvidos ; matemática Crítica, Economia Solidária e Aprendizado de Máquina, com os envolvidos no projeto. Por fim socializar os resultados, através de eventos com a realização de Feira de Economia Solidária

Palavras-chave: Matemática Crítica; Apreço; Economia Solidária ; Ciência de dados; Aprendizado de máquina

Introdução

Ao investigar uma produção e comércio de produtos orgânicos, 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 sobre: a saúde; o bem-estar; a segurança alimentar; o sabor; a origem; a opção por produtos frescos; sem o uso de agrotóxicos. Normalmente esses os alimentos orgânicos são produzidos por pequenos agricultores,

¹ Estudante do curso Técnico em Informática do IFSC/Chapecó, sampaiojulia028@gmail.com

² Estudante do curso Técnico em Informática do IFSC/Chapecó, anitahdecarli@gmail.com

³ Estudante do curso Técnico em Informática do IFSC/Chapecó, emi.fortes42@gmail.com

⁴ Docente EBTT IFSC/Chapecó, janilson.loterio@ifsc.edu.br

⁵ Docente EBTT IFSC/Chapecó, fabiner.fugali@ifsc.edu.br

norteados desses princípios, que buscam algo além do valor financeiro retornável. Na região, há produtores que trazem experiência da produção de orgânicos. Nesses espaços, verificou-se junto às equipes, se por meio de dados quantitativos, a dificuldade de dimensionar o valor financeiro agregado aos produtos por meio da valorização dos capitais sociais e culturais destas comunidades. Algumas hipóteses que tem-se é que esses valores são impossíveis de dimensionar, como também é necessário ter uma consciência coletiva, solidária para comprá-los. Há também uma hipótese que os próprios consumidores não conseguem mensurar os valores financeiros a curto e longo prazo, nos quais os produtos orgânicos poderiam lhes proporcionar, devido a uma vida mais saudável. Para completar esse ciclo de estudos, uma vez que os alunos envolvidos serão do curso técnico em informática, pretende-se explorar o Aprendizado de Máquina. Assim existe a possibilidade de aplicar-se algoritmos de aprendizado de máquina aos dados que estão sendo gerados através do banco de dados do site e aplicativo já existentes para a quantificação do preço estipulados aos produtos e classificação de demais questões de interesse da equipe de trabalho.

Fundamentação teórica

Martins (1992), nos apresenta um ser-no-mundo-com-os-outros, "usará de todos os recursos que os alunos possuem, partindo de uma leitura do mundo deles, projetando possibilidades. É esse poder de produzir instrumentos, imaginar situações que se constitui na premissa básica de Currículo numa visão fenomenológica". (Martins, 1992, p. 80). Seguindo nessa linha, Skovsmose (2000), a matemática deve assumir uma postura crítica, a materacia. Materacia não se refere apenas às habilidades matemáticas, mas também à competência de interpretar e agir numa situação social e política estruturada pela matemática. (Skovsmose, 2000, p.19). A matemática crítica faz refletir, que há sim uma matemática que não está presente dentro da sala de aula, que pode-se chamar de matemática social. Uma matemática em que os valores, os significados, são diferentes daqueles estabelecidos de forma acadêmica, assim como propõe os estudos de Knijnik (2003).. Dessa forma poderia fazer a diferença para alguns alunos em algumas situações, e dessa forma tentar realizar uma Educação Matemática para a justiça social. Juntando a essas ideias, percebemos que, de certa forma, elas compõem o que Singer

(2000) classifica como Economia Solidária. Entendida como uma forma alternativa de economia, uma vez que está baseada em princípios de autonomia e de democracia, consiste em um exercício prático, cotidiano e coletivo, que chama atenção para o consumo para além dos aspectos monetários, antes estabelece valores sociais (Singer, 2000).

Procedimentos metodológicos

O projeto, que consiste em prever os futuros preços dos alimentos, precisamos estudar e buscar os dados antigos e adicionar os atuais. Para isso, selecionamos uma lista de alimentos, que dentro da planilha de preços da CEASA (achada na internet), tinham informações tanto de valores destes produtos orgânicos como deles convencionais, que era o que precisávamos para a pesquisa. Com base nessa planilha deles, fizemos a nossa, utilizando esses 2019. Com todos esses valores fizemos outra planilha dentro do projeto de aprendizado de máquina onde foram feitas algumas oficinas sobre o tema utilizando linguagem python. Trabalhou-se com as bibliotecas pandas, sklearn e numpy. Onde python auxilia na abertura e manipulação de dados de uma planilha eletrônica. Numpy para o trabalho com cálculos e conversões numéricas. Por fim, sklearn possui os algoritmos de aprendizado para realizar a classificação e a regressão linear entre os conjuntos de dados da planilha. Assim possibilitando o reconhecimento de padrões para o aprendizado de máquina, sendo possível realizar previsões dos preços dos produtos com dados de treino e teste.

Foram realizadas pesquisas de campo, entrevistas com produtores orgânicos e o desenvolvimento de planilhas com a APACO. Também ocorreu a divulgação, organização e suporte de feiras de economia solidária. Montagem de cestas e desenvolvimento identidade visual da logo e por fim pesquisa para comparação de preços dos produtos orgânicos. Foram feitas duas feiras de Economia Solidária, onde contávamos com a presença dos alunos do campus e fornecedores, com produtos orgânicos, e junto do festival de banda que aconteceu nos dias 24/06 e 07/12 no Campus Chapecó.

Resultados e discussões

Nossa pesquisa demorou para iniciar devido à necessidade de trâmites burocráticos. Sendo assim alcançamos parcialmente nossos objetivos. Durante o projeto nos dedicamos a buscar uma forma de organizar e levantar os dados sobre a produção orgânica na região. Inicialmente pesquisamos e dados já existentes em outros projetos, mas eles ainda não eram suficientes. Conseguimos caracterizar os produtos, com o apoio da APACO (Associação dos Pequenos Agricultores do Oeste Catarinense), no qual definimos uma lista de produtos orgânicos, para usarmos na nossa pesquisa. Porém para utilizar o aprendizado da máquina, era necessário mais dados, para conseguir desenvolver uma ferramenta de tecnologia da informação para análise de dados e tabular as estatísticas de comércio e com isso estudar algoritmos de aprendizado de máquina que utiliza funções matemáticas e plano cartesiano para possível identificação de padrões sobre os dados do site e aplicativo. Encontramos com alternativa, depois de muita pesquisa o site do Ceasa (CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SANTA CATARINA S/A) <https://www.ceasa.sc.gov.br/index.php/cotacao-de-precos> , Ceasa, cotação de preços. Com ele obtivemos um número considerável de dados. Os resultados obtidos demonstram que as previsão de janeiro de 2019, está muito próximo do realizado. Há porém muito o que melhorar, implementando uma rede neural mesmo em vez de usar algoritmo pronto de aprendizado de máquina.

Sobre a pesquisa com os produtores e consumidores de produtos orgânicos, finalizando a feira de economia solidária. Na qual percebemos que os produtores trabalham de forma orgânica e os consumidores buscam ter uma alimentação mais saudável.

Considerações finais

Através da pesquisa com produtores orgânicos podemos concluir que produzir produtos orgânicos é mais difícil que produtos convencionais e tem baixa valorização no mercado, além da maioria dos produtores orgânicos vêm de famílias simples e das regiões rurais e adquirir produtos orgânicos é mais difícil devido a falta de oferta. Através da planilha do aprendizado da máquina, percebemos que os produtos orgânicos tem menos espaço na vida cotidiana das pessoas. Pois, com a baixa valorização dos mesmos, acabam sendo menos ofertados. Com isso, os preços de alguns produtos

orgânicos se tornam "salgados" e fogem da realidade financeira da população, fazendo assim com que não sejam consumidos em larga escala. Esses resultados foram conseguidos através da planilha construída com muita pesquisa no site do CEASA - SC, entorno de produtos orgânicos e convencionais. A visão futura que temos da planilha de aprendizado da máquina, é que ela possa nos mostrar uma estimativa de preços que ambos os produtos orgânicos ou convencionais, possam ter futuramente.

Referência ao fomento recebido

PROPPI/DAE PROGRAMA DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS QUE CONTEMPLAM A "PESQUISA COMO PRINCÍPIO EDUCATIVO"

Referências

- IBGE. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.
- Freire, P. (2004). Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa (6th ed.). Paz e Terra.
- JONAS, Hans. O Princípio Responsabilidade. Rio de Janeiro: PUC Rio, 1995.
- Knijnik, G. (2003). Currículo, Etnomatemática e Educação Popular: um estudo em um assentamento do movimento sem terra. Currículo sem Fronteiras, 3(1), 96-110.
- Martins, J. (1992). Um Enfoque Fenomenológico do Currículo: Educação como Poíesis. Cortez.
- SINGER, P. Introdução à economia solidária. São Paulo: Fundação Perseu, 2000.
- Skovsmose, O. (2000). Cenário para investigação. Bolema, (14), 66-91.
- _____. Educação Matemática Crítica: A questão da democracia. Coleção: Perspectiva em
- Educação Matemática 4 ed. Campinas: Papirus, 2001.
- _____. Educação crítica: incerteza, matemática, responsabilidade. Tradução de Maria Aparecida Viggiani Bicudo. São Paulo: Cortez. 2007.
- TRIVIÑOS, Augusto. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais. São Paulo: Atlas, 1987.

MAPA VIRTUAL ACESSÍVEL POR MEIO DE REALIDADE AUMENTADA

Divisão Temática

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

Autores: C. FANK KIST¹; D. N. DALLA VECCHIA²; D. N. DALLA VECCHIA³.
Orientadores: J. LOTÉRIO⁴; J. M. DANTAS CANUTO⁵.

Resumo:

O mapa virtual por meio da Realidade aumentada (RA) é uma tecnologia assistiva que pode ser utilizada para promover a autonomia de locomoção no IFSC Campus Chapecó, sobretudo para pessoas com deficiências auditivas, a partir da descrição dos espaços de forma simples e acessível, disponibilizando maior facilidade em relação a mapas convencionais. Neste projeto, foram usados marcadores de RA que, ao serem identificados pela câmera do celular do usuário, realizam a chamada dos vídeos, que contêm identificação e descrição dos blocos, salas e do ambiente do campus, contando com interpretação em Língua Brasileira de Sinais (Libras), legendas em texto e descrição em áudio, objetivando alcançar diferentes necessidades. Para ser direcionado ao uso da RA, o usuário acessa inicialmente um site web por meio de links em painéis físicos dispostos pelo campus, site que orienta sobre o uso da ferramenta. Durante todo o percurso do mapa, os pontos utilizados como marcadores de RA foram pré-definidos e cadastrados conforme especificidades do campus. Além disso, os painéis projetados funcionam como marcadores físicos para que o usuário escolha até qual bloco deseja se locomover. Para a implementação da ferramenta no campus, ainda são necessárias revisões de acessibilidade e funcionamento para aprimorar o desempenho da tecnologia. Em suma, aponta-se que a ferramenta desenvolvida pode ser utilizada para melhoria da acessibilidade do IFSC Chapecó, bem como em outras localidades, visto que o projeto pode ser aplicado em outros contextos, considerando as diversas possibilidades de uso da RA, de modo a tornar um ambiente mais inclusivo.

Palavras-chave: realidade aumentada; acessibilidade; mapa virtual.

Introdução

A acessibilidade é a facilidade de acesso entre bens, pessoas e atividades, sendo o objetivo principal ao estudar e planejar a mobilidade (ALVES, 2006). Dessa forma, a acessibilidade deve usar recursos e ferramentas para equalizar a mobilidade das diferentes pessoas. Esse cenário evidencia que "as pessoas que necessitam do auxílio de

¹ Egressa do curso técnico em informática do IFSC, camila.fank19@gmail.com.

² Egressa do curso técnico em informática do IFSC, danielandv67@gmail.com.

³ Egressa do curso técnico em informática do IFSC, danielidondallavecchia@gmail.com.

⁴ Orientador do projeto, janilson.loterio@ifsc.edu.br.

⁵ Orientador do projeto, jackson.meires@ifsc.edu.br.

outras para alcançar seus objetivos não vivenciam a essência do conceito de acessibilidade universal em nenhum momento." (DALL'AGNOL; CAZASSUS, 2017). Isto é, muitos espaços não possuem estrutura adequada para garantir a circulação acessível, especialmente para pessoas com deficiência, contudo a acessibilidade autônoma é essencial para uma mobilidade inclusiva e equitativa.

Nesse contexto, é fundamental facilitar o acesso aos espaços do IFSC Chapecó, promovendo a autonomia de locomoção. Assim, o mapa virtual por meio da Realidade Aumentada (RA) mostra-se como um recurso para um deslocamento seguro e independente, beneficiando pessoas que necessitem de auxílio na orientação e mobilidade pelo campus. O projeto teve início na disciplina de Oficina de Integração IV, durante o semestre de 2023/1 do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio no IFSC Chapecó, na qual demonstrou-se a viabilidade da ferramenta, com perspectivas de aprimoramento e implementação.

Para o desenvolvimento do projeto, utilizou-se a RA como ferramenta para facilitar a locomoção de pessoas com deficiências auditivas, bem como outras que necessitem, incluindo descrições das rotas com adaptações em vídeo com áudio, legenda em texto e interpretação em Libras. Esse mapa virtual atende diversas necessidades de acessibilidade, sugerindo a ampliação do uso de tecnologias como a RA em diversos espaços públicos e estabelecimentos, não apenas no IFSC Chapecó.

Fundamentação teórica

A tecnologia tem sido uma chave importante para promover a inclusão e acessibilidade. O Estatuto da Pessoa com Deficiência, Lei 13.146, de 6 de julho de 2015, assegura o direito a um sistema educacional inclusivo para toda pessoa com deficiência. Este princípio é responsabilidade do Estado, família, comunidade escolar e sociedade, sendo necessários esforços para integrar pessoas com deficiências em ambientes educacionais, assegurando, dessa forma, a lei. Assim, ao construir maneiras de facilitar a inserção autônoma desse público, por meio de tecnologias assistivas, como Realidade Aumentada (RA), pode-se potencializar a criação de um sistema educacional inclusivo. A RA combina informações digitais com o mundo real, proporcionando uma experiência imersiva que pode aumentar a autonomia e inclusão de pessoas com deficiências.

No Brasil, cerca de 5% da população possui deficiências visuais ou auditivas, segundo a pesquisa de Indicadores de Saúde - Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) de 2019, sendo 3,4% deficiência visual e 1,1% deficiência auditiva. Isso representa mais de 10 milhões de brasileiros que podem se beneficiar de tecnologias que facilitam o acesso aos ambientes e proporcionam maior independência. A implementação de tecnologias assistivas em ambientes educacionais, como este mapa virtual proposto, é uma busca por garantir o direito à educação para todos, bem como o direito à acessibilidade.

De acordo com o artigo 9 da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da Organização das Nações Unidas (ONU), tratado internacional ratificado pelo Brasil em 2008:

[...] os Estados Partes tomarão as medidas apropriadas para assegurar às pessoas com deficiência o acesso, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas, ao meio físico, ao transporte, à informação e comunicação, inclusive aos sistemas e tecnologias da informação e comunicação, bem como a outros serviços e instalações abertos ao público ou de uso público, tanto na zona urbana como na rural.

Dessa forma, busca-se adequar os ambientes para que possam ser utilizados por todos.

Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento do projeto, foi utilizada a Realidade Aumentada (RA), por meio do estúdio *Web.Ar-Studio* — uma plataforma online que permite cadastrar e interligar vídeos e marcadores, embora exija a instalação de uma extensão em celulares — para criar um mapa virtual com descrições dos ambientes de maneira simplificada, de modo a disponibilizar uma maior facilidade em relação a mapas convencionais. Durante todo o percurso do mapa, os pontos utilizados como marcadores de RA foram definidos e cadastrados conforme especificidades do espaço do campus. Ao serem identificados pela câmera do celular do usuário, os marcadores ativam vídeos contendo descrições dos blocos, salas ou do ambiente, usando interpretação na Libras — com auxílio da plataforma *Hand Talk* —, legendas em texto e descrição em áudio, objetivando abarcar diferentes demandas de acessibilidade.

Além disso, o mapa virtual é acesso por meio de um site web, utilizando as linguagens de marcação e de programação JavaScript, HTML, e CSS, funcionando como página inicial que inclui as orientações necessárias para utilizar o mapa de forma adequada, contando também com recursos de acessibilidade através do uso de ferramentas como leitura dos textos em áudio, opção de alto contraste de cores e alteração do tamanho da fonte. O site permite que pessoas com deficiências visuais e auditivas ou pessoas que não conhecem os espaços do campus possam se localizar de forma simples e com autonomia dentro do IFSC Chapecó.

Resultados e discussões

A implantação do projeto no campus do IFSC Chapecó começou com uma base teórica sobre as tecnologias e bibliotecas disponíveis, como Mind.AR e A-Frame. Contudo, dificuldades na compatibilidade e integração dessas bibliotecas com vídeos levaram à escolha do *Web.AR Studio*. A aplicação prática envolveu a criação de pontos no campus onde vídeos são ativados por marcadores em locais como placas de salas, escadas e entradas dos blocos, oferecendo descrições em áudio, legendas em texto e animações em Libras. Para este último, sugere-se, no futuro, utilizar intérpretes humanos para melhorar a expressividade e a comunicação na língua.

Dado o exposto, pode-se sugerir que os resultados do presente projeto demonstram a importância do uso das tecnologias de Realidade Aumentada para atender as necessidades específicas de acessibilidade e orientação no contexto espacial. Além disso, o projeto enfatiza a importância de incorporar recursos de acessibilidade, garantindo que as informações estejam disponíveis a um público diverso, destacando, de modo complementar, a relevância de continuidade e aprimoramento das técnicas desenvolvidas.

Considerações finais

Este projeto visou melhorar a acessibilidade no campus do IFSC Chapecó por meio da integração da RA com informações sobre rotas e espaços, desenvolvendo uma tecnologia assistiva para promover a autonomia de locomoção, especialmente para o

público-alvo. A escolha do Web.AR Studio como plataforma de RA mostrou-se eficaz na integração de vídeos explicativos e marcadores, apesar dos desafios de compatibilidade com alguns dispositivos móveis, com a expectativa de que a tecnologia evolua e se torne mais acessível no futuro.

Para ações futuras, é necessário refazer os vídeos descritivos com um intérprete humano de Libras para facilitar a compreensão, fixar painéis de acesso ao mapa nos pontos selecionados e testar frequentemente os marcadores espalhados pelo campus, considerando possíveis melhorias. Com painéis prontos e vídeos descritivos com intérpretes humanos, será possível realizar testes de usabilidade e analisar métricas de aplicabilidade do mapa virtual, buscando identificar melhorias. Este projeto tem grande potencial para melhorar a experiência dos estudantes e visitantes no IFSC Chapecó, promovendo maior autonomia e compreensão dos espaços, e pode ser aplicado em outras localidades para tornar os espaços mais acessíveis por meio da RA.

Referências

ALVES, Mário. **Mobilidade e acessibilidade: conceitos e novas práticas**. Indústria e Ambiente, v. 55, p. 12-14, 2006.

BRASIL. Ministério da Economia, 2020. **VLibras - Tradutor de Libras para Língua Portuguesa**. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/vlibras>. Acesso em: 17/09/2023.

DALL'AGNOL, Talita; CAZASSUS, Luciene. **A importância da acessibilidade para a inclusão de pessoas com deficiência**. Noções de Direito das Pessoas com Deficiência In: Diário Da Inclusão Social, 2017. Disponível em: <https://diariodainclusaosocial.com/2017/11/07/a-importancia-da-acessibilidade-para-a-inclusao-de-pessoas-com-deficiencia/>. Acesso em 05/05/2023.

CONCRETO ECOEFICIENTE DE ULTRA-ALTO DESEMPENHO COM INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS DE ROCHAS

Divisão Temática

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

L. F. Z. TRENTIN¹; A. R. FARIAS²; A. FRARE³; A. G. BORÇATO⁴

Edital nº 02/2023/PROPPI - Universal

Resumo:

A indústria cimenteira impacta negativamente o meio ambiente devido às elevadas emissões de CO₂ associadas ao processo produtivo do cimento Portland (CP). Dessa forma, buscar mitigar esse efeito é de grande importância atualmente. Uma das possibilidades é a substituição parcial do CP por resíduos industriais. Assim, esta pesquisa buscou avaliar a resistência à compressão e a ecoeficiência de concreto de ultra-alto desempenho (*Ultra High Performance Concrete* - UHPC) produzido com a incorporação de resíduos de rochas. Foram produzidos sete traços de UHPC com substituição em massa do cimento Portland (CP) por resíduos de marmoraria (RM) e pedreira (RP). Os percentuais de substituição foram de 5%, 10% e 15%. Ensaios de resistência à compressão e análise de ecoeficiência foram realizados aos 7, 28 e 91 dias. Os resultados mostraram que todos os traços produzidos com incorporação de resíduos foram mais ecoeficientes quando comparados ao traço de referência. Os traços com 5% de incorporação de ambos os resíduos apresentaram os melhores resultados de resistência à compressão. Em suma, há viabilidade na incorporação de resíduos de rocha na produção de UHPC.

Palavras-chave: Concreto de ultra-alto desempenho; ecoeficiência; resíduo de pedreira; resíduo de marmoraria.

Introdução

A construção civil é uma das atividades que mais impactam negativamente o meio ambiente. Ela emite elevadas quantidades de poluentes devido à extração de matéria-prima, além de gerar grande quantidade de resíduos sólidos. O cimento Portland (CP) é um dos maiores contribuintes dessa realidade. A produção de CP é responsável por 7% da emissão de CO₂ produzida pelo homem (SNIC, 2019). O Brasil é responsável por uma

¹ Estudante do curso Técnico em Edificações do Instituto Federal de Santa Catarina, luiz.fzt@aluno.ifsc.edu.br

² Estudante do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina, alana.rf@aluno.ifsc.edu.br

³ Docente do Instituto Federal de Santa Catarina, andreza.frare@ifsc.edu.br

⁴ Docente do Instituto Federal de Santa Catarina, allan.borcato@ifsc.edu.br

intensa atividade industrial de extração e beneficiamento de rochas ornamentais, como granitos e mármore. Entretanto, essas atividades geram uma elevada quantidade de resíduos, que podem causar consequências negativas ao meio ambiente. Dessa forma, esta pesquisa buscou um modo de aproveitar esses resíduos sólidos gerados por essas indústrias, incorporando-os na produção de UHPC, visando obter propriedades mecânicas adequadas e maior ecoeficiência.

Fundamentação teórica

O UHPC é um material com alto desempenho e propriedades avançadas, amplamente utilizado em ambientes agressivos, construções de pontes, rodovias, edificações de grande porte, entre outras aplicações (FENG *et al.*, 2023). A dosagem do UHPC consiste em uma proporção extremamente baixa de a/c (água/cimento), um consumo elevado de CP, adição de sílica ativa (SA), utilização de superplastificantes (SP) e a substituição de agregados graúdos por agregados miúdos. O UHPC possui um consumo elevado de CP em sua composição, o que é responsável por emissões significativas de CO₂ durante seu processo produtivo, acarretando efeitos nocivos ao meio ambiente. Dessa forma, a busca pela diminuição do consumo de CP, substituindo-o parcialmente por outros materiais que gerem menores impactos ambientais em sua produção ou até mesmo resíduos de descarte gerados pela construção civil ou por outros setores, vem se tornando um grande interesse mundial (DOBISZEWSKA *et al.*, 2023).

Procedimentos metodológicos

O resíduo de mármore (RM) foi obtido através de uma doação de uma marmoraria localizada no município de São Carlos – SC, e o resíduo de pedreira (RP) foi obtido através de uma doação de uma pedreira localizada no município de Guatambu – SC. Ambos os materiais foram secos em uma estufa a uma temperatura de 100°C. Após isso, os resíduos foram peneirados em uma peneira com abertura de malha de 0,075 mm (#200). O cimento Portland (CP) utilizado nesta pesquisa foi o CP V – ARI. A partir disso, foram desenvolvidos sete traços de UHPC, sendo um de referência e os demais com a substituição em massa do CP por 5%, 10% e 15% pelos resíduos (Tabela 1). Um

superplastificante (SP) à base de policarboxilatos foi utilizado na produção dos UHPC. Após a mistura das matérias-primas, as amostras de UHPC foram moldadas em moldes cúbicos (50 mm). Após 24 horas, as amostras foram desmoldadas e mantidas sob a condição de cura submersa em água saturada com cal até a idade dos ensaios.

Tabela 1 - Dosagem dos UHPC produzidos

ID	CP (kg/m ³)	RP (kg/m ³)	RM (kg/m ³)	SA (kg/m ³)	Areia (kg/m ³)	Água (kg/m ³)	SP (kg/m ³)	a/b (kg/m ³)
REF	844,8	-	-	211,2	1056,0	117,2	31,7	0,18
M05	801,2	-	42,2	210,8	1054,2	176,9	31,6	0,18
M10	757,7	-	84,2	210,5	1052,4	176,6	31,5	0,18
M15	714,4	-	123,1	210,1	1050,6	176,3	31,5	0,18
P05	801,8	42,2	-	211,0	1055,0	177,1	31,6	0,18
P10	758,9	84,3	-	210,8	1054,0	176,9	31,6	0,18
P15	716,1	126,4	-	210,6	1053,1	176,7	31,6	0,18

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O ensaio de resistência à compressão foi realizado conforme a norma ASTM C109 (ASTM, 2012). Quatro amostras foram ensaiadas em cada idade para cada traço. A análise de ecoeficiência foi realizada a partir de dados da literatura (CAMPOS *et al.*, 2022). A Tabela 2 apresenta os dados utilizados para a análise de ecoeficiência dos UHPC.

Tabela 2 - Dados para análise de ecoeficiência dos UHPC produzidos

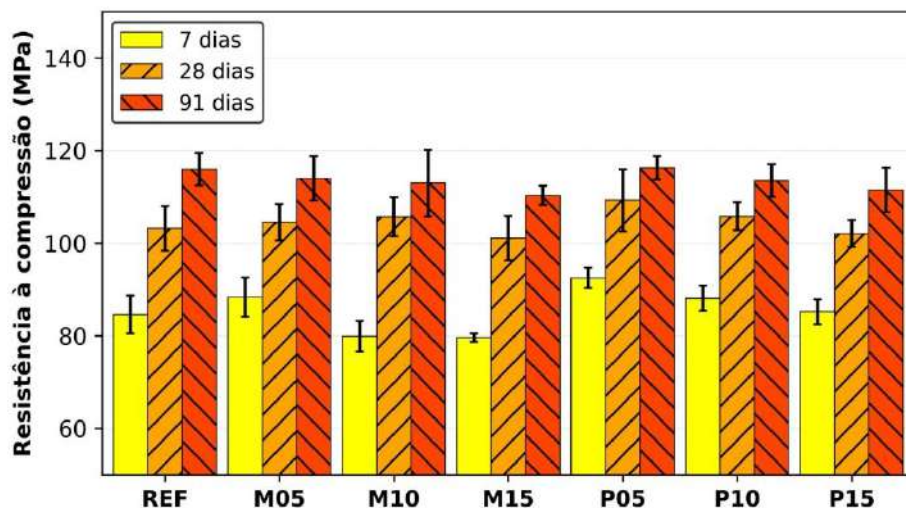
Materiais	CP	RP	RM	SA	Areia	Água	SP
Emissão de CO ₂ /ton.	0,863	0,03	0,03	0,014	0,0016	0,015	1,113
Massa específica (kg/m ³)	3050	2860	2720	2200	2630	1000	1120

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Resultados e discussões

A Figura 1 apresenta o resultado do ensaio de resistência à compressão. Os resultados indicam que o aumento do teor de substituição do CP por ambos os resíduos no UHPC promove a redução da resistência à compressão. Para ambos os resíduos, o percentual de 5% de substituição do CP promoveu o melhor resultado em termos de desempenho mecânico.

Figura 1 – Resistência à compressão aos 7, 28 e 91 dias de idade



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Por outro lado, o teor de 15% de substituição do CP pelos resíduos promoveu uma redução da resistência à compressão de 4,9% e 3,9% para os traços M15 e P15, quando comparados ao traço de referência (REF) aos 91 dias, respectivamente. A Tabela 3 apresenta o resultado da análise de ecoeficiência.

Tabela 3 - Resultado da análise de ecoeficiência dos UHPC produzidos

ID	CP (%)	Resíduo (%)	CO ₂ total (kg/m ³)	7 dias CO ₂ /MPa/m ³	28 dias CO ₂ /MPa/m ³	91 dias CO ₂ /MPa/m ³
REF	100	0	772,2	9,1	7,5	6,7
M05	95	5	735,8	8,3	7,0	6,5
M10	90	10	699,5	8,8	6,6	6,2
M15	85	15	663,3	8,3	6,6	6,0
P05	95	5	736,4	8,0	6,7	6,3
P10	90	10	700,6	8,0	6,6	6,2
P15	85	15	664,8	7,8	6,5	6,0

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Apesar da redução da resistência à compressão em alguns traços com incorporação de resíduos, todos os traços com incorporação de resíduos foram mais ecoeficientes que o traço de referência em todas as idades analisadas. Os traços M15 e P15 alcançaram os melhores resultados, com valores de 6,0 kg de CO₂/MPa/m³ aos 91 dias de idade, para ambos. Isso representa uma redução de 34% das emissões quando comparado ao traço de referência (REF).

Considerações finais

A partir da execução do programa experimental, pode-se concluir que a incorporação de resíduos de rochas pode ser viável para aumentar a ecoeficiência do UHPC. Além disso, os traços com 5% de substituição de ambos os resíduos produziram desempenho mecânico semelhante ao traço de referência. Em suma, os resultados mostram que ambos os resíduos apresentam potencial na produção de UHPC, contribuindo para a mitigação das emissões de CO₂ na atmosfera provenientes da indústria cimenteira. Além disso, a incorporação de resíduos no UHPC também fornece uma destinação final adequada para esses resíduos.

Referência ao fomento recebido

Esta pesquisa recebeu fomentos do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) por meio do Edital nº 02/2023/PROPPI – Universal.

Referências

American Society for Testing and Materials. **ASTM C 109**: Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars. 2012.

CAMPOS, H. F.; BELLON, A. L.; LARA E SILVA, E. R.; VILLATORE, M. Eco-efficient concrete, optimized by Alfred's particle packing model, with partial replacement of Portland cement by stone powder. **IBRACON Structures and Materials Journal**, v. 15, 2022.

DOBISZEWSKA, M. et al. Utilization of rock dust as cement replacement in cement composites: An alternative approach to sustainable mortar and concrete productions. **Journal of Building Engineering**, v. 69, 2023. DOI: 10.1016/j.jobbe.2023.106180

FENG, Z. et al. Effect of polypropylene fiber on early-age properties and stress relaxation of ultra-high-performance concrete under different degrees of restraint. **Journal of Building Engineering**, v. 68, 2023 DOI: 10.1016/j.jobbe.2023.106035

SNIC - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. **Relatório Anual**, 2019. Rio de Janeiro, 2019.

ANÁLISE DE Sensores comerciais de Tensão e Corrente

Divisão Temática

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

Autores: E. G. J. DE OLIVEIRA¹, N. N. F. VIEIRA²; J. B. PADILHA³;
A. P. BORTOLUZZI⁴; R. L. ALVES⁵

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
EDITAL Nº 14/2023/PROPI/DAE

Resumo:

Neste trabalho são apresentados três sensores comerciais para medições em corrente alternada (CA): dois que medem tensão e um que mede corrente. As análises efetuadas consistiram em mensurar os sinais de saída em função dos sinais de entrada. Dois dos sensores apresentaram uma resposta praticamente linear enquanto um apresentou observável não linearidade.

Palavras-chave: sensor de corrente; sensor de tensão; linearidade; não linearidade.

Introdução

A partir da terceira revolução industrial e agora com a Indústria 4.0, o uso de sensores se tornou mais recorrente, principalmente devido as suas aplicações na automatização de processos. Em alguns casos, os sensores podem apresentar apenas dois estados: nível lógico alto ou baixo. Já em outros, a saída é um sinal analógico e, nesses casos, estabelecer uma relação entre a real grandeza medida e o sinal de saída do sensor é de suma importância para mensurar com precisão o que se mede. Assim, buscando interpretar os sinais provenientes de sensores de tensão e corrente, neste trabalho são apresentados resultados experimentais de três sensores comerciais para medições em corrente alternada: dois de tensão e um de corrente.

Contextualizando, cabe destacar que este trabalho compreende uma das etapas de um projeto de pesquisa que visa à confecção de um medidor de energia elétrica portátil.

¹ Estudante do curso Engenharia Mecatrônica – Câmpus Florianópolis – Centro, emanoel.gjo@aluno.ifsc.edu.br

² Estudante do curso Técnico em Eletrotécnica – Câmpus Florianópolis – Centro, nicolle.fv2005@aluno.ifsc.br

³ Professor no Câmpus Florianópolis – Centro, Departamento de Eletrotécnica, juliano.padilha@ifsc.edu.br

⁴ Professor no Câmpus Florianópolis – Centro, Departamento de Eletrotécnica, adilson.bortoluzzi@ifsc.edu.br

⁵ Professor no Câmpus Florianópolis – Centro, Departamento de Eletrotécnica, ricardoalves@ifsc.edu.br

Fundamentação teórica

Os sensores analisados funcionam pelo princípio do efeito Hall, que consiste no desenvolvimento de uma diferença de potencial (tensão Hall) em um condutor elétrico quando ele está sujeito a um campo magnético perpendicular à corrente elétrica. Assim, a saída dos sensores é uma diferença de potencial que se relaciona de forma linear ou não linear com a tensão/corrente medida. A linearidade é desejada na maioria das vezes, embora nem sempre exequível devido a fatores como a saturação magnética de materiais. Além disso, alguns sensores podem apresentar linearidade dentro de uma faixa específica de operação.

Procedimentos metodológicos

A metodologia consistiu na obtenção de resultados para três diferentes sensores comerciais. O primeiro sensor analisado foi o sensor de corrente ACS712, o segundo foi o sensor de tensão ZMPT101B e o terceiro foi o sensor de tensão AC GBK Robotics. Para cada um deles, foram impostos diferentes níveis de sinal de entrada, com o sinal de saída (tensão) observado com o uso de um osciloscópio. Ainda, todos os sensores são alimentados em 5 V_{CC} e têm no sinal de saída um nível CC com metade desse valor.

Resultados e discussões

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para o primeiro sensor.

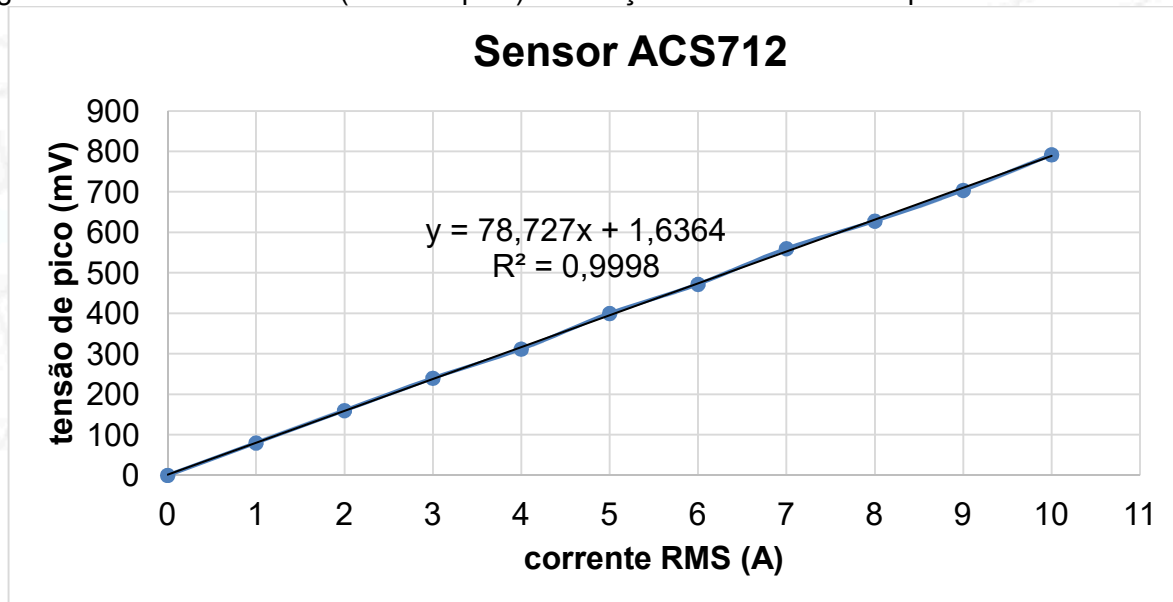
Tabela 1 – Resultados experimentais obtidos com o sensor ACS712.

corrente RMS de entrada (A)	tensão de pico na saída do sensor* (mV)
0	0
1	80
2	160
3	240
4	312
5	400
6	472
7	560
8	628
9	704
10	792

Fonte: elaborada pelos autores.*Desconsiderando o nível CC.

Com os dados da Tabela 1, obteve-se o gráfico representado na Figura 1.

Figura 1 – Tensão de saída (valor de pico) em função da corrente RMS para o sensor ACS712.



Fonte: elaborada pelos autores.

Pela Figura 1, consta-se uma boa aderência dos resultados experimentais à equação da reta (relação linear entre as grandezas), com o coeficiente de determinação (R^2) ficando na ordem de 0,9998.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para o segundo sensor.

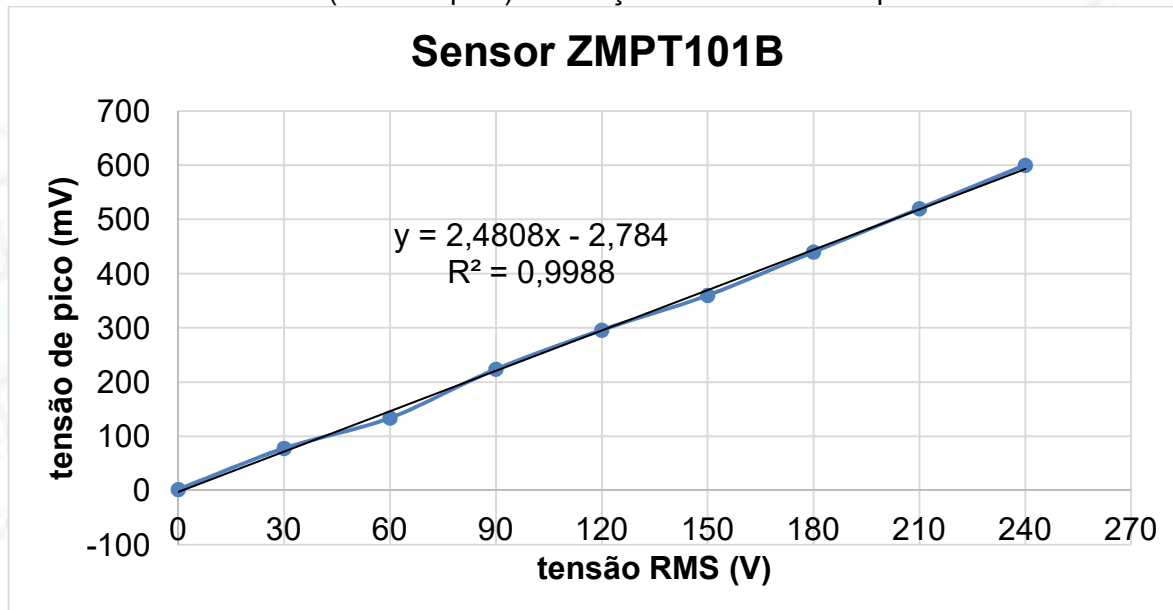
Tabela 2 – Resultados experimentais obtidos com o sensor ZMPT101B.

tensão RMS de entrada (V)	tensão de pico na saída do sensor* (mV)
0	2
30	78
60	134
90	224
120	296
150	360
180	440
210	520
240	600

Fonte: elaborada pelos autores.*Desconsiderando o nível CC.

Com os dados da Tabela 2, obteve-se o gráfico representado na Figura 2.

Figura 2 – Tensão de saída (valor de pico) em função da tensão RMS para o sensor ZMPT101B.



Fonte: elaborada pelos autores.

Pela Figura 2, consta-se uma boa aderência dos resultados experimentais à equação da reta, com o coeficiente de determinação (R^2) ficando na ordem de 0,9988.

Por fim, a Tabela 3 apresenta os resultados obtidos para o terceiro sensor.

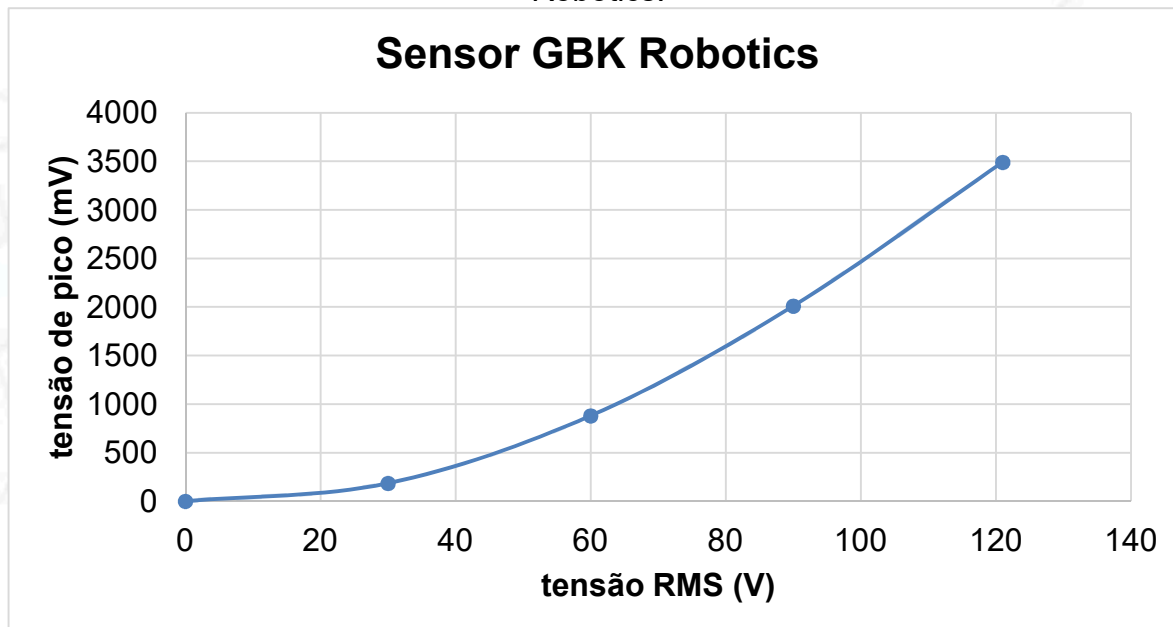
Tabela 3 – Resultados experimentais obtidos com o sensor GBK Robotics.

tensão RMS de entrada (V)	tensão de pico na saída do sensor (mV)
0	0
30	185
60	880
90	2010
121	3490

Fonte: elaborada pelos autores.

Com os dados da Tabela 3, obteve-se o gráfico representado na Figura 3.

Figura 3 – Tensão de saída (valor de pico) em função da tensão RMS para o sensor GBK Robotics.



Fonte: elaborada pelos autores.

Pela Figura 3, observa-se visualmente que há uma não linearidade entre os sinais de entrada e saída, o que impede que uma aproximação linear seja aplicada de forma satisfatória nesse caso.

Considerações finais

Constatou-se que, dentre os três sensores analisados, dois apresentaram uma excelente relação linear entre os sinais de entrada e saída, possibilitando seus empregos para a obtenção de medições precisas. Já o terceiro sensor, embora seja possível modelar matematicamente a relação entre o sinal de saída e o de entrada, a característica não linear dessa relação dificulta seu emprego para medições.

Referências

- BERNUY, MIGUEL ANGEL CHINCARO. **Medidor de Corrente Microcontrolado Utilizando Sensor de Efeito Hall**. Londrina, 2007.
- CARVALHO, MARCELO DE FRAGA. **Sensor Angular Baseado em Efeito Hall**. Departamento de Engenharia Elétrica.
- ARAÚJO, C. A. S. **Física dos Materiais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
- SILVA, A. C. **Sensores de Corrente Baseados no Efeito Hall**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA O PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE: SUBROTAS *VERSUS* HEURÍSTICA DO VIZINHO MAIS PRÓXIMO

Divisão Temática

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

Autores: J. B. PADILHA¹; L. K. RIES²; R. L. ALVES³; A. F. ZEITUNE⁴

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)

Resumo:

O Problema do Caixeiro Viajante (PCV) é um problema clássico de otimização combinatória, desafiador devido ao crescimento exponencial das possíveis rotas à medida que o número de cidades aumenta. Neste trabalho é apresentado um comparativo de dois métodos distintos para resolver o PCV: um método que emprega subrotas e o método heurístico do vizinho mais próximo. O primeiro decompõe o problema em subrotas menores, enquanto o segundo constrói a rota de maneira iterativa, selecionando sempre a cidade mais próxima ainda não visitada.

Palavras-chave: problema do caixeiro viajante (PCV); otimização; subrotas; heurística.

Introdução

O Problema do Caixeiro Viajante (PCV) é um dos desafios mais estudados na teoria da otimização combinatória e na pesquisa operacional. Ele apresenta um desafio aparentemente simples: determinar a rota mais curta para um caixeiro visitar um conjunto de cidades exatamente uma vez e retornar ao ponto de partida. No entanto, essa tarefa direta esconde uma enorme complexidade, especialmente à medida que o número de cidades envolvidas aumenta, levando a uma explosão exponencial de rotas potenciais.

Diversas abordagens têm sido propostas para encontrar soluções eficientes para o PCV. Entre essas abordagens, destacam-se os métodos heurísticos, que procuram soluções aproximadas em um tempo razoável, e os métodos exatos, que garantem encontrar a solução ótima, mas muitas vezes a um custo computacional elevado.

¹ Professor no Câmpus Florianópolis – Centro, Departamento de Eletrotécnica, juliano.padilha@ifsc.edu.br

² Professora no Câmpus Florianópolis – Centro, Departamento de Eletrotécnica, lisandra.ries@ifsc.edu.br

³ Professor no Câmpus Florianópolis – Centro, Departamento de Eletrotécnica, ricardoalves@ifsc.edu.br

⁴ Professor no Câmpus Florianópolis – Centro, Departamento de Eletrotécnica, anesio.felipe@ifsc.edu.br

Este estudo aprofunda-se em uma análise comparativa de dois métodos distintos para resolver o PCV: um que utiliza subrotas e outro conhecido como heurística do vizinho mais próximo. O objetivo principal é avaliar qual método produz a rota geral mais curta e o tempo computacional requerido por cada um desses métodos.

Fundamentação teórica

Método de subrotas

A estratégia aqui utilizada consiste em dividir o problema em subproblemas menores e mais gerenciáveis. Seções menores da rota (subrotas) são resolvidas e integradas em uma solução abrangente.

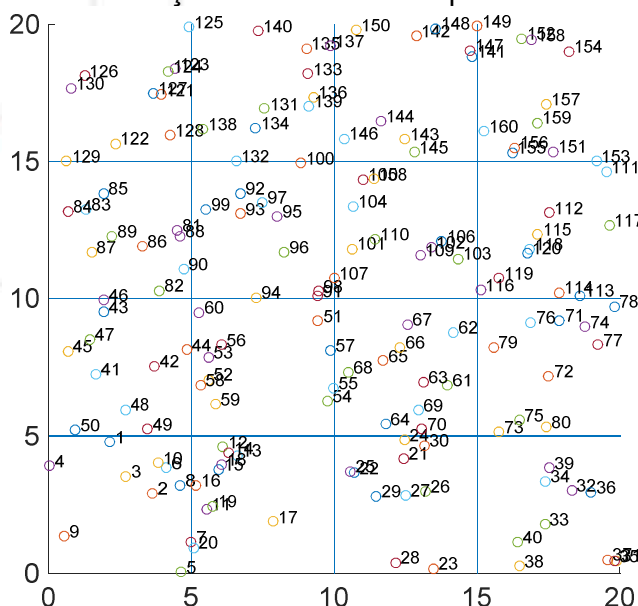
Método heurístico do vizinho mais próximo

Este método emprega uma abordagem iterativa, construindo a rota passo a passo, sempre selecionando a cidade não visitada mais próxima como o próximo destino.

Procedimentos metodológicos

Inicialmente, delimitou-se o espaço onde as cidades foram distribuídas. Esse espaço foi dividido em 16 quadrantes, cada um contendo 10 cidades aleatoriamente posicionadas (a Figura 1 exemplifica esse arranjo), totalizando 160 cidades.

Figura 1 – Localização das cidades em quadrantes: exemplo.



Fonte: elaborada pelos autores.

Para o método de subrotas, adotou-se o seguinte procedimento:

- (a) Utilizando força bruta, determinou-se a menor subrota em cada quadrante.
- (b) Com as subrotas em mãos, testaram-se todas as combinações possíveis entre elas para formar a rota final.

A menor rota final obtida no item (b) será comparada com a rota obtida pelo método heurístico do vizinho mais próximo.

Os algoritmos foram elaborados em linguagem Matlab e executados em um *hardware* com processador Core i7-6700HQ e com 16GB de memória RAM.

Resultados e discussões

Ao todo, foram realizadas 10 simulações, ou seja, resultados para 10 distribuições distintas das cidades foram avaliados. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1. A diferença calculada, presente na tabela, assume o método do vizinho mais próximo como referência.

Tabela 1 – Resultados obtidos.

simulação	distância total		diferença (%)
	vizinho mais próximo	subrotas	
01	261,7274	308,6381	+17,92
02	260,1045	306,8697	+17,98
03	265,0901	313,8810	+18,41
04	247,0781	307,7658	+24,56
05	242,1667	331,8693	+37,04
06	243,2744	322,6144	+32,61
07	254,1073	339,3355	+33,54
08	223,8725	317,7164	+41,92
09	251,8815	307,8869	+22,23
10	222,8375	298,3675	+33,89
tempo médio (s)	0,0033	229,1224	

Fonte: elaborada pelos autores.

Analisando os resultados presentes na Tabela 1, constata-se que o algoritmo que utiliza o método de subrotas descrito é inferior ao método heurístico do vizinho mais próximo. Além disso, o custo computacional em termos de tempo de execução é significativamente maior com as subrotas, devido ao grande número de combinações a

serem analisadas. Por exemplo, desconsiderando a primeira cidade como fixa, em um único quadrante há 3.628.800 combinações possíveis (avaliadas por força bruta).

Considerações finais

Neste trabalho, foi apresentado um comparativo entre duas abordagens para a resolução do Problema do Caixeiro Viajante (PCV). O estudo considerou um espaço com 160 cidades, o que matematicamente resulta em 159! (fatorial de 159) rotas possíveis. O algoritmo que emprega subrotas mostrou-se inferior ao método heurístico do vizinho mais próximo.

Existem métodos bem consagrados na literatura para a resolução do PCV, e o estudo aqui apresentado seguiu uma abordagem investigativa, independentemente da eficiência dos métodos considerados. O emprego de força bruta para a determinação das subrotas revelou-se penoso em termos de tempo de processamento.

Não é possível afirmar que, em outros casos, como com um maior número de cidades ou um diferente número de quadrantes, o algoritmo descrito com subrotas não obterá uma melhor rota. No entanto, é possível afirmar que tal algoritmo é, certamente, mais lento do que o que considera o método do vizinho mais próximo.

Referências

- LAWLER, E. L.; LENSTRA, J. K.; RINNOOY KAN, A. H. G.; SHMOYS, D. B. **The Traveling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization**. John Wiley & Sons, 1985.
- APPLEGATE, D. L.; BIXBY, R. E.; CHVÁTAL, V.; COOK, W. J. **The Traveling Salesman Problem: A Computational Study**. Princeton University Press, 2006.
- GUTIN, G.; PUNNEN, A. P. **The Traveling Salesman Problem and Its Variations**. Springer, 2002.

EVOLUÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E FENÓLICA DE VINHOS ENVASADOS EM GARRAFAS DE REUSO

Divisão Temática

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

Autores: J.G. MATHIAS¹; G. FURINI²; M.R.D. STROSCHEIN³; V.M. BURIN⁴; C.P. PANCERI⁵.

Edital de Chamada Pública FAPESC Nº 36/202; Edital nº 03/2023/PROPI/DAE

Resumo:

Com as adversidades enfrentadas para encontrar insumos vitais para a linha de produção, a indústria enológica busca alternativas sustentáveis para o envase dos vinhos, encontrando uma possível solução com a reutilização de garrafas de vidro impulsionando a economia circular. O objetivo deste estudo, foi avaliar a evolução físico-química e fenólica de vinhos envasados em garrafas de reuso, comparativamente a embalagens novas. O experimento utilizou vinho fino tinto seco, produzido em escala industrial por uma vinícola da Serra Catarinense, safra 2022, e envasou o produto em garrafas reutilizadas, que foram higienizadas com detergente alcalino e ácido peracético e como controle uma parcela do vinho foi envasada em garrafas de vidro novas. Os parâmetros analisados foram: densidade (g/mL), pH, acidez total e volátil (meq/L), teor alcoólico (% vol.), açúcar residual (g/L glicose), anidrido sulfuroso (SO₂) livre e total (mg/L), polifenóis totais (mg/L) e antocianinas monoméricas totais (mg/L). Os dados foram analisados utilizando ANOVA e test-t com 5% de confiabilidade e demonstram que não houveram alterações significativas nos parâmetros analisados após 9 meses de envase, independente da embalagem utilizada. Assim, o reuso de garrafas demonstra-se viável para o armazenamento de vinhos.

Palavras-chave: antocianinas monoméricas; economia circular; armazenamento ao longo do tempo; reciclagem de garrafas.

Introdução

A indústria enológica vem enfrentando inúmeras dificuldades, sejam elas causadas por fatores climáticos, ou pela escassez de insumos, como a constante falta de garrafas de vidro no mercado. Diante desse cenário a indústria se viu obrigada a buscar alternativas

¹ Estudante do curso de Tecnologia em Viticultura e Enologia do Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Urupema, j.gui711@gmail.com.

² Técnico em Enologia do Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Urupema, giovani.furini@ifsc.edu.br.

³ Professor de Fundamentos de Química e Bioquímica do Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Urupema, marcos.stroschein@ifsc.edu.br.

⁴ Professora de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina, vivian.burin@ufsc.br.

⁵ Professora de Enologia do Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Urupema, carolina.panceri@ifsc.edu.br.

para o envase dos vinhos, como embalagens mais sustentáveis e o reaproveitamento de garrafas de vidro.

Esse estudo tem por objetivo avaliar possíveis alterações na composição físico-química de vinhos envasados em garrafas reutilizadas, para projetar uma possível perspectiva de reuso do vidro na indústria enológica e impulsionar a economia circular do setor.

Fundamentação teórica

A uva é uma das culturas frutíferas mais produzidas no mundo, sua produção é direcionada principalmente para o processamento de derivados como o vinho, o que gera uma grande quantidade de resíduos sólidos. Em 2018, a produção mundial de uvas foi de 77 milhões de toneladas, sendo 57% (m/m) deste total direcionada à produção de vinhos, o que contribuiu para o crescimento econômico da atividade vitivinícola (OIV, 2020). No processo de vinificação de uvas são originados subprodutos em diferentes etapas do processamento até a obtenção do vinho e seu consumo. Apesar da importância e preocupação com o reaproveitamento dos subprodutos do processamento vinícola (engaço, bagaço e borras) deve-se destacar que no ciclo de consumo dos produtos da indústria enológica são originados resíduos relacionados com a embalagem do vinho, o qual resulta no descarte de grande volume de garrafas de vidro. A não reutilização do vidro gera importante impacto ambiental, uma vez que sua reciclagem demanda elevado consumo energético (Landi *et al.*, 2019).

Em 2020, a indústria de bebidas vivenciou um cenário de grande preocupação. As empresas encontraram dificuldades para atender o consumidor final e muitas tiveram que importar insumos a um preço elevado, como garrafas de vidro, para atender sua demanda (Zylberberg, 2021). Já outras, tiveram que optar pelo alumínio, que também teve uma alta no seu valor. O reaproveitamento de garrafas de vidro é uma oportunidade que tem todos os motivos para se desenvolver, pois pode ser integralmente reciclada ou reutilizada. No entanto, a reciclagem do vidro necessita de grande quantidade de energia para sua moagem e derretimento, porém uma iniciativa sustentável e que supre a necessidade da indústria, é manter esta embalagem circulando, através do seu reuso, ou seja, retirando a garrafa de vidro de uma economia linear e transpondo-a para economia circular, processo

que emprega menos energia que a sua reciclagem (Landi *et al.*, 2019) além, das efetivas consequências sociais e ambientais.

Procedimentos metodológicos

Vinho fino tinto seco, produzido em escala industrial na região da Serra Catarinense safra de 2022, foi envasado em garrafas de vidro nova e garrafas de vidro usada de 750 mL. As garrafas usadas foram higienizadas com detergente alcalino e ácido peracético antes do envase e as garrafas novas foram enxaguadas com água quente. Após 3 e 9 meses de armazenamento realizou-se a análise de parâmetros físico-químicos e composição fenólica. Os parâmetros de densidade (g/mL), pH, acidez total e volátil (meq/L), teor alcoólico (% vol.), açúcar residual (g/L glicose), anidrido sulfuroso (SO₂) livre e total (mg/L) foram determinados conforme OIV (2023), os polifenóis totais (mg/L ácido gálico) foram determinados conforme Singleton e Rossi (1965), as antocianinas monoméricas (mg/L) e parâmetros de cor conforme Rizzon (2010). As análises foram realizadas em triplicata e os resultados analisados estatisticamente utilizando ANOVA test-t ($p < 0,5$).

Resultados e discussões

A tabela 1 apresenta os resultados das análises físico-químicas e de composição fenólica, do vinho tinto envasado em garrafa de vidro nova e de reuso, após 3 e 9 meses de armazenamento.

Os resultados demonstraram que o emprego de garrafas usadas não alterou significativamente os parâmetros físico-químicos de densidade, teor alcoólico, açúcar residual, acidez total, acidez volátil, pH, anidrido sulfuroso livre e total e polifenóis totais quando comparados ao uso de garrafas novas, independentemente do tempo de armazenamento ser 3 ou 9 meses.

Em relação as antocianinas monoméricas (AM), observou-se que não houve efeito significativo quanto ao tipo de garrafa utilizada, porém, na mesma embalagem, ocorre uma redução das AM com o aumento do tempo de armazenamento, sendo que a concentração é menor após 9 meses de armazenamento. A modificação da concentração das antocianinas monoméricas ao longo do tempo é confirmada pela mudança de intensidade,

tonalidade e densidade de cor, as quais diferem para mesma embalagem após 9 meses de armazenamento.

Tabela 1 – Resultados das análises físico-químicas e de composição fenólica do vinho após 3 e 9 meses de armazenamento em garrafas novas ou de reuso.

	3 meses de armazenamento		9 meses de armazenamento	
	Garrafa nova	Garrafa usada	Garrafa nova	Garrafa usada
Densidade relativa a 20°C (g/L)	994±0,00aA	993,33±0,33aA	993,67±0,33aA	994,00±0,01aA
Teor Alcoólico (%vol)	12,09±0,02aA	12,04±0,00aA	11,95±0,01aA	11,96±0,01aA
Açúcar residual (g/L glicose)	1,73±0,00aA	1,72±0,00aA	1,93±0,01aA	1,82±0,01aA
Acidez Total (meq/L)	71,49±5,02aA	71,78±11,29aA	69,33±0,01aA	71,73±2,57aA
Acidez Volátil (meq/L)	2,37±0,02aA	2,40±0,01aA	2,33±0,02aA	2,41±0,01aA
pH	3,44±0,00aA	3,46±0,00aA	3,64±0,01aB	3,63±0,01aB
SO ₂ Livre (mg/L)	25,60±10,24aA	25,60±17,92aA	19,73±0,85aB	22,40±2,56aA
SO ₂ Total (mg/L)	78,40±6,16aA	79,47±5,979aA	61,33±5,97aB	62,40±10,23aB
PT (folin-ciocalteu) mg/L ác. gálico	2179,41±94,14aA	2228,43±96,12aA	1975,64±44,39aB	1975,00±82,53aB
AMT mg/L	355,28±7,58aA	394,22±3,53aA	231,25±10,22aB	240,56±9,47aB
Intensidade de Cor	13,43±0,01aA	13,62±0,02aA	12,92±0,01aB	12,79±0,01aB
Tonalidade da cor	1,66±0,00aA	1,62±0,00aA	1,96±0,01aB	1,98±0,01aB
Densidade da cor	11,23±0,01aA	11,41±0,02aA	10,87±0,01aB	10,71±0,01aB

Fonte: os autores. Resultados são as médias ± desvio padrão (n=3). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre amostras embaladas em diferentes embalagens no mesmo período de armazenamento para o mesmo parâmetro analítico. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre amostras embaladas na mesma embalagem em diferentes tempos de armazenamento para o mesmo parâmetro analítico.

A mudança na concentração de antocianinas monoméricas ao longo do tempo de armazenamento deve-se as diversas reações de polimerização que ocorrem entre as moléculas conforme já esperado e demonstrado por outros estudos (Panceri et al., 2017). Este estudo demonstrou que o uso de garrafas de vidro de reuso não impacta de forma diferente, nesta evolução, em relação ao uso de garrafas de vidro novas.

Considerações finais

Conforme os resultados apresentados pelas análises, não se observou mudanças significativas no vinho durante os 3 e 9 meses de armazenamento, o que indica que as garrafas de reuso podem ser uma alternativa para vinhos de consumo rápido. Porém, o

tempo de vida de um vinho pode ser extenso, e neste caso é necessário maior tempo de estudo e acompanhamento para ampliar as perspectivas do reuso de embalagens para diferentes tipos de vinho na indústria enológica.

Referência ao fomento recebido

Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina pelo fomento Edital 36/2021 – Termo de Outorga N° 2021TR002094.

EDITAL 03/2023/PROPPI/DAE - Programa De Apoio Ao Desenvolvimento De Projetos Que Contemplem A “Pesquisa Como Princípio Educativo”

Referências

LANDI, D.; GERMANI, M.; MARCONI, M. Analyzing the environmental sustainability of glass bottles reuse in an Italian wine consortium. *Procedia CIR*, v.80 p.399–404, 2019.

PANCERI, C.P. et al. Impact of grape dehydration process on the phenolic composition of wines during bottle ageing. *Journal of Food Biochemistry*. 2017. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12417>.

OIV. International Organisation of Vine and Wine. (2023). Compendium of international methods of wine and must analysis. Edition 2023. OIV 12, 21000 Dijon, France.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colourimetry of total phenolics with phosphomolibdicphosphotungstic acid reagent. *American Journal of Enology and Viticulture*, v.16, p.144-158, 1965.

RIZZON, L. A. Metodologia para análise de vinho. (2010). Brasília DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

ZYLBERBERG S., 2021. Do You Have Any Glass? Winemakers Face Global Supply Chain Woes. Disponível em: <https://www.winespectator.com/articles/winemakers-face-global-supply-chain-woes> (acessado em 08.05.2022).

RESULTADOS EXPERIMENTAIS DE HIPERtermIA NA FAIXA DE MICRO-ONDAS POR ANTENA EM MATERIAL BIOLÓGICO

Divisão Temática

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

Autores: P. HOFFMANN¹; R. FERREIRA²; R. ROMERO³.

Resumo: Terapias elétricas contra o câncer baseadas em eletroporação têm demonstrado interesse crescente na sinergia evidenciada com técnicas de hipertermia. Neste trabalho, propomos uma configuração instrumental para teste de antena como aplicador de hipertermia na faixa de microondas. A viabilidade do controle de temperatura do material sob teste em banho térmico é estudado. Um sistema de radiofrequência também é proposto e testado. Resultados experimentais demonstraram a viabilidade da configuração experimental, sugerindo algumas melhorias como o controle automatizado da temperatura, além de uma maior potência entregue à antena.

Palavras-chave: hipertermia; micro-ondas; eletroporação; instrumentação.

Introdução

Pesquisas na área médica para tratamento de câncer baseadas em técnicas de estimulação elétrica têm se proliferado nas últimas décadas. Uma delas é a conhecida como eletroporação. Recentemente, uma correlação entre o aumento da temperatura prévio ao tratamento e uma maior eficácia na área de ablação do tumor tem aumentado a demanda por soluções clínicas de aplicadores. Neste trabalho, uma configuração instrumental para a bancada de testes de aplicadores de hipertermia por micro-ondas é apresentada. Ela possibilitará o desenvolvimento de novos aplicadores baseados em hipertermia e eletroporação combinadas, em futuras pesquisas, assim como de demonstração no curso de eng. elétrica nas áreas de eletromagnetismo e eng. biomédica.

Fundamentação teórica

¹ Estudante do curso de graduação em eng. elétrica do IFSC câmpus Itajaí, pablo.rh13@aluno.ifsc.edu.br

² Estudante do curso de graduação em eng. elétrica do IFSC câmpus Itajaí, renan.r1995@aluno.ifsc.edu.br

³ Servidor professor EBTT da área de eletroeletrônica do IFSC câmpus Itajaí, roddy.romero@ifsc.edu.br

A eletroporação é um fenômeno biofísico em que a presença de nanoporos nas membranas celulares aumenta quando as células são expostas a pulsos de campo elétrico de curta duração e alta intensidade, aumentando assim a permeabilidade da membrana e facilitando o transporte de moléculas (WEAVER, 1996). Visando o tratamento de tumores, recentemente, foi relatado um efeito sinérgico entre o aumento da temperatura do tecido para 43 °C e a aplicação sucessiva de EI, tanto em experimentos *vitro* e *in vivo*, onde constatou-se um incremento no tamanho da zona de ablação (HORNEF, 2020). É, portanto, necessário o desenvolvimento de instrumentação laboratorial customizada e de eletrodos especiais que realizam a eletroporação e que, de alguma forma, permitam controlar a temperatura na faixa hipertérmica no âmbito clínico.

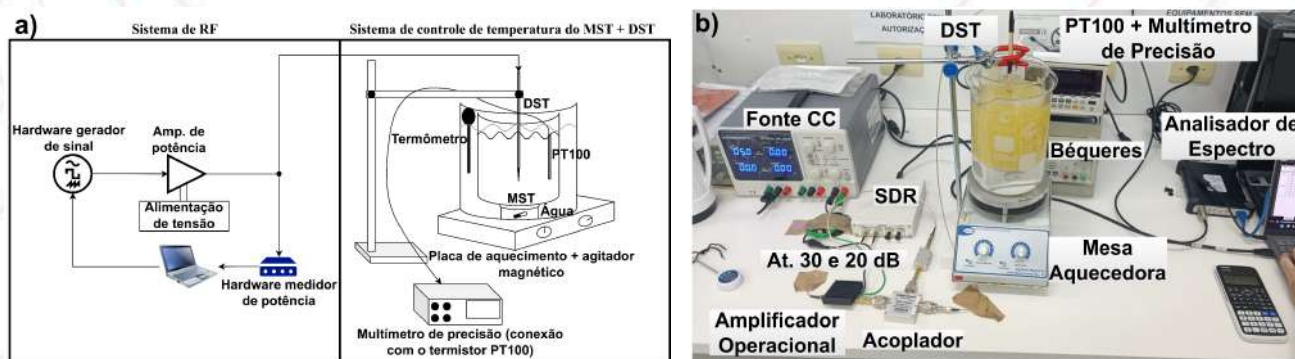
Procedimentos metodológicos

O objetivo principal da configuração instrumental é permitir a realização de experimentos de hipertermia por micro-ondas gerada por um dispositivo sob teste (DST) dentro de um certo material sob teste (MST). Especificamente, o DST é uma antena customizada, projetada e construída a partir de metodologia desenvolvida pelos pesquisadores. Já o MST proposto neste trabalho é a clara de ovo, devido a ter o potencial de oferecer uma maneira visível da área aquecida. Após o limiar de 62°C, ocorre a desnaturação de suas proteínas, tornando-o em aparência esbranquiçada. Os elementos principais dessa configuração estão ilustrados na Figura 1a, e consistem em um sistema de radiofrequência (RF), o sistema de controle de temperatura do MST, e o DST.

O sistema de RF é o que gera o sinal de excitação para o DST. As frequências de operação previstas são de 915 MHz e 2,45 GHz. O sistema consiste em etapas de geração, amplificação e medição do sinal de RF. Para escolha dos componentes de RF, foi feita uma análise a fim de verificar e definir a melhor configuração em termos de potência disponível na antena, estabilidade de frequência, e simplicidade. Um analisador de espectro foi utilizado como referência para a calibração dos níveis de potência e ganhos. Os dispositivos RF testados foram oscilador controlado por tensão (VCO), amplificador de potência, analisador de rede vetorial (VNA), plataforma de rádio definido por software (SDR) e Analisador de Espectro, além de divisores de potência, acopladores,

atenuadores e cargas de RF. Todos os experimentos foram feitos em laboratório com temperatura ambiente controlada e registrada através de um termohigrômetro.

Figura 1 - (a) Diagrama da configuração (b) Foto do experimento



Fonte: Arquivo dos autores (2024).

Para desenvolver o controle de temperatura do MST, primeiramente foi executado um experimento apenas com água em seu recipiente com o objetivo de evitar o desperdício de material, analisar o comportamento termodinâmico entre os componentes e realizar o ajuste do sensor de temperatura tipo PT100 através de um termômetro digital de referência com certificado de calibração. Foi utilizado uma mesa aquecedora de laboratório com agitador magnético e dois béqueres quase cheios de água, um dentro do outro, em banho térmico. A temperatura inicial da água do béquer interno de 1000 ml era de 16°C e a do externo (2000 ml) de 65°C. A aferição da temperatura do béquer interno foi feita utilizando um termômetro digital e um sensor PT100 conectado a um multímetro de precisão de bancada. O aquecimento e o controle de temperatura do béquer interno foi efetuado manualmente acionando a mesa, a partir de observações da temperatura ao longo do tempo. O padrão adotado de controle de temperatura foi de acionamento e desligamento imediato da mesa a partir da observação da variação de 0,1°C três vezes consecutivas no béquer interno, tanto positiva (desligamento) quanto negativa (acionamento), a fim de manter o mais próximo da temperatura alvo.

Posteriormente, foi realizado o experimento de controle de temperatura utilizando o MST, com a temperatura alvo de 55°C, seguindo o mesmo procedimento com apenas água. Porém, devido à viscosidade do MST, foi necessária agitação manual com um

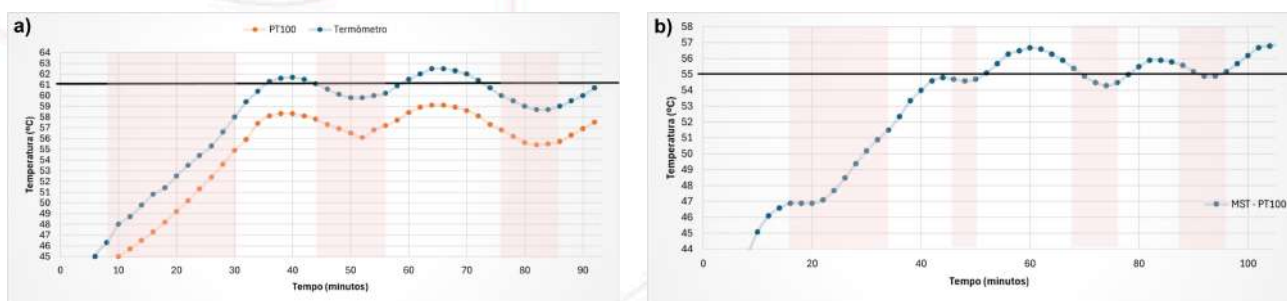
bastão para ocorrer um aquecimento uniforme. Por fim, realizou-se a verificação do casamento de impedância do DST no MST em 20,6°C e em 50,5°C; considerando a dependência da permissividade elétrica do ovo com a temperatura. Utilizou-se o VNA para essa finalidade. Na sequência, realizou-se a aplicação de micro-ondas com a DST no MST a uma temperatura média de 55°C durante 10 minutos aproximadamente.

Resultados e discussões

Os dispositivos de RF para o sistema foram testados utilizando o analisador de espectro como referência para ajustes e cálculo de valores de potência e ganho. Constatou-se que o VCO era o mais instável e não foi utilizado para as aplicações. O dispositivo escolhido foi o SDR, pois permite realizar tanto a geração de sinal como a sua medição, além de sua praticidade e confiabilidade. O sistema é apresentado na Figura 1b.

No controle de temperatura com água nos dois béqueres foi possível estabelecer uma curva de variação de temperatura pelo tempo praticamente senoidal em torno da temperatura média com uma variação de no máximo 1,5°C, demonstrada na Figura 2a com as janelas em vermelho claro ilustrando o estado de aquecimento acionado. Para o MST, houveram algumas dificuldades de controle devido a condutividade térmica ser menor do que a da água (0,584 W/mK para a clara de ovo e a da água 0,645 W/mK), que consequentemente aumenta a dificuldade de transferência de calor (Figura 2b).

Figura 2 - (a) Controle de temperatura da água (b) Controle de temperatura do MST



Fonte: Arquivo dos autores (2024).

Por último, verificou-se que o DST possuía um casamento de impedância adequado em 915 MHz (razão de onda estacionária (ROE) < 2) tanto em 20,6°C quanto em 50,5°C. No entanto, quando aplicada a onda de RF, não houve mudanças visuais na clara de ovo por conta da potência muito baixa, de aproximadamente 1,41 W.

Considerações finais

Experimentos de ablação térmica com emissão de micro-ondas através de uma DST em MST biológico foram propostos neste trabalho na faixa de 915 MHz, que consiste em sistema de RF constituído de SDR utilizado como emissor e medidor de sinal, amplificador de potência alimentado por fonte de bancada, atenuadores e acoplador. O sinal foi aplicado em um MST dentro em um béquer e aquecido por banho térmico sob controle manual da mesa aquecedora com agitação magnética de laboratório. Os dados demonstraram que é possível realizar o controle da temperatura caso haja um sistema de controle de malha fechada que acione e desligue a mesa aquecedora em uma determinada temperatura específica, junto com uma agitação automática e constante do MST. Ademais, dado uma antena (DST) com adequado casamento de impedância, para haver efeitos visuais da aplicação de micro-ondas no MST, um amplificador de potência de maior ganho deveria ser utilizado. Em futuros trabalhos, a junção das técnicas de hipertermia e eletroporação serão estudadas.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho foi financiado pelo edital de fomento 14/2023/PROPPI-DAE

Referências

HORNEF, James et al. Thermal analysis of infrared irradiation-assisted nanosecond-pulsed tumor ablation. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 5122, 2020.

WEAVER, James C.; CHIZMADZHEV, Yu A. Theory of electroporation: a review. **Bioelectrochemistry and bioenergetics**, v. 41, n. 2, p. 135-160, 1996.

aAVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS TÉRMICOS NAS TRANSFORMAÇÕES DE FASE DE PRODUTOS SIDERÚRGICOS COMUNS DA REGIÃO DE CHAPECÓ

Divisão Temática

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

Autores: G. CIQUELERO¹; K. DAMIN².

EDITAL N° 06/2023/COPPI/CCO

Resumo:

A busca por reduções de custos sem perder a qualidade do material tornou-se uma necessidade nos últimos anos. Dessa forma, realizar tratamentos térmicos nos materiais de forma a se obter propriedades específicas, modificando a estrutura interna tendo em vista uma nova formação estrutural do material, é uma das maneiras de controlar os custos com material, processamento e durabilidade. Com vistas a isso, este trabalho propõe uma análise metalográfica das fases formadas em produtos siderúrgicos comuns da região de Chapecó em função do tratamento térmico aplicado.

Palavras-chave: microestrutura; têmpera; revenido; normalização.

Introdução

O município de Chapecó é o pólo do mesorregião Oeste de Santa Catarina, onde é conhecido pela indústria metalúrgica que dá todo o suporte para o desenvolvimento da agroindústria da cidade e região (Hentz, 2021). Dentre os produtos siderúrgicos mais utilizados na região de Chapecó, destacam-se os aços inoxidáveis e aços ferramenta.

Esta pesquisa avaliou o impacto de diferentes tratamentos térmicos, como têmpera, revenimento e/ou solubilização, nas transformações de fases dos produtos siderúrgicos comuns da região de Chapecó (SAE 304 e AISI D2, D6 e H13).

Fundamentação teórica

¹ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC – Campus Chapecó, gabrielciquelero.15@gmail.com.

² Servidora da Área de Fabricação Mecânica do IFSC – Campus Chapecó, keli.salvador@ifsc.edu.br.

O Tetraedro da Ciência dos Materiais é um modelo conceitual que explica o processo de obtenção de materiais com propriedades específicas. Este modelo abrange quatro aspectos fundamentais: processamento, microestrutura, propriedades e desempenho (Callister, 2018). O processamento é a primeira etapa, envolvendo a fabricação e transformação do material, que influencia diretamente na microestrutura. A microestrutura, por sua vez, determina as propriedades do material, as quais são essenciais para a seleção do material de acordo com o desempenho e aplicação desejada.

Os tratamentos térmicos são métodos de processamento que promovem modificações na microestrutura dos materiais. Estes tratamentos são aplicados com o objetivo de obter propriedades específicas como reduzir tensões, aumentar a resistência mecânica, controlar o tamanho de grão, entre outras (Chiaverini, 2002). Ao ajustar a microestrutura, os tratamentos térmicos permitem a otimização das propriedades mecânicas dos materiais, tornando-os adequados para diversas aplicações industriais.

Procedimentos metodológicos

As amostras de aço inoxidável AISI 304 e de aços ferramenta AISI D2, AISI D6 e AISI H13 foram submetidas aos tratamentos térmicos de solubilização (AISI 304) e têmpera e revenido (AISI D2, D6 e H13), conforme mostra o 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	-	-	-

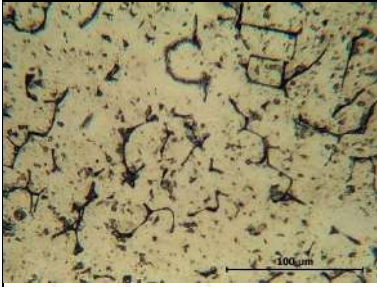
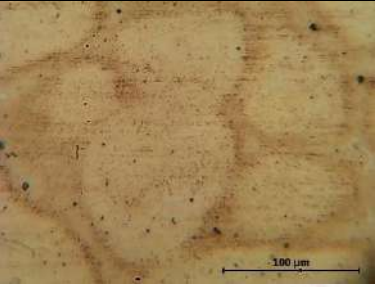
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Antes e depois de cada tratamento térmico realizou-se a análise metalográfica para observar as mudanças de fase por meio de microscopia óptica. Também foram realizadas medidas de dureza Rockwell nos materiais tratados

Resultados e discussões

O aço inoxidável AISI 304 na condição bruta de fusão apresenta a fase sigma no contorno de grão, devido aos altos percentuais de carbono na composição química e ao resfriamento lento do processo de fundição. Essa fase prejudica a resistência à corrosão pois, por ser rica em cromo, empobrece a região do contorno de grão de cromo, produzindo o fenômeno de sensitização no material. Desta forma, o tratamento indicado é a solubilização, onde a fase sigma é solubilizada pela alta temperatura. Os resultados são observados no Quadro 2, ambos com ampliação 400x e ataque químico com kalling.

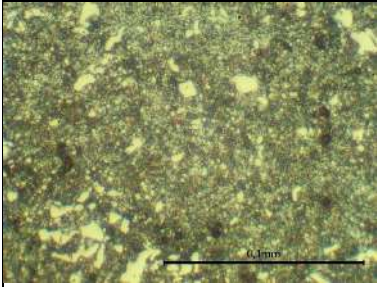
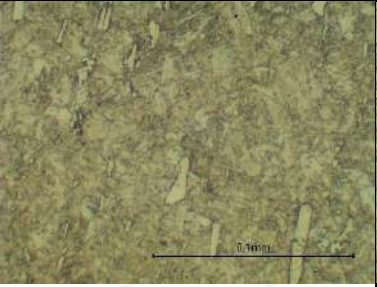
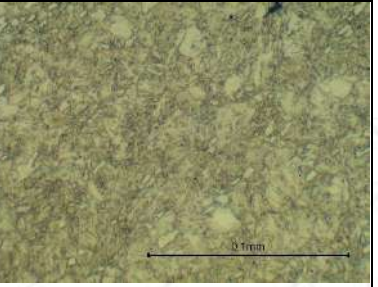
Quadro 2 – Resultados Aço Inoxidável AISI 304

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 (2023).

Os resultados obtidos para o aço ferramenta AISI D2 são observados no Quadro 3 a seguir, todos com ampliação 400x e ataque químico com vilella.

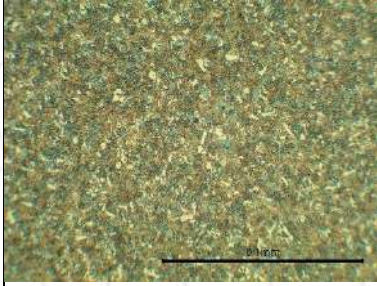
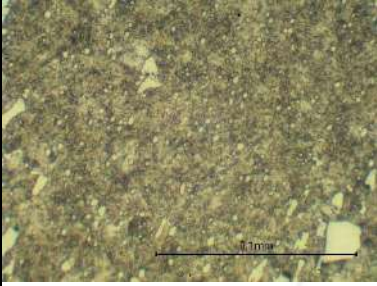
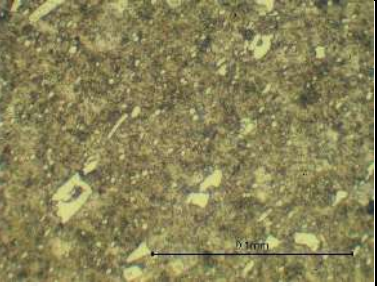
Quadro 3 – Resultados Aço Ferramenta AISI D2

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 (2023).

Os resultados obtidos para o aço ferramenta AISI D6 são observados no Quadro 4 a seguir, todos com ampliação 400x e ataque químico com vilella.

Quadro 4 – Resultados Aço Ferramenta AISI D6

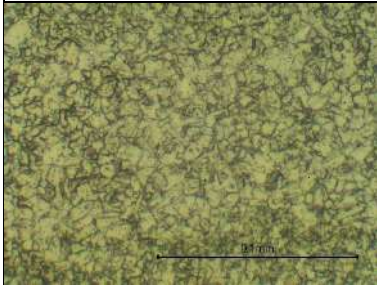
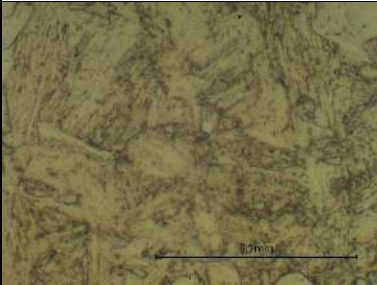
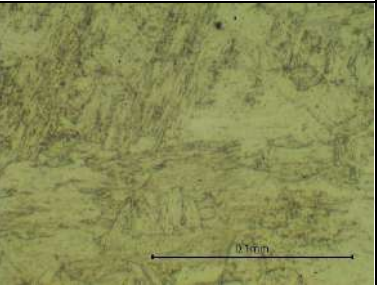
Como recebido: recozido	Resfriamento ao ar calmo	Resfriamento em óleo
		
Carboneto de cromo em matriz de perlita	Martensita revenida com carboneto de cromo	Martensita revenida com carboneto de cromo
103,46 ± 1,03 HRB	62,52 ± 3,35 HRC	59,58 ± 3,03 HRC

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Observa-se que, como os aços AISI D2 e AISI D6 possuem alta temperabilidade (mais elementos de liga), não houve mudança significativa na microestrutura e na dureza dos materiais temperados, independente da forma de resfriamento utilizada na têmpera (ar calmo ou óleo).

Os resultados obtidos para o aço ferramenta AISI H13 são observados no Quadro 5 a seguir, todos com ampliação 400x e ataque químico com vilella.

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).

Para o aço AISI H13, por possuir menor temperabilidade, notou-se grande diferença nos valores de dureza e microestrutura em função da forma de resfriamento realizada na têmpera (ar calmo ou óleo).

Considerações finais

Este trabalho mostra a importância dos tratamentos térmicos na microestrutura dos materiais. Observou-se que para aços os ferramentais D2 e D6, que são aços com elevado percentual de elementos de liga e assim com maior temperabilidade, independentemente do meio de resfriamento de resfriamento de têmpera utilizado, foi possível obter dureza elevada, pela formação de martensita e consequentemente maior resistência mecânica. Por outro lado, no aço H13, de menor temperabilidade, o meio de resfriamento influenciou drasticamente na microestrutura e dureza. Já para o aço AISI 304 destaca-se o provável aumento da resistência à corrosão do aço inoxidável após a solubilização da fase sigma devido o tratamento térmico aplicado.

Referência ao fomento recebido

A equipe do projeto agradece ao Instituto Federal de Santa Catarina, o IFSC, pela disponibilização de bolsas e recursos por meio dos editais PROEX nº 15/2023 e 06/2023/COPPI/CCO que viabilizaram as 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.

ALUNOS EM AÇÃO: Colaboração aluno-secretaria para a transformação digital dos processos acadêmicos.

Divisão Temática

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

Autores: B. MEDEIROS¹; G.PERDONÁ²; K. V. SANTOS³
2023_PROEX_09 - EDITAL DE CAMPUS - TUBARÃO

Resumo:

Este projeto teve como propósito envolver ativamente os alunos do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas na construção de um sistema automatizado para protocolo de requerimentos à secretaria acadêmica do campus Tubarão. Em conversas com os colaboradores da secretaria acadêmica, identificou-se a necessidade de modernizar o processo de protocolo de requerimentos de solicitações acadêmicas previstas no RDP, que até então eram realizadas de forma incipiente. Assim, foi proposto aos alunos o desenvolvimento de um sistema web para automatizar esses processos, visando aprimorar o atendimento e a eficiência no registro das solicitações. Quanto à metodologia, o projeto abrange a identificação de problemas, o desenvolvimento de soluções tecnológicas, bem como a disseminação dos resultados alcançados. Como resultados esperados, tem como objetivo proporcionar aos alunos a oportunidade de desenvolverem habilidades práticas e contribuir para a eficiência da instituição, visando aprimorar o atendimento da secretaria. Para tanto, tem como objetivos específicos: proporcionar um ambiente de aprendizado prático para os alunos, permitindo que atuem como protagonistas no processo de soluções tecnológicas para problemas reais; criar um sistema web que modernize o processo de protocolos de requerimentos à secretaria acadêmica do campus; disseminar o conhecimento adquirido durante o projeto por meio de compartilhamento de experiências, workshops e apresentações, beneficiando outros campi, setores da instituição e a comunidade externa.

Palavras-chave: sistema web; protagonismo estudantil; modernização de processos; secretaria acadêmica; tecnologia da informação.

Introdução

Atualmente, a secretaria do campus Tubarão do IFSC enfrenta desafios significativos ao gerenciar solicitações dos discentes referente a processos acadêmicos por meio de formulários eletrônicos e planilhas no Google Drive. Embora funcional, esse método carece de integração, resultando em comunicação ineficiente e aumentando a probabilidade de erros.

¹ Estudante do curso Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IFSC - campus Tubarão.

² Servidora da Secretaria e Registro Acadêmico - campus Tubarão.

³ Estudante do curso Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IFSC - campus Tubarão.

Para solucionar esse problema, os cursos de tecnologia da informação do campus Tubarão, como Análise e Desenvolvimento de Sistemas, oferecem uma oportunidade de aplicar o conhecimento adquirido em sala de aula em problemas reais. Os alunos foram desafiados a desenvolver um sistema web para gerenciar protocolos de requerimentos dirigidos à secretaria acadêmica.

Este projeto tem como objetivo proporcionar aos alunos a oportunidade de desenvolverem habilidades práticas e contribuir para a eficiência da instituição, visando aprimorar os processos de protocolos de requerimentos e o atendimento da secretaria. Tem como objetivos específicos: proporcionar um ambiente de aprendizado prático para os alunos, permitindo que atuem como protagonistas no processo de soluções tecnológicas para problemas reais; criar um sistema web que modernize o processo de protocolos de requerimentos à secretaria do campus; disseminar o conhecimento adquirido durante o projeto por meio de compartilhamento de experiências, workshops e apresentações, beneficiando outros campi, setores da instituição e a comunidade externa.

Fundamentação teórica

Este projeto foi desenvolvido com base na proposta pedagógica da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Descrita por Borges et al. (2014), essa abordagem tem como objetivo o ensino centrado no estudante, baseado na resolução de problemas, sejam eles reais ou simulados. Nesse sentido, os estudantes devem ter a oportunidade de visualizar aplicações concretas do que estão aprendendo. Esta ideia enfatiza que um ensino relevante é aquele que permite aos alunos estabelecerem conexões entre o conhecimento adquirido e sua aplicação prática no mundo real. Em suma, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma abordagem pedagógica que permite protagonismo discente, utilizando problemas como ponto de partida para o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes. O propósito deste projeto reflete essa ideia, buscando promover uma aprendizagem significativa, interdisciplinaridade, reflexão crítica e autonomia nos alunos, preparando-os para enfrentar desafios do mundo real.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa foi realizada em 2 etapas, organizadas da seguinte forma: a primeira etapa consiste na criação de um sistema web, automatizado para protocolo dos requerimentos à secretaria do campus. Essas soluções serão desenvolvidas levando em consideração o conhecimento dos estudantes e seus respectivos currículos acadêmicos. A segunda etapa abrange a apresentação dos resultados e experiências adquiridos durante o progresso deste projeto. As etapas foram executadas de acordo com os prazos estabelecidos previamente por cronograma e acompanhadas por meio de reuniões periódicas com servidores e docentes com competência técnica para auxiliar no desenvolvimento da ferramenta.

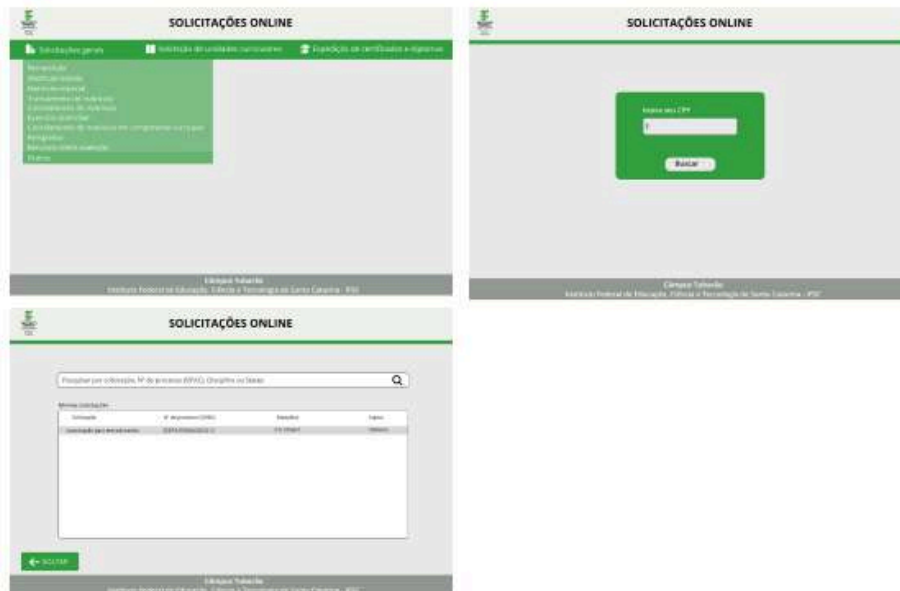
Resultados e discussões

Para automatizar os processos da Secretaria do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Tubarão – SC, realizou-se a modelagem de um sistema web. Por meio de entrevistas com os interessados no desenvolvimento do software e futuros usuários foi feita a elicitación de requisitos. A elicitación de requisitos baseia-se na compreensão das necessidades do usuário ao surgimento de um novo sistema (Sommerville, 2018), diante disso, foram criados cenários para o cadastro de solicitações e sua listagem, perante o filtro por CPF, para que possibilite o usuário monitorá-las e selecioná-las por título da solicitação, número do processo no SIPAC, disciplina ou status da solicitação. Além disso, houve o tratamento na geração de arquivos para assinatura (feita pelo .GOV) e envio destas para o cadastro da solicitação.

Com o objetivo de criar um sistema com interfaces mais intuitivas e descomplicadas, as prototipação das telas do sistema (Figura 1 e Figura 2) foram feitas baseadas nos trabalhos de Norman (2006), Preece, Rogers e Sharp (2013), os quais destacam a importância dos princípios do Design de Interação para beneficiar a usabilidade e atender as necessidades dos usuário.

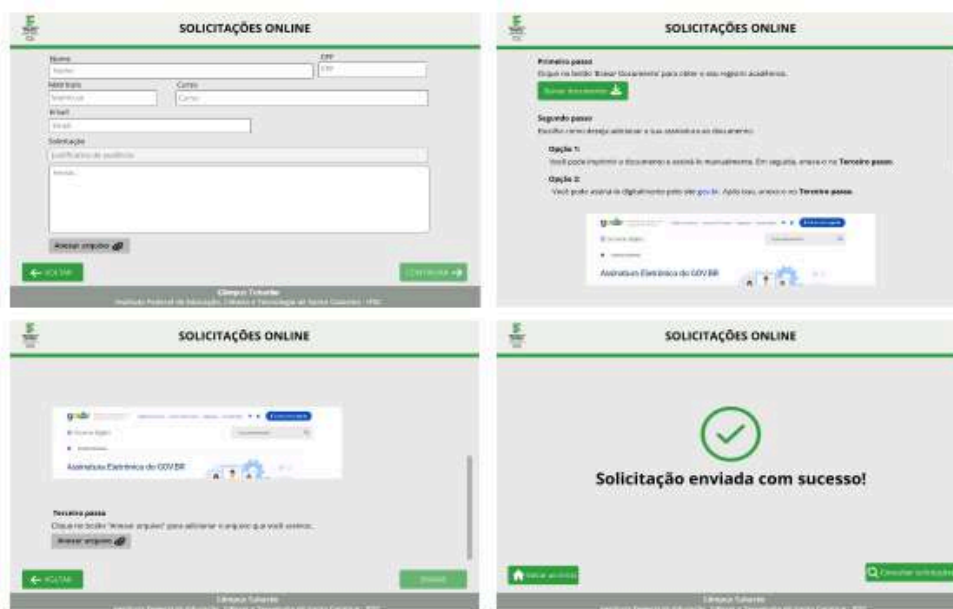
Por conseguinte, como parte da análise do sistema, desenvolveu-se um diagrama de classes a fim de representar a sua estrutura e as relações entre as classes para auxiliar a etapa de programação do projeto.

Figura 1 - Interfaces de menu, filtragem e listagem das solicitações.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 2 - Interfaces de cadastro, geração de arquivos, anexo de arquivos e mensagem final



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em suma, os resultados obtidos são produto da modelagem realizada a fim de auxiliar no processo de imaginação e desenvolvimento de um produto para a sistematização dos processos administrativos do Câmpus Tubarão - SC.

Considerações finais

Considera-se que o principal objetivo foi alcançado, uma vez que os alunos assumiram uma posição de protagonismo, criando soluções tecnológicas para problemas reais e tendo uma experiência próxima ao mercado de trabalho. O projeto permitiu-lhes desenvolver habilidades práticas, trabalhar em equipe e enfrentar desafios do mundo real.

Os objetivos específicos também foram alcançados. Foi criada a modelagem de um sistema web com interfaces mais intuitivas e descomplicadas, além da prototipação das telas do sistema.

Esse projeto proporcionou aos alunos uma oportunidade valiosa de aplicação prática dos conhecimentos teóricos adquiridos, reforçando o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

Por fim, pretende-se dar continuidade a este projeto e implementar o sistema construído para aprimorar a experiência do usuário e otimizar os serviços prestados pela secretaria acadêmica.

Referências

BORGES, M de C, CHACHÁ, SGF, QUINTANA, SM, FREITAS, LCC de, RODRIGUES, M de LV. **Aprendizado baseado em problemas**. Medicina (Ribeirão Preto) [Internet]. 3º de novembro de 2014 [citado 1º de julho de 2024];47(3):301-7. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/86619>.

NORMAN, Donald A. **O Design do dia-a-dia**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Rocco, 2006.

ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen; PREECE, Jennifer. **Design de Interação**: Além da interação humano-computador. 3ª edição. Porto Alegre: Boookman, 2013.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 10ª edição. São Paulo: Pearson, 2018.

PROPOSTA DE UMA FERRAMENTA PARA ENQUADRAMENTO TARIFÁRIO DO CONSUMIDOR CATIVO

Divisão Temática

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

Autores: K. WU¹. E. TARIFA². D. BEMFICA³. F. TAKIGAWA⁴.

EDITAL 02/2023/PROPPI – EDITAL UNIVERSAL DE PESQUISA

Resumo:

No Brasil, o custo com a energia elétrica é elevado e representa uma preocupação constante para a população. Atualmente, muitos consumidores buscam alternativas para reduzir os custos associados à energia elétrica, em algumas vezes, adquirindo novos padrões de consumo. No entanto, é possível contornar esse problema, sem alterar significativamente seus hábitos de consumo, apenas modificando a forma de contratação da energia pela distribuidora local. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é propor uma ferramenta em Planilha Eletrônica voltada para consumidores no mercado cativo, em que são abordadas as diferentes formas de faturamento para os mesmos. A ferramenta proposta utiliza um banco de dados com informações das tarifas aplicadas pelas concessionárias do país, assim como, pode utilizar informações adicionais (tributos e outros dados pertinentes com a legislação tarifária). A ferramenta proposta possibilita analisar as possibilidades de contratação para o consumidor dentro do mercado cativo (possibilitando estudos associados ao perfil de consumo), bem como pode ilustrar a indiferença na migração para o mercado livre (preço de indiferença).

Palavras-chave: Mercado Cativo; Formas de Contratação; Enquadramento Tarifário; Alterações Contratuais; Preço de Indiferença.

Introdução

De acordo com o levantamento efetuado pela ABRACE (2023), entre os 34 países analisados, o Brasil apresenta a maior relação entre custo residencial de energia elétrica e renda per capita. Isso significa que o custo com a energia elétrica tem impacto significativo no orçamento da população brasileira. Neste sentido, a Secretaria de Energia e Mineração do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2017) elaborou uma cartilha para indicar diversas formas de reduzir o consumo da energia elétrica, seja por utilização de equipamentos mais eficientes como alterando hábitos de consumo.

1 Estudante do curso de Engenharia Elétrica do IFSC – Campus Florianópolis, keeevinwu35@gmail.com

2 Estudante do curso de Engenharia Elétrica do IFSC – Campus Florianópolis, Du.tarifa33@gmail.com

3 Estudante do programa de Mestrado Profissional em Engenharia Elétrica do IFSC – Campus Florianópolis, dannybemfica@gmail.com

4 Professor do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica do IFSC – Campus Florianópolis, takigawa@ifsc.edu.br

Todavia, no mercado cativo do Brasil, existem algumas possibilidades de enquadramento tarifário pelas concessionárias de energia para seus consumidores, que são pouco divulgadas. Essas possibilidades estão disponíveis em Resolução Normativa (ANEEL, 2021) e podem possibilitar ao consumidor reduzir o custo, alterando a contratação de energia elétrica (enquadramento), sem a necessidade de diminuir o seu consumo energético.

Deste modo, o objetivo principal deste trabalho consiste em propor uma ferramenta que possibilita consumidores cativos analisar seu enquadramento tarifário, ilustrando as opções de faturamento e as possíveis alterações contratuais disponíveis para os mesmos. Adicionalmente, com a perspectiva de migração para o mercado livre (MME, 2022), a ferramenta também possibilita ao consumidor, ter uma estimativa do equilíbrio financeiro (preço da indiferença) entre os ambientes (cativo e livre).

Fundamentação teórica

As tarifas aplicáveis a cada consumidor cativo dependem da Estrutura Tarifária na qual o mesmo está enquadrado (de acordo com os subgrupos, as classes e subclasses, as modalidades e os postos tarifários). O subgrupo tarifário, as classes e as subclasses são categorias fixas do consumidor que depende do nível de tensão ou da sua atividade econômica. Os postos horários (Ponta, Fora Ponta e Intermediário) são horários específicos, ao longo do dia estabelecidos pelas distribuidoras.

Desta forma, a tarifa de energia do consumidor somente pode alterar conforme as Modalidades Tarifárias (ou Opções de Faturamento). A Figura 1 ilustra as modalidades tarifárias para os consumidores cativos (alta tensão ou grupo A e baixa tensão ou grupo B). Pode-se observar que os consumidores do Grupo A podem estar enquadrados nas modalidades horárias (verde ou azul), como também nas modalidades tarifárias do Grupo B. O Grupo B por sua vez possibilita as modalidades convencional e horária branca. A Figura 2 ilustra as componentes tarifárias associadas às modalidades citadas.

Pode-se perceber que o grupo A precisa contratar demanda de potência e energia consumida (binômia), enquanto o grupo B apenas energia consumida (monômia). Desta maneira, um consumidor do grupo A ao ser faturado como grupo B pode ter a vantagem de reduzir o custo da contratação da demanda de potência.

Figura 1 – Modalidades tarifárias possíveis para os consumidores no mercado cativo.

Grupo	Subgrupo	Nível de Tensão/ Classe de Consumo	Modalidades Tarifárias	
A	A1, A2 e A3	(>230kV), (88 a 138kV) e (69kV)	Horária Azul	
	A3a, A4 e A5	(30 a 44 kV), (2,3 a 25 kV) e (subterrâneo)	Horária Verde	
	-	-	Grupo A faturando como Grupo B*	
B	B1	Residencial	Convencional	Horária Branca - exceto para subclasse Baixa Renda
	B2	Rural		Horária Branca
	B3	Demais Classes - Comercial, Industrial e Poder Público (Subclasse Serviço Público e Consumo Próprio)		
	B4	Poder Público (Subclasse Iluminação Pública)		-

* O grupo A pode ser faturado como grupo B, ou seja, se enquadrar nas modalidades convencional e branca. Em contrapartida, há um limite de demanda contratada de 112,5kVA.

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 2 – Componentes Tarifárias de acordo com as Modalidades Tarifárias.

Grupo		Grupo A		Grupo B	
Modalidade		Horária Azul	Horária Verde	Convencional	Horária Branca
Demanda de potência (kW)	TUSDdemanda	Ponta	Única	-	-
		Fora Ponta		-	-
Consumo de energia (kWh)	TUSDenergia	Única	Ponta	Única	Ponta
			Fora Ponta		Fora Ponta
		-	-		Intermediário
	TE	Ponta	Ponta	Única	Ponta
		Fora Ponta	Fora Ponta		Fora Ponta
		-	-		Intermediário

Nota:

As tarifas de TUSDdemanda, TUSDenergia e TE podem obter descontos percentuais com base nos Benefícios Tarifários. Estas vantagens são oferecidos aos consumidores de acordo com o destino da energia, a categoria de energia consumida e o pertencimento a grupos específicos, tais como comunidades indígenas ou populações de baixa renda.

Fonte: elaborada pelo autor.

Por outro lado, pode-se observar que nos componentes tarifários existem horários diferenciados (único, ponta, fora ponta e intermediário) que possuem precificações distintas. Tanto a definição das horas do dia para cada posto horário como suas precificações podem ser diferentes para cada concessionária no país (ANEEL, 2024). Essas opções de componentes tarifárias possibilitam análises diversas para o consumidor cativo e que envolvem uma análise do seu consumo (potência e energia) e a precificação para cada posto horário.

Adicionalmente, o consumidor cativo do Grupo A pode efetuar análises associadas ao valor da contratação de demanda (MACDE, 2017), evitando custos de sobredimensionamento (pagar por não utilizar) e subdimensionamento (penalidades com

ultrapassagem de demanda). Esse mesmo consumidor, também pode analisar uma possível migração para o mercado livre utilizando como uma métrica de referência, o preço de indiferença (LIMA; TAKIGAWA; DA SILVA, 2018).

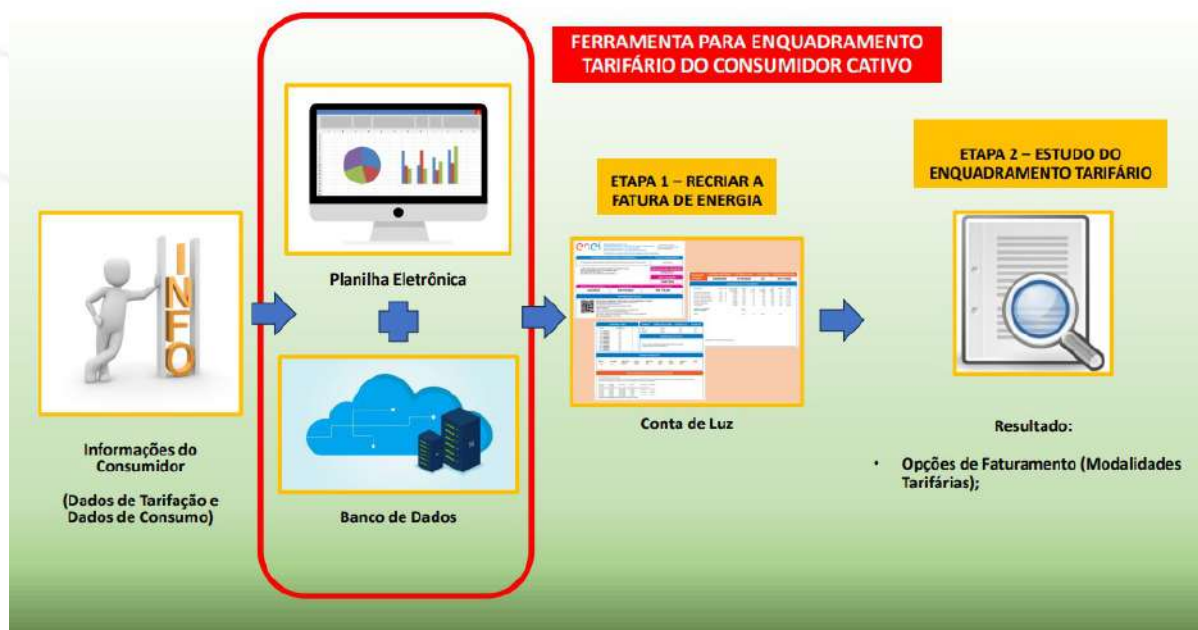
Procedimentos metodológicos

A metodologia proposta para o desenvolvimento da ferramenta envolve três etapas principais: arcabouço regulatório, levantamento de dados e implementação. Na primeira etapa, foi realizado um estudo aprofundado de resoluções e normativas, assim como o entendimento dos mecanismos de tarifação de energia. Na etapa de levantamento de dados, foi analisado principalmente o banco de dados que possui as tarifas de energia e os postos horários vigentes de todas as concessionárias (2010 a 2024), assim como, o histórico de bandeiras tarifárias (ANEEL, 2024). Na etapa de implementação foi escolhido o Microsoft Excel 365 online para o desenvolvimento de um protótipo inicial, devido a facilidade na utilização de filtros e cálculos em planilhas para a recriação das faturas de energia.

Resultados e discussões

A ferramenta proposta funciona em duas etapas, a primeira é a Recriação da Fatura de Energia e a segunda é o Estudo do Enquadramento Tarifário, conforme pode ser visto na Figura 4.

Figura 4 – Esquemático da ferramenta proposta.



Fonte: elaborada pelo autor.

Como resultado principal, a ferramenta possibilita ao consumidor analisar as opções de faturamento (Modalidades Tarifárias) em que o mesmo pode escolher em sua concessionária. Posteriormente, a ferramenta também possibilitará que o consumidor tenha uma estimativa do Preço da Indiferença ao mercado livre.

Considerações finais

A ferramenta proposta possibilita difundir as possibilidades vigentes de enquadramento tarifário ao consumidor cativo de forma ampla. No entanto, os autores analisam diversas melhorias futuras e suas complexidades, tais como desenvolvimento de ferramenta web; obtenção de dados necessários (impostos federais, estaduais e municipais), integração dos dados de micro e minigeração; inserção do preço de indiferença, entre outros pontos.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem ao IFSC e ao CNPq pela oportunidade, pelo apoio e pelo recurso financeiro disponibilizado.

Referências

ABRACE. Brasil tem a conta de luz que mais pesa no bolso da população entre 34 países. 09 de outubro 2023. Disponível em: <https://abrace.org.br/brasil-tem-a-conta-de-luz-que-mais-pesa-no-bolso-da-populacao-entre-34-paises/>. Acesso em: 28 de junho de 2024.

ANEEL. Resolução Normativa nº 1000, 07 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>. Acesso em: 25 de junho de 2024.

_____. Base de Dados das Tarifas das Distribuidoras de Energia Elétrica. Disponível em: <https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/basestarifas>. Acesso em: 09 de abril de 2024.

LIMA, M. N. S. M.; TAKIGAWA, F.Y.K.; DA SILVA, A. S.. Desenvolvimento de uma Ferramenta Web para o Cálculo do Preço de Indiferença (PI) entre os Ambientes de Contratação de Energia Elétrica. In: Computer on the Beach 2018, 2018, Florianópolis.

MACDE. Modelo de Avaliação dos Contratos de Demanda de Energia. Disponível em: <https://gese.florianopolis.ifsc.edu.br/macde/>. Acesso em: 28 de junho de 2024.

MME. Portaria normativa nº 50/GM/MME, de 28 de setembro de 2022. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 set. 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-normativa-n-50/gm/mme-de-27-de-setembro-de-2022-432279937>. Acesso em: 28 de junho de 2024.

São Paulo (Estado). Secretaria de Energia e Mineração. Eficientiza São Paulo. 2017. Disponível em: https://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portaicev2/intranet/biblioVirtual/eletrica/Eficientiza_SP07_06.pdf. Acesso em: 28 jun. 2024.

ANÁLISE DE MEDIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA COMERCIAIS

Divisão Temática

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

Autores: N. N. F. VIEIRA¹; E. G. J. OLIVEIRA²; A. P. BORTOLUZZI³; J. B. PADILHA⁴; R. L. ALVES⁵

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
EDITAL Nº 14/2023/PROPI/DAE

Resumo:

Neste trabalho são analisados dois medidores de energia elétrica portáteis disponíveis no mercado. As análises consistiram em mensurar a potência elétrica ativa de uma carga submetida a diferentes níveis de tensão de alimentação, visando comparar os valores de potência fornecidos pelos medidores com valores padrões obtidos por meio de medidores industriais. Um dos medidores analisados apresentou valores com consideráveis diferenças comparados aos valores padrões, enquanto o segundo apresentou valores mais próximos.

Palavras-chave: medidores de energia elétrica; potência ativa; medidas elétricas.

Introdução

A possibilidade de medir o real consumo de energia elétrica de equipamentos individualmente sempre foi um ponto importante para os consumidores. Atualmente o interesse dos consumidores em relação aos gastos com energia elétrica e eficiência energética e o bom uso dessa matéria-prima (energia elétrica), fez com que muitas pessoas procurassem alternativas para medições individualizadas dos equipamentos, e dentre essas alternativas, surge os medidores de energia elétrica portáteis. O presente trabalho apresenta uma análise sobre medidores de energia elétrica portáteis comerciais, que são dispositivos que medem a energia consumida por aparelhos individuais. O intuito do trabalho é apresentar valores medidos com alguns desses dispositivos disponíveis no mercado e compará-los com valores medidos por medidores industriais. Nos ensaios realizados foram usados um medidor digital de modelo multímetro tipo alicate Minipa (que

¹ Estudante do curso Técnico em Eletrotécnica Campus Florianópolis – Centro

² Estudante do curso Engenharia Mecatrônica Campus Florianópolis – Centro

³ Professor no Campus Florianópolis – Centro, Departamento de Eletrotécnica, adilson.bortoluzzi@ifsc.edu.br

⁴ Professor no Campus Florianópolis – Centro, Departamento de Eletrotécnica, juliano.padilha@ifsc.edu.br

⁵ Professor no Campus Florianópolis – Centro, Departamento de Eletrotécnica, ricardoalves@ifsc.edu.br

mostra seus resultados de forma digital), um medidor analógico de bancada (que mostra seus resultados por meio de um ponteiro), uma tomada inteligente de modelo ZSP-001 (que mostra seus resultados por meio de um aplicativo que recebe sinais mensurando o gasto de energia), e um medidor comercial de modelo Wattímetro AC tomada (que mostra seus resultados em um *display*). A grandeza medida foi a potência ativa. Optou-se por variar a tensão elétrica sobre uma carga para verificar as medidas em pontos de tensão de alimentação diferentes. A carga utilizada foi puramente resistiva.

Contextualizando, cabe destacar que este trabalho compreende uma das etapas de um projeto de pesquisa que visa à confecção de um medidor de energia elétrica portátil.

Fundamentação teórica

O medidor de energia elétrica, também conhecido como medidor de eletricidade ou contador de energia, é um dispositivo utilizado para medir o consumo de energia elétrica em uma residência. Seu funcionamento básico envolve os seguintes passos: medição de corrente e de tensão; cálculo de potência instantânea; integração da potência no tempo; exibição e registro; calibração e certificação.

Os medidores de energia podem ser analógicos (com discos giratórios que registram o consumo) ou digitais (utilizando tecnologia eletrônica). Eles são essenciais para determinar a quantidade de eletricidade consumida por uma residência, empresa ou indústria, sendo fundamental para a cobrança precisa de tarifas de energia elétrica.

Procedimentos metodológicos

A metodologia empregada consistiu na obtenção de resultados para dois modelos de medidores de energia elétrica portáteis comerciais, a fim de compará-los com os resultados de medidores de energia elétrica industriais. O primeiro medidor utilizado foi o medidor de modelo ZSP-001 (ver Figura 1a), o segundo foi um medidor comercial de modelo Wattímetro AC tomada (ver Figura 1b). Como valores padrões de referência foram utilizados a média aritmética das medidas obtidas por meio de dois medidores industriais, um analógico (modelo de bancada) e um digital (modelo de alicate Minipa). Para as

medições foi determinada uma carga fixa e na qual foram impostos diferentes níveis de tensão de entrada.

Figura 1 – Medidores portáteis comerciais.



(a)



(b)

Fontes: Site Americanas (2024, online) e Amazon (2024, online).

Resultados e discussões

A Tabela 1 apresenta os valores obtidos por meio dos ensaios realizados, onde foi medida a potência ativa com cada medidor de energia elétrica. Para a confecção da tabela, utilizou-se os valores dos medidores ZSP, Wattímetro AC tomada e a média aritmética dos valores obtidos com os medidores digital e analógico (valor adotado como referência).

Tabela 1 – Resultados obtidos.

tensão (V)	Digital+Analógico	ZSP-001		Wattímetro AC tomada	
	P (W)	P (W)	diferença (%)	P (W)	diferença (%)
100	599	843	40,73	511	-14,69
120	829	1096	32,21	682	-17,73
140	993	1391	40,08	860	-13,39
160	1228	1719	39,98	1057	-13,93
180	1487	2076	39,61	1270	-14,59
200	1712	2375	38,73	1504	-12,15
220	1991	2815	41,39	1772	-11,00
240	2310	3180	37,66	2000	-13,42

Fonte: elaborada pelos autores.

Analisando os resultados expostos na Tabela 1, observamos que o medidor ZPS-001 apresentou valores bem discrepantes comparados aos valores obtidos com os medidores industriais, já o medidor Wattímetro AC tomada apresentou valores próximos aos valores padrões.

Considerações finais

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que na escolha de um medidor de energia elétrica portátil deve-se levar em consideração sua qualidade técnica, sendo importante por parte do usuário final a solicitação de um certificado de calibração que garanta uma assertividade nos valores medidos.

Referências

CIRIACO, R. **O que é e como funciona um medidor de energia elétrica?** Disponível em: <<https://memt.com.br/o-que-e-e-como-funciona-um-medidor-de-energia-eletrica/>>. Acesso em: 6 jun. 2024.

Conheça a tomada inteligente! Disponível em: <<https://www.magazineluiza.com.br/blog-da-lu/c/ci/pdti/conheca-a-tomada-inteligente/11810/>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

POTENZA, S. P. **Medidor de energia digital.** Disponível em: <<https://www.potenza-sp.com.br/medidor-energia-digital>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

TECNOLOGIA E EFICIÊNCIA NO ENVASAMENTO DE BEBIDAS: PROJETO DE UMA ENVASADORA E TAMPONADORA AUTOMATIZADA

Divisão Temática

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

Autores: C. E. CIOTTA¹; C. S. BATISTELLI²; E. BRUSCO³; G. C. PAGGIARIN⁴; L. L. REICHERT⁵; R. L. BERGAMO⁶

Resumo:

Os avanços na automação de sistemas de envase de líquidos tem como foco o setor de bebidas. A tecnologia tem sido fundamental na criação de processos automatizados que visam facilitar atividades cotidianas e melhorar a eficiência operacional das indústrias. Discute-se a importância estratégica das máquinas de envase, destacando sua centralidade nas linhas de produção. O desenvolvimento de um protótipo integrado é proposto como solução para otimizar o controle do processo e garantir conformidade com normas regulatórias. O estudo metodológico enfatiza a necessidade de controle preciso de variáveis como vazão e posicionamento da garrafa para assegurar a qualidade do produto final. Os resultados práticos destacam um fluxo contínuo e organizado no processo de envase, promovendo eficiência e avanços significativos na automação industrial.

Palavras-chave: Sistema de envase; protótipo; controle preciso.

Introdução

O avanço da tecnologia está diretamente ligado com as necessidades humanas, resultando na criação de processos para facilitar atividades cotidianas, especialmente no setor de bebidas. A demanda crescente impulsionou o desenvolvimento de sistemas automatizados de envase, variando em complexidade conforme o tipo de recipiente (vidro ou polímero) e método de fechamento (rosqueamento ou pressão). Esses sistemas são essenciais para indústrias que precisam envasar produtos de maneira eficiente e precisa.

¹ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC campus Chapecó, carlos.e25@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC campus Chapecó, cauan.b@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC campus Chapecó, edivaldo.b22@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC campus Chapecó, guilherme.p2002@aluno.ifsc.edu.br.

⁵ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC campus Chapecó, lucas.lr10@aluno.ifsc.edu.br.

⁶ Professor do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC campus Chapecó, renatobergamo@ifsc.edu.br.

Segundo (DE MORAES et al., 2017), “máquina de envase ou enchimento é aquela que dosa ou dispensa na embalagem o produto desejado. As máquinas de envase ou enchimento são em sua maioria o “coração” das linhas, sendo todo o conceito construído sobre estas”.

A necessidade de serem estabelecidas estratégias e técnicas mais eficientes para gerenciar seus negócios tornou-se primordial, não apenas para as indústrias de envase de bebidas, mas para todos os outros ramos de atividade. Desta forma, foi proposto o desenvolvimento de uma máquina capaz de correlacionar todas estas etapas do processo de envase, facilitando o controle do processo e garantindo que esteja dentro dos padrões impostos pela vigilância, possuindo métodos capazes de atender os requisitos solicitados pelo demandante. Neste sentido foi desenvolvido um protótipo que atendesse tais necessidades, criando uma maneira mais eficiente e precisa no sistema de envase de bebidas.

Fundamentação teórica

Para realizar o planejamento e projeto da máquina de envase é necessário ter informações relacionadas aos métodos de envase, as máquinas existentes no mercado e a maneira de realizar as etapas necessárias para o funcionamento eficiente do equipamento, bem como, os instrumentos tecnológicos existentes para cada etapa.

Segundo (ANJOS; PELLANDA, 2015), a máquina de envase com sistema de transbordamento é indicada para líquidos de baixa ou média viscosidade, sendo eficiente também para líquidos espumantes devido ao seu sistema de malha fechada. Nesse sistema, o cabeçote veda o recipiente e bombeia o líquido até a altura de uma sonda, que direciona o excesso de volta ao reservatório. Por outro lado, a máquina de envase com servo motor é altamente versátil, adequada para envasar qualquer líquido bombeado. Cada bico possui uma bomba dedicada, eliminando a necessidade de antecipar o próximo fluido a ser envasado. O servo motor, em conjunto com uma bomba P.D., dosa precisamente a quantidade de líquido, interrompendo o fluxo quando a quantidade desejada é alcançada.

Segundo (PISHININ et al., 2022) a máquina de envase com bomba peristáltica é indicada para líquidos de alto valor envasados em pequenas quantidades, especialmente

soluções aquosas de baixa viscosidade. Já o método de envase por tempo e gravidade é econômico e versátil, funcionando com diversos líquidos. A quantidade de líquido é controlada pelo tempo de abertura do bico, com base no fluxo constante de líquido em um intervalo de tempo específico.

Conforme (ANJOS; PELLANDA, 2015), para realizar o tamponamento das garrafas pode-se adotar um sistema com cabeçote rosqueador do tipo garra, proporcionando flexibilidade ao permitir a troca de garras conforme o tipo de tampa. Já o cabeçote tipo castanha é amplamente utilizado devido à facilidade de controle de torque na tampa.

O (INMETRO, [s.d.]) estabelece e fiscaliza os critérios de avaliação de conteúdo líquido pré-medido em conteúdo nominal igual na portaria INMETRO/MDIC nº 157 de 2002 e nº 248 de 2008. A avaliação é feita em lotes, os quais precisam de uma aprovação pelo critério individual. Levando-se em consideração os critérios do INMETRO e as características do protótipo que é capaz de envasar garrafas de 500 ml, a tolerância de líquido faltante ou excedentes não deve ultrapassar 15 ml.

Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento da envasadora de líquidos é necessário ter informações sobre cada variável existente, a fim de controlar e coletar informações para realizar as etapas de produção com êxito e precisão.

A vazão, definida como a quantidade de líquido (volume) que passa por um determinado período de tempo, é um parâmetro que deve ser medido e controlado. Ao envasar bebidas, é necessário ter uma quantidade precisa de líquido adicionado ao recipiente. Um método para descobrir essa quantidade precisa é controlar a quantidade de produto que está sendo adicionado à garrafa.

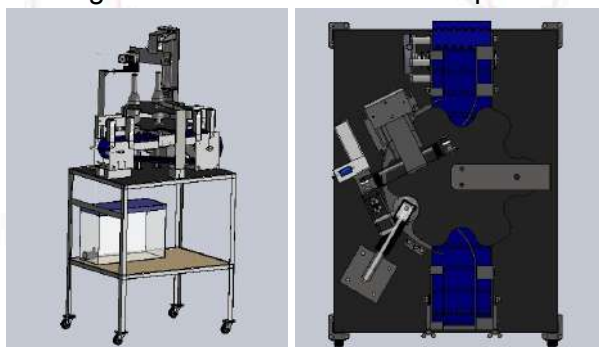
Ao longo do processo de envasamento e tamponamento, a posição da garrafa é uma condição que deve ser atendida, pois precisa ser confirmado que a garrafa esteja na posição correta para realizar cada uma dessas etapas, bem como os insumos sólidos, que são a tampa ou rolha e o lacre. Sem essa verificação o funcionamento do equipamento ficaria comprometido e não teria um bom desempenho.

Cada um desses parâmetros citados têm um papel importante no desenvolvimento das funções do equipamento e sem o controle e informações dessas variáveis seria

inviável a automação proposta neste projeto. Diante disso foi desenvolvido um sistema de envasamento utilizando uma esteira transportadora, responsável por deslocar as garrafas até o carrocel. Quando a garrafa encontra-se na posição adequada o carrocel se movimenta a fim de posicionar a garrafa na torre de envase e posteriormente na célula de tamponamento desenvolvida.

O projeto partiu do referencial teórico e metodológico a fim de encontrar uma maneira simples e eficiente de realizar as etapas citadas acima, levando em consideração as necessidades e requisitos do cliente que posteriormente foram transformadas em requisitos do projeto. Em seguida foi realizada a caracterização dos componentes e desenvolvido os componentes do protótipo utilizando o software Solidworks®, como demonstrado na Figura 1 a seguir, que contém as vistas isométrica e superior da envasadora.

Figura 1 – Vista isométrica e superior



Fonte: Autoria própria (2024).

Resultados e discussões

Após a formulação e caracterização dos processos, foi desenvolvida uma envasadora de líquidos com uma esteira que desloca as garrafas até o carrossel, garantindo um fluxo contínuo e organizado, como mostra a Figura 2. O carrossel movimenta as garrafas até a torre de envase, onde o líquido é introduzido através de uma bomba, com a quantidade controlada por um sensor de vazão para garantir o volume exato e a qualidade do produto. Após o envase, o carrossel direciona as garrafas para o tamponamento, selando-as de forma eficiente e rápida, completando o ciclo e preparando-as para o transporte e comercialização.

O desenvolvimento da envasadora de líquidos buscou atender às demandas específicas do setor, principalmente no que diz respeito à precisão e eficiência no envase de bebidas. A implementação prática do protótipo demonstrou um fluxo contínuo e organizado no processo de envase, garantindo a dosagem precisa e o fechamento eficaz das garrafas.

Figura 2 – Protótipo desenvolvido



Fonte: Autoria própria (2024).

Considerações finais

A construção do protótipo contribuiu para o aperfeiçoamento profissional dos envolvidos, oferecendo experiência prática em engenharia e automação industrial, enfrentando desafios significativos, como a integração de diferentes tecnologias e a otimização dos processos de controle de qualidade.

Referências

- ANJOS, G. D.; PELLANDA, J. H. **CÉLULA DE ENVASE DE BEBIDAS**. 2015. Disponível em: <<https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/12258/1/Envazadora%20de%20Liquidos.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- DE MORAES, R. et al. **PROTÓTIPO AUTOMATIZADO DE MÁQUINA DE ENVASE DE LÍQUIDOS VIA ARDUINO**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VIJTC/VIJTC/paper/view/1178/1625>>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- INMETRO. **Regulamentos Técnicos Metrológicos e de Avaliação da Conformidade**. , [s.d.]. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/LEGISLACAO/detalhe.asp?seq_classe=1&seq_ato=1339>. Acesso em: 25 jun. 2024
- PISHININ, J. K. A. G. et al. **ENVASADORA DE LÍQUIDOS**. 2022. Disponível em: <<https://portaldeinformacao.utfpr.edu.br/Record/riut-1-9540>>. Acesso em: 25 jun. 2024.

UM ALGORITMO HÍBRIDO PARA UM PROBLEMA DE ROTEAMENTO EM ARCOS

Divisão Temática

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

Autores: A.R.L. BORTOLANZA¹; C.E. SCHMIDT²; V.B. PECCIN³.

Resumo:

Este estudo aborda um problema clássico da Teoria dos Grafos, que envolve roteirização em arcos, conhecido como Problema do Carteiro Chinês. O objetivo é simular um serviço, utilizando dados geográficos reais, e obter uma rota fechada de atendimento que garanta a cobertura de todos os arcos e minimize a distância total percorrida. Para isso, dados geográficos de três bairros da cidade de Chapecó foram utilizados para gerar instâncias de teste. Para obtenção da sequência de atendimento, foi utilizado um algoritmo híbrido, que incorpora o algoritmo de Dijkstra, um modelo de programação linear e o algoritmo de Hierholzer. Com a aplicação da abordagem proposta foi possível obter soluções ótimas em duas das três instâncias avaliadas.

Palavras-chave: Problema do Carteiro Chinês; Otimização combinatória; Heurísticas.

Introdução

O Problema do Carteiro Chinês (PCC) é um problema clássico de roteamento em arcos, que pode ser modelado utilizando a teoria dos grafos. O objetivo é determinar uma rota fechada que percorra todas as arestas do grafo pelo menos uma vez, de forma a minimizar a distância total percorrida (KWAN, 1962).

Na literatura, o PCC é objeto de estudo há bastante tempo, sendo proposto por Kwan (1962). Diversos problemas reais que envolvem a inspeção de rotas podem ser modelados por meio dele ou de suas variantes. É o caso, por exemplo, da coleta de lixo domiciliar, patrulhamento policial, movimentação de impressoras 3D, aspersão de neve nas ruas, entrega de correspondências, manutenção de linhas ferroviárias e leitura dos registros de água, energia e gás (IRNICH, 2008; DREIFUS et al., 2017; LUKMAN et al., 2018).

¹ Egresso do curso de Engenharia de Controle e Automação, Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, arthurrodrigueslima@gmail.com.

² Docente da área de Matemática, LABICON, Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, carise.schmidt@ifsc.edu.br.

³ Docente da área de Controle e Automação, LABICON, Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, vinicius.peccin@ifsc.edu.br.

Neste estudo, o objetivo é simular um serviço, tal como a limpeza de ruas, utilizando dados geográficos reais, e obter uma rota fechada de atendimento que garanta a cobertura de todas as ruas, de forma a minimizar a distância total percorrida. Para isso, o problema foi modelado a partir de um grafo não orientado, onde o conjunto de vértices representa os pontos de cruzamento entre as diferentes ruas consideradas no problema e as arestas representam as ruas propriamente ditas.

A solução do PCC se diferencia de um circuito euleriano pois permite a repetição de arestas quando necessário (EILSELT et al., 1995). De acordo com a teoria dos grafos, para um grafo não orientado e conexo, isso ocorre apenas se há um número ímpar de arestas incidentes em um ou mais vértices do grafo. Do contrário, a solução será um circuito euleriano, ou seja, uma rota fechada que passa por todas as arestas do grafo uma única vez.

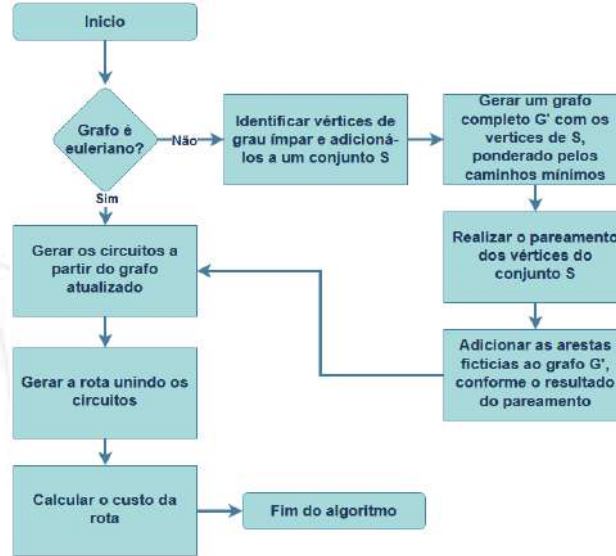
Quando o grafo não é euleriano, é possível torná-lo por meio da adição de arestas artificiais em alguns vértices, de forma que todos passem a ter grau par (EDMONDS; JOHNSON, 1973). Para isso, deve-se escolher a combinação de arestas artificiais que, além de atender esse requisito, gerem um percurso de custo mínimo.

Considerando tais aspectos, propõe-se um algoritmo híbrido para tratar o problema em ambos os casos. A abordagem proposta foi testada em instâncias geradas a partir de dados reais. Para avaliar a qualidade das soluções geradas, os resultados foram comparados com as soluções ótimas, obtidas por meio de um algoritmo de força bruta.

Procedimentos metodológicos

As instâncias de teste utilizadas na condução deste estudo foram geradas a partir de dados reais. Foram criadas três instâncias, cada uma delas correspondendo a um bairro da cidade de Chapecó, SC. Para cada uma dessas instâncias, foi obtida a matriz de caminhos mínimos, aplicando o algoritmo de Dijkstra. Dada a matriz de caminhos mínimos, foi aplicado o algoritmo híbrido para geração da solução. Um resumo do seu funcionamento é ilustrado no fluxograma da Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do algoritmo híbrido



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A partir da matriz de adjacências, é gerado o grafo correspondente para cada instância, o qual é ponderado a partir da matriz de distâncias. Inicialmente, o algoritmo identifica se o grafo gerado é euleriano ou não. Isso é realizado, contabilizando o grau de todos os seus vértices. Caso o grafo não contenha vértices de grau ímpar, um algoritmo de sequenciamento da rota é aplicado (Algoritmo de Hierholzer) e a solução é obtida. Do contrário, é efetuado um procedimento para geração de um grafo euleriano. Para isso, inicialmente são identificados os vértices de grau ímpar e adicionados a um conjunto S . Um grafo completo é gerado com os vértices do conjunto S , e ponderado pela matriz de caminhos mínimos. Em seguida, é aplicado um modelo de programação linear para pareamento dos vértices desse grafo.

Para a formulação matemática, considere x_{ij} uma variável binária, que assume valor 1 caso os vértices $i, j \in S$ sejam conectados no pareamento, e 0 caso contrário. Seja d_{ij} o peso associado a aresta $\{i, j\}$. O modelo matemático é definido conforme segue

$$\text{Min } Z = \sum_{i \in S} \sum_{\substack{j \in S \\ j \neq i}} d_{ij} x_{ij}, \quad (1)$$

$$\sum_{\substack{j \in S \\ j \neq i}} (x_{ij} + x_{ji}) = 1, \quad \forall i \in S, \quad (2)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \quad \forall i, j \in S, i \neq j. \quad (3)$$

A função objetivo (1) minimiza o custo total do pareamento. Restrições do conjunto (2) garantem que cada vértice do conjunto S esteja conectado a um único vértice do mesmo conjunto, porém distinto, fazendo com que todos os vértices de S tenham grau par. Por fim, as restrições (3) definem o domínio das variáveis. É importante ressaltar que esse modelo limita o resultado, ao considerar apenas as combinações dos vértices de S aos pares.

A partir do resultado gerados pelo modelo, são adicionadas arestas fictícias ao grafo G , tornando-o euleriano. Em seguida, é aplicado um algoritmo de Hierholzer, para sequenciamento da rota, resultando em um percurso de custo mínimo.

Todos os algoritmos aplicados foram implementados em linguagem Python, versão 3.11.3. Para resolver o modelo (1) – (3) foi utilizada a biblioteca PuLP, versão 2.7.0. Para validação dos resultados, utilizou-se um algoritmo de força bruta.

Resultados e discussões

A Tabela 1 indica, para cada instância, o número de vértices de grau ímpar, para os quais é aplicado o pareamento. São apresentados, na sequência, a solução ótima a solução do algoritmo híbrido proposto, seguido pelo *gap* entre ambos os resultados.

Tabela 1 – Características das instâncias e resultados dos testes computacionais

Instância	Total de vértices	Vértices de grau ímpar		Solução ótima	Solução do algoritmo híbrido	Gap (%)
		Grau = 1	Grau ≥ 3			
1	128	34	40	25,264	25,264	0,00
2	145	13	67	27,266	28,453	4,35
3	200	17	83	39,409	39,409	0,00

Fonte: elaborada pelos autores a partir dos resultados da pesquisa

Conforme os resultados, é possível observar que em duas, das três instâncias tratadas, a solução encontrada pelo algoritmo híbrido foi ótima. Na outra instância, o resultado ficou próximo do ótimo, com um *gap* de apenas 4,35%. O tempo médio de processamento do algoritmo híbrido foi de 734 segundos. Desse tempo, 732 segundos foram dedicados, em média, à obtenção da matriz de caminhos mínimos.

Apesar de o modelo matemático (1) – (3) avaliar apenas as combinações entre dois vértices de grau ímpar para obter a menor distância, o mesmo se mostrou eficiente no contexto aplicado.

Considerações finais

Este estudo abordou a aplicação de um algoritmo híbrido em um contexto de roteamento em arcos, com o objetivo de simular um serviço de atendimento. A partir de dados reais, foi possível gerar instâncias de teste para avaliar a abordagem proposta, visando a obtenção de uma rota de custo mínimo para atendimento. A partir dos resultados encontrados, é possível concluir que a abordagem proposta foi eficiente na geração das soluções. A aplicabilidade do problema abordado neste estudo é vasta e relevante. A otimização de rotas pode oferecer benefícios diretos em serviços, tais como a limpeza de ruas, coleta de lixo, distribuição de mercadorias, operações de patrulhamento, entre outras. Os resultados encontrados sugerem que a abordagem proposta possui potencial para tratar problemas maiores, podendo reduzir os custos operacionais e melhorar a eficiência logística quando aplicada em problemas reais.

Referências

- DREIFUS, G. et al. **Path Optimization Along Lattices in Additive Manufacturing Using the Chinese Postman Problem**. 3D Printing and Additive Manufacturing, vol. 4, n. 2, pp. 98-104, 2017.
- EDMONDS, J.; JOHNSON, E. **Matching, Euler tours and the Chinese postman problem**. Mathematical Programming, vol. 5, pp. 88-124, 1973.
- EISELT, H. A.; GENDREAU, M.; LAPORTE, G. **Arc Routing Problems, Part I: The Chinese Postman Problem**. Operations Research, vol. 43, no. 2, pp. 231-242, 1995.
- IRNICH, S. **Solution of real-world postman problems**. European Journal of Operational Research, vol. 190, n. 1, pp. 52-67, 2008.
- KWAN, M. K. **Graphic programming using odd or even points**. Chinese Math, vol. 1, pp. 237-277, 1962.
- LUKMAN, R. K. et al. **Improving efficient resource usage and reducing carbon dioxide emissions by optimizing fleet management for winter services**. Journal of Cleaner Production, vol. 177, pp. 1-11, 2018.

ESTIMAÇÃO DINÂMICA DE ÂNGULO A PARTIR DE FUSÃO INERCIAL APLICADO AO TRONCO DE UM ROBÔ BÍPEDE

Divisão Temática

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

Autores: R. M. SILVA¹; V. B. PECCIN².

EDITAL 02/2023/PROPI - UNIVERSAL

Resumo:

Este projeto detalha as etapas de seleção, instrumentação, testes e validação de um sensor para determinar a posição do tronco de um robô bípede, utilizado como entrada para um algoritmo de caminhada com controle realimentado de equilíbrio. Utilizando sistemas de navegação inercial, acelerômetros e giroscópios, implementa-se um filtro complementar para fusão sensorial, combinando a precisão do giroscópio em alta frequência e do acelerômetro em baixa frequência. A validação foi realizada em uma bancada do tipo pêndulo invertido com encoder incremental, demonstrando que o filtro complementar proposto oferece boa precisão e baixo custo para a aplicação no tronco do robô.

Palavras-chave: robôs bípedes; dinâmica de equilíbrio; sensoriamento de posição.

Introdução

Os robôs bípedes, também chamados de humanoides, são capazes de se deslocar por ambientes acidentados além de se adaptarem a diversos tipos de terreno, nos quais outros robôs móveis não seriam capazes de se locomover (GARCIA, 2007). Apesar das diversas vantagens, o desenvolvimento desses robôs apresenta uma série de desafios não triviais devido à complexidade da dinâmica de equilíbrio durante a locomoção. Nesse sentido, para garantir uma caminhada estável, é necessário que o robô tenha a capacidade de perceber continuamente sua inclinação. Com base nos dados de posição angular, o algoritmo de controle permite ajustar sua postura a fim de manter o equilíbrio em ambientes desnivelados. Este projeto relata as etapas que compõem o processo de seleção, instrumentação, testes e validação de um sensor utilizado para determinar a

¹ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Chapecó, rafaela.m26@aluno.ifsc.edu.br.

² Docente da Coordenação de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Chapecó, vinicius.peccin@ifsc.edu.br.

posição do tronco de um robô bípede, servindo como entrada para o algoritmo de caminhada com controle realimentado de equilíbrio.

Fundamentação teórica

Os sistemas de navegação inercial (INS) medem movimento linear e angular usando sensores inerciais como acelerômetros e giroscópios, através de fusão sensorial (MORI, 2013). A estimação dinâmica de ângulo com base em acelerômetros usa trigonometria elementar: por exemplo, a projeção do vetor gravitacional no eixo x produz uma aceleração equivalente ao seno do ângulo entre o eixo x do acelerômetro e a linha do horizonte. A sensibilidade incremental de um eixo aumenta à medida que a do outro diminui, então a razão entre os valores de dois eixos é usada para determinar inclinações. Visto que a saída de cada eixo é influenciada pelo seno ou cosseno do ângulo de inclinação, e considerando que o ângulo de inclinação é o mesmo para ambas as funções, o ângulo corresponde à aceleração mínima passível de ser identificada (FISHER, 2010). Nesse sentido, para calcular os ângulos de inclinação neste projeto, serão utilizadas as equações:

$$\theta = \tan^{-1} \cdot \left(\frac{A_x}{\sqrt{A_y^2 + A_z^2}} \right), \quad \phi = \tan^{-1} \cdot \left(\frac{A_y}{\sqrt{A_x^2 + A_z^2}} \right). \quad (1)$$

Já o giroscópio apresenta a estimação de ângulo através da integração discreta do valor de velocidade angular como segue:

$$X_i = X_{i-1} + \omega_i \cdot t \quad (3)$$

A fusão sensorial é necessária neste caso porque o giroscópio apresenta desvio gradual ao longo do tempo ("*drift*") e o acelerômetro tem uma dinâmica ruidosa que pode alterar os dados de aceleração (OLIVEIRA; GONÇALVES, 2017). Dessa forma, busca-se utilizar a precisão do giroscópio em alta frequência e do acelerômetro em baixa frequência, com erro estacionário mínimo.

Um dos métodos mais conhecidos quando se fala em fusão sensorial é o filtro complementar, uma combinação de um filtro passa-baixa e um filtro passa-alta, aplicado aos sensores considerando os espectros de frequência mais confiáveis de cada um.

Dessa forma, a função para cálculo da posição angular, combinando os dois filtros digitais, pode ser expressa por:

$$\theta = \frac{1}{t_b s + 1} \cdot X_{acel}(s) + \frac{s \cdot t_a}{t_a s + 1} \cdot X_{giro}(s), \quad (5)$$

onde s é a variável complexa na transformada de Laplace, t_a é constante de tempo relacionada ao giroscópio, t_b é constante de tempo relacionada ao acelerômetro, $X_{acel}(s)$ é a saída do acelerômetro, $X_{giro}(s)$ é a saída do giroscópio e θ é a inclinação angular no eixo x.

Ao considerar a implementação prática desses filtros em microcontroladores, surge a necessidade de adequá-las ao ambiente digital através do processo de discretização. A Equação (6) apresenta a versão discretizada do filtro complementar, onde $y[k]_{filter}$ é a saída do filtro complementar, τ é a constante de tempo do filtro, T é o tempo de amostragem, $X_g[k]$ é a posição angular a partir do giroscópio e $X_a[k]$ é a posição angular a partir do acelerômetro.

$$y[k]_{filter} = \frac{\tau}{T + \tau} \cdot (y[k - 1] + \overline{X_g}[k] \cdot T) + \frac{T}{\tau + T} \cdot X_a[k] \quad (6)$$

Procedimentos metodológicos

Para validar o algoritmo desenvolvido, optou-se por utilizar uma bancada de pêndulo invertido devido às semelhanças com o sistema de um robô bípede. O sistema exige uma resposta ágil e precisa da posição da haste, medida por um encoder. O teste de validação compara diretamente as respostas da fusão sensorial com as leituras do encoder. Pressupõe-se que o filtro apresenta bom desempenho se as suas leituras se aproximam das leituras obtidas pelo encoder.

Resultados e discussões

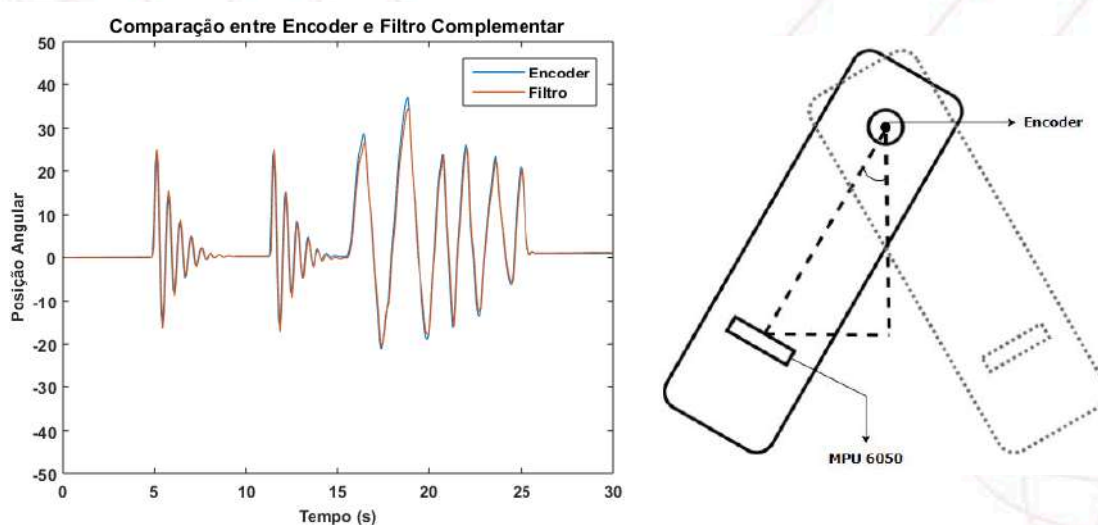
Os experimentos mostraram que o sinal do acelerômetro é ruidoso e impreciso quando usado isoladamente, enquanto o giroscópio sofre deriva ao longo do tempo, afetando a precisão. A melhor combinação de tempo de amostragem e frequência de corte resultou nos parâmetros da Tabela 1, com a resposta visualizada no gráfico da Figura 1.

Tabela 1 - Parâmetros do filtro complementar

Parâmetros	Valores de Ajuste
Alpha	0.975
Beta	0.025
Frequência de corte	3,12 Hz
Tempo de amostragem	80ms

Fonte: Autoria Própria

Figura 1 – Gráfico de comparação da resposta do filtro complementar com o encoder



Fonte: Autoria Própria.

O filtro complementar proposto demonstrou ser adequado para a aplicação no tronco do robô, combinando boa precisão e baixo custo. Ele segue de maneira consistente o encoder em ângulos de até 30°, proporcionando um bom desempenho para a aplicação. Embora se observe uma pequena discrepância (cerca de 1°) no ângulo próximo à 40°, essa diferença se dá pela dinâmica inerente ao filtro, mas não impacta na aplicação, uma vez que a inclinação do tronco além desse valor indica uma possível queda, que não pode ser contornada por soluções mecânicas. Nesse sentido, a variação máxima possível considerada para o trabalho é de -40° a +40° e o filtro complementar se encaixa como uma boa solução para o problema.

Considerações finais

Tem-se como resultado a estimação dinâmica de ângulo baseada em acelerômetro e giroscópio com nível de precisão suficiente para atender a demanda. Após a validação ser concluída, o sistema de sensoriamento foi inserido no robô. Posteriormente, será desenvolvido um algoritmo de controle de equilíbrio, essencial para o robô bípede conseguir caminhar em superfícies irregulares.

Referência ao fomento recebido

O presente projeto aborda atividades de um projeto de pesquisa financiado pelo Edital Proppi 02/2023, com apoio do CNPq, intitulado como “Algoritmo de caminhada para robôs bípedes com controle realimentado de equilíbrio” com Bolsa de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI).

Referências

FISHER, C. J. **Using an Accelerometer for Inclination Sensing**. Analog Devices, p. 8, 2010.

GARCIA, Elena. **The evolution of robotics research**. IEEE Robotics & Automation Magazine, v. 14, n. 1, p. 90-103, 2007.

MORI, Anderson Moraes. **O uso de sistema inercial para apoiar a navegação autônoma**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 180, 2013.

OLIVEIRA, Waldri dos Santos; GONÇALVES, Eduardo Nunes. **Implementação em C: filtro de Kalman, fusão de sensores para determinação de ângulos**. ForScience: revista científica do IFMG, Formiga, v. 5, n. 3, 2017.

ALGORITMO DE CAMINHADA PARA ROBÔ BÍPEDE COM 8 GRAUS DE LIBERDADE

Divisão Temática

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

Autores: H. Z. PAZINI¹; R. M. SILVA²; V. B. PECCIN³.

EDITAL 02/2023/PROPII - UNIVERSAL

Resumo:

Os robôs desempenham papel crucial em setores variados, melhorando a eficiência e participando de soluções inovadoras. Entre os principais tipos de robôs, destaca-se a arquitetura de robôs bípedes. Os robôs bípedes apresentam semelhança com os seres humanos e podem utilizar a mesma estratégia de marcha. Nesse contexto, o foco deste trabalho concentra-se no desenvolvimento de um algoritmo de caminhada para um robô bípede de 8 graus de liberdade, com a capacidade de realizar caminhadas em superfícies planas, utilizando a marcha humana como princípio de movimento.

Palavras-chave: Robótica; Robô bípede; Marcha humana.

Introdução

Os desenvolvimentos na área de robótica têm tido grande aumento nos últimos anos, em especial, com estruturas que se assemelham ao corpo humano e que podem conviver no mesmo ambiente (FORESTI, 2006). Dentre os diversos tipos de robôs existentes, pode-se dizer que aqueles que mais se assemelham ao ser humano são de fato os que despertam mais atenção e interesse, uma vez que estes possuem sistemas complexos comparados com outros robôs, estes são comumente chamados de Robôs Humanoides ou Bípedes (BEZERRA, 2004).

Neste artigo, é apresentado um método para a implementação de caminhada destinado a um robô bípede composto por 8 elos, inspirado na biomecânica da marcha humana. A implementação do método é aprimorada por meio da incorporação de trajetórias polinomiais, visando proporcionar suavidade ao movimento. Adicionalmente, são fornecidos passos detalhados para a realização da modelagem da cinemática inversa

¹ Egresso do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Chapecó, herique.zanco7@gmail.com.

² Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Chapecó, rafaela.m26@aluno.ifsc.edu.br.

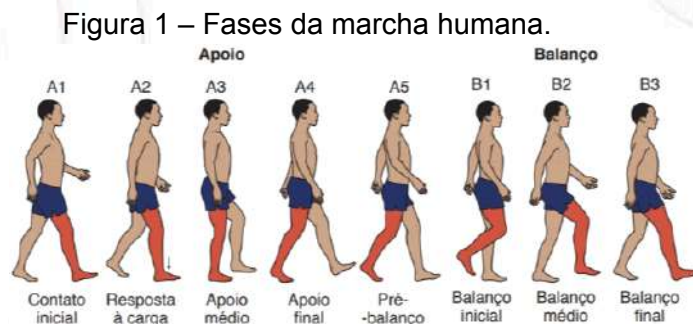
³ Docente da Coordenação de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Chapecó, vinicius.peccin@ifsc.edu.br.

e direta de um robô que possui 8 graus de liberdade. Por fim, são apresentados resultados em um robô específico montado em laboratório.

Fundamentação teórica

A Marcha humana é definida como uma maneira ou estilo de uma caminhada. Ela é discutida e investigada por sua unidade mais fundamental, o ciclo de marcha. Um ciclo de marcha é o período de quando o calcanhar de um pé toca o solo até o momento em que ele volta a tocá-lo (HOUGLUM e BERTOTI, 2012).

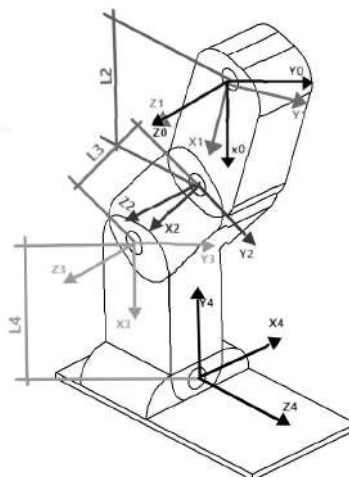
Apesar de cada ser humano possuir um estilo de marcha próprio, alguma semelhança pode ser evidenciada e conceituada. O ciclo da marcha é basicamente dividido em duas fases: apoio e balanço. Estes são compostos por outras 8 subfases sendo: Contato inicial, resposta a carga, apoio médio, apoio final e pré balanço, as subfases de apoio e balanço inicial, balanço médio e balanço final, as subfases de balanço, as posições dos mesmos estão demonstrados na Figura 1.



Fonte: HOUGLUM e BERTOTI, 2012.

Do ponto de vista da cinemática, um robô bípede com 8 graus de liberdade é fundamentalmente composto por dois membros inferiores (pernas), cada um com 4 articulações. Estas articulações são inseridas no quadril, joelho e tornozelo, com duas articulações no tornozelo: uma frontal e outra lateral. Cada uma das articulações é representada pelos sistemas de referência 1, 2, 3 e 4, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Modelo de perna com 4 graus de liberdade e seus sistemas de referência.

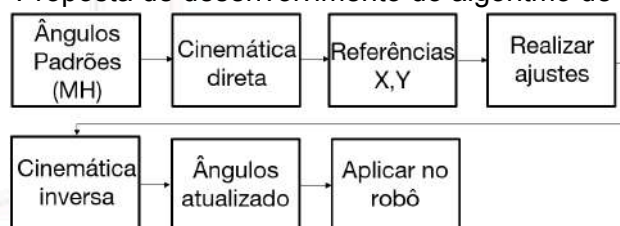


Fonte: Autoria Própria.

Procedimentos metodológicos

A ideia para desenvolvimento do algoritmo de caminhada do robô foi utilizar os ângulos padrões da marcha humana e a partir da modelagem cinemática e ajustes práticos transpor os ângulos adequados ao robô. O fluxo proposto é apresentado na Figura 3.

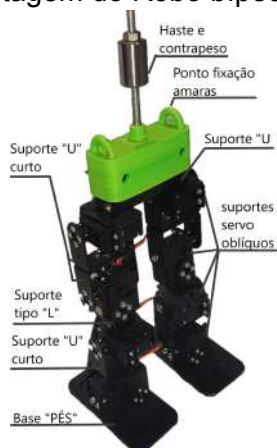
Figura 3 – Proposta de desenvolvimento do algoritmo de caminhada.



Fonte: Autoria Própria.

Para a aplicação e testes dos métodos foi desenvolvido um robô bípede com 8 graus de liberdade. Os componentes necessários para a criação do robô foram fornecidos pelo IFSC, e a fabricação e montagem do dispositivo envolveram a utilização de materiais específicos. Foram utilizados um suporte do tipo U, oito suportes servo tipo U curto, dois suportes servo do tipo L, oito suportes servo oblíquos do tipo U e duas bases pés além de oito servo motores. A Figura 4 ilustra a montagem dos componentes.

Figura 4 – Montagem do Robô bípede desenvolvido.



Fonte: Autoria Própria.

Resultados e discussões

Executando o algoritmo com o sequenciamento dos ângulos derivados da marcha humana e adaptados via cinemática conforme proposto foi possível que o robô executasse alguns passos. As transições de referências de ângulos foram suavizadas por polinômios de 3ª ordem. O robô em 11 posições da marcha pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 – Posições de marcha do robô bípede..



Fonte: Autoria Própria.

Considerações finais

Em síntese, este estudo abordou de maneira abrangente os procedimentos para a construção de um robô bípede com 8 graus de liberdade, utilizando da análise detalhada da marcha humana. Ao estudar ângulos padrões na marcha humana e implementá-los no robô bípede, conseguiu-se uma movimentação promissora, embora ineficiente, pois o robô não corresponde precisamente à escala humana. Ao aplicar os ângulos na cinemática direta, foram gerados pontos de referência do pé em relação ao quadril (x, y). Isso possibilitou fazer os ajustes necessários e aplicá-los na cinemática inversa, resultando em angulações que permitem ao robô executar movimentos que reproduzem a caminhada adequada. Em conclusão, pôde-se perceber que a integração desses elementos resulta em um robô bípede capaz de realizar uma caminhada eficaz e equilibrada.

Referência ao fomento recebido

O presente projeto aborda atividades de um projeto de pesquisa financiado pelo Edital Proppi 02/2023, com apoio do CNPq, intitulado como “Algoritmo de caminhada para robôs bípedes com controle realimentado de equilíbrio” com Bolsa de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI).

Referências

BEZERRA, C.; ZAMPIERI D. **“Biped robots: the state of art,”** in International Symposium on History of Machines and Mechanisms, (Cassino), 2004.

FORESTI, H. B. **“Desenvolvimento de um robô bípede autônomo”**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Dez. 2006.

HOUGLUM, P. A.; BERTOTI, D. B. **“Cinesiologia Clínica de Brunnstrom”**. 6 ed., 2012

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM TRIBÔMETRO PINO-SOBRE-DISCO

Divisão Temática

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

Autores: J. SILVA¹; A. KRELLING²; J. JERONIMO³; J. JERONIMO⁴.

Edital EPE nº 05/2023

Resumo:

A caracterização tribológica implica em examinar as condições reais de utilização de materiais, além de estudar o coeficiente de atrito, taxa de desgaste e outras propriedades do conjunto tribológico. Dado que a tribologia é um campo interdisciplinar, essas pesquisas possuem aplicações em diversos domínios. Portanto, o tribômetro deve ser suficientemente adaptável para permitir a medição de características de atrito e desgaste de combinações de materiais e lubrificantes em condições específicas de carga, velocidade, temperatura e ambiente. O objetivo deste projeto de pesquisa foi desenvolver e construir um tribômetro para realizar testes de deslizamento do tipo pino-sobre-disco, apto a medir o coeficiente de atrito no sistema tribológico esfera-corpo-de-prova, conforme a norma ASTM G99.

Palavras-chave: tribômetro; pino-sobre-disco; tribologia; arduino; motor de passo.

Introdução

Em uma pesquisa recente foi apontado que, contemplando diversos setores como transporte, indústria, eletricidade e agricultura, entre outros, ao longo de um período de 15 anos, poder-se-ia alcançar uma economia mundial de aproximadamente 46 EJ (46×10^{18} J) de energia, 973 bilhões de Euros e uma redução de 3.140 milhões de toneladas de emissões de CO₂, graças aos avanços obtidos no estudo da tribologia (HOLMBERG; ERDEMIR, 2017).

¹Estudante do curso de bacharelado em engenharia elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Joinville.

²Servidor da área de Mecânica do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Joinville, anael.krelling@ifsc.edu.br.

³Servidor da área de Elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Joinville, joice.jeronimo@ifsc.edu.br.

⁴Servidor da área de Mecânica do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Joinville, jefferson.jeronimo@ifsc.edu.br.

Assim, o objetivo primordial deste projeto de pesquisa consiste na construção de um tribômetro destinado à condução de ensaios de desgaste por deslizamento, em conformidade com os padrões estabelecidos pela norma ASTM G99. Tanto o ensino quanto a pesquisa estão presentes nesse contexto, especialmente para a bolsista encarregada da construção e desenvolvimento do sistema de aquisição e controle do equipamento. Ademais, o produto resultante deste projeto poderá ser aproveitado para futuras iniciativas de extensão, enquanto o próprio equipamento poderá ser exibido durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), possibilitando interações com os visitantes e facilitando a realização de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs) em programas de graduação relacionados a problemas industriais concretos.

Fundamentação teórica

A tribologia, como campo científico, aplica uma análise operacional para abordar problemas de relevância econômica, tais como confiabilidade, manutenção e desgaste de equipamentos técnicos, abrangendo desde eletrodomésticos até espaçonaves (STACHOWIAK; BATCHELOR, 2000). Embora as perdas individuais possam parecer insignificantes quando analisadas isoladamente em uma única máquina, sua repetição em potencialmente milhões de máquinas comparáveis resulta em custos significativos (FINDIK, 2014).

O regime de desgaste pode ser caracterizado em termos da taxa de desgaste em brando (ou suave) e severo (BHUSHAN, 2001). A transição entre o desgaste moderado e severo é influenciada por vários fatores, incluindo a atmosfera, a velocidade de deslizamento e a temperatura ambiente (LUDEMA, 1996). Além disso, propriedades do material, geometria, acabamento superficial e presença de elementos interfaciais, como lubrificantes, desempenham papéis significativos no regime de desgaste (ZUM GAHR, 1987).

Em setores industriais onde o desgaste pode interromper ou retardar a produção, ou acarretar em custos elevados de manutenção, é imperativo ir além do conhecimento convencional sobre materiais, processos mecânicos e metalúrgicos de fabricação. Diante dessa demanda, há uma necessidade crescente de selecionar ou projetar superfícies mais resistentes para equipamentos futuros, ao mesmo tempo em que se busca minimizar

os custos operacionais e prolongar a vida útil das máquinas existentes (WOOD et al., 2018).

Procedimentos metodológicos

Inicialmente, uma pesquisa bibliográfica foi conduzida para determinar as possíveis configurações do equipamento e o dimensionamento de acordo com critérios estabelecidos, tais como a força máxima a ser aplicada à esfera, o diâmetro da pista de desgaste e a velocidade de deslizamento. Após o estabelecimento das condições e configuração do equipamento, o modelamento das partes e a simulação de funcionamento foram realizados por meio de software, permitindo a subsequente etapa de fabricação dos componentes e a construção do tribômetro.

Concomitantemente à fase de fabricação dos componentes mecânicos, os tipos de sinais de entrada foram verificados, a fim de buscar o melhor sistema de aquisição e monitoramento durante os ensaios. Para aprimorar esse sistema, a bolsista utilizou um arduino UNO e o amplificador de sinal HX711.

Resultados e discussões

Ao final do projeto, obtivemos um tribômetro que pode ser controlado por meio de um display touchscreen, onde o usuário insere dados como velocidade e quantidade de voltas desejadas. Enquanto o tribômetro executa as operações solicitadas, um sensor de carga envia informações em tempo real para um cartão de memória, que as armazena em arquivos de planilha no formato ".xlsx".

Além disso, o trabalho foi exposto na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia do IFSC - Campus Joinville, em 2023.

Figura 1 – Tribômetro pino-sobre-disco e apresentação na SNCT 2023.



Fonte: Autor (2024).

Considerações finais

É possível afirmar que o objetivo estabelecido na introdução, que consistia na construção de um tribômetro pino-sobre-disco com capacidade de adquirir e armazenar dados, foi alcançado. É relevante destacar a importância do projeto para a bolsista, que foi capaz de desenvolver um produto por meio de pesquisa e assistência de profissionais experientes na área. Além disso, ela aprimorou suas habilidades na resolução de problemas, enfrentando desafios propostos pelos coordenadores do projeto, apesar de estar apenas no segundo semestre do curso de Engenharia Elétrica.

A interação entre ensino, pesquisa e extensão foi mantida ao longo de todo o projeto. Os professores desempenharam um papel orientador constante para a bolsista, que conduziu pesquisas ao longo de todo o processo de desenvolvimento do produto. Agora, o campus dispõe de um tribômetro apto a conduzir ensaios, sendo passível de utilização em aulas e no desenvolvimento de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs), destacando, assim, a contribuição para a comunidade por meio da extensão universitária.

Referência ao fomento recebido

Os membros do projeto PJ128-2023 expressam sua gratidão ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) pelo apoio concedido ao projeto aprovado no âmbito do Edital

EPE no 05/2023, intitulado "Fomento às atividades indissociáveis entre ensino, pesquisa e extensão", do Câmpus Joinville.

Referências

- BHUSHAN, B. Modern Tribology Handbook. CRC Press LLC, 2001.
- CARRERA-ESPINOZA, R.; FIGUEROA-LÓPEZ, U.; MARTÍNEZ-TRINIDAD, J.; et al. Tribological behavior of borided AISI 1018 steel under linear reciprocating sliding conditions. Wear, v. 362-363, p. 1–7, 2016.
- COZZA, R. C. Effect of pressure on abrasive wear mode transitions in micro-abrasive wear tests of WC-Co P20. Tribology International, v. 57, p. 266–271, 2013.
- 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.
- HUTCHINGS, I. M. Tribology - friction and wear of engineering materials. London: Edward Arnold, 1992.
- LUDEMA, K. C. Friction, Wear, Lubrication - A Textbook in Tribology. Boca Raton: CRC Press, 1996.
- STACHOWIAK, G. W.; BATCHELOR, A. W. Engineering Tribology. 2nd ed. Australia: Butterworth-Heinemann, 2000.
- STACHOWIAK, G. W. Wear - Materials, Mechanisms and Practice. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd, 2005.
- WANG, Y.; LEI, T.; LIU, J. Tribo-metallographic behavior of high carbon steels in dry sliding I. Wear mechanisms and their transition. Wear, v. 231, p. 1-11, 1999.
- 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.
- ZUM GAHR, K.-H. Microstructure and wear of materials. Amsterdam: Elsevier, 1987.

Queima - integrando arte e ciência

Divisão Temática

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

Autores: G. HENRY WOJCIKIEWICZ¹, N. LIMA PEREIRA²; R.I.P. PEIXE³, S. ALBUQUERQUE REIS FACHINELLO⁴

Edital de fomento do trabalho
EDITAL 02/2023/PROPI

Resumo:

O projeto “Queima - integrando arte e ciência” objetiva qualificar o conhecimento da queima da cerâmica com a criação de um forno de queima de baixo custo, construído pela aproximação e integração de áreas do conhecimento - artes visuais e mecânica no IFSC São José e Itajaí. Justifica-se pela soma de conhecimentos advindos da pesquisa integrando áreas e câmpus, que possuem na grade curricular dos Integrados a UC de Artes (visuais) e na formação técnica docentes da área de Mecânica. A metodologia pensada inicialmente foi reformulada, pela necessidade percebida pela equipe ao início do projeto, assim: a) a pesquisa bibliográfica iniciou e segue no decorrer do projeto pelas demandas, no projeto apresentado foram definidas visita em espaços de conhecimento técnico e prática de longa data (como as olarias em São José/SC), mas não ocorreram pela troca de proposta de forno para o elétrico e pela decisão de simplificação de procedimentos com autorização do Comitê de Ética; b) os encontros criativos para projeto do forno acontecem conforme planejado, c) inicialmente pensou-se em montagens de teste/piloto com mais tempo antes do término, mas o processo foi mais longo até definição e preparação da carcaça de um refrigerador, assim, no momento (junho/24) estamos na montagem ainda; d) a primeira queima e participação da comunidade deve acontecer até agosto de 2024. O resultado será o projeto de um forno de baixo custo para queima de peças cerâmicas e montagem de uma unidade do forno.

Palavras-chave: forno elétrico; cerâmica; baixo custo; arte; ciência.

Introdução

¹ George Henry Wojcikiewicz, docente de Refrigeração do Instituto Federal de Santa Catarina - São José, e-mail george@ifsc.edu.br

² Nycolas Lima Pereira, discente bolsista Instituto Federal de Santa Catarina - São José, e-mail nycolaslimapereira1@gmail.com.

³ RITA INES PETRYKOWSKI PEIXE, docente de Artes Visuais do Instituto Federal de Santa Catarina - Itajaí, e-mail rita.peixe@ifsc.edu.br

⁴ Sandra A. R. Fachinello, docente de Artes Visuais do Instituto Federal de Santa Catarina - São José, coordenadora do projeto, e-mail sandra.fachinello@ifsc.edu.br.

O projeto proposto “Queima - integrando arte e ciência” objetiva qualificar o conhecimento da queima da cerâmica por meio da criação de um forno de queima de baixo custo, construído pela aproximação e integração de diferentes áreas do conhecimento - artes visuais e mecânica no IFSC São José. Pensar em estratégias e metodologias que somam conhecimento advindos da pesquisa, integrando áreas e câmpus é um desafio que precisa ser enfrentado para efetivar a integração.

A proposta surge pela percepção de que os conhecimentos das áreas técnicas são necessários para a total compreensão dos conhecimentos de artes visuais, cerâmica neste caso específico. Outro ponto relevante é que possuir o forno de queima cerâmica nas instalações do IFSC possibilita a proposição de cursos na área profissional de cerâmica, articulados com a comunidade de oleiros, artesãos e artistas da região.

O tripé da pesquisa-ensino-extensão é a coluna do ensino integrado que o IFSC desenvolve. Ter espaços com estrutura para queima de cerâmica, é uma forma de viabilizar muitas ações de ensino, de pesquisa e extensão.

Fundamentação teórica

A região do entorno do IFSC São José tem participação da riqueza cultural na economia local. Segundo site oficial da Prefeitura de São José (Disponível em: <https://saojose.sc.gov.br/licenca-ambiental-para-maricultura-em-sao-jose-sera-entregue-nesta-sexta-feira-11/7049/>) a produção de cerâmicas utilitárias feitas e pintadas à mão é uma das áreas mais antigas de São José, tendo seu principal ponto sendo a praia da Serraria. Alguns célebres representantes da cerâmica artística são Ademar Zeferino de Melo (1912), Zenir Josefa de Souza (1934-1992) e Nézia Melo da Silveira (1940-1994), entre outros.

Pensando no foco do projeto proposto, seria uma possibilidade a compra de fornos prontos, porém, considerando que: a) o custo de fornos prontos é muito elevado, b) que temos docentes com conhecimento técnico para criação e construção de um forno e c) que o conhecimento técnico dos docentes (artes visuais e mecânica) desenvolvido na pesquisa com discentes possibilita a aproximação e integração de áreas; a pesquisa se qualifica e justifica-se.

Os fornos de queima possuem uma história aliada aos conhecimentos técnicos sobre queima, materiais térmicos, entre outros. Segundo SILVA (2017),

Termicamente as queimas cerâmicas se dividem em três grupos distintos: Cerâmica não vitrificada, queimadas entre 500°C e 800°C; cerâmica com pouca vitrificação, queimadas entre 800°C e 1050°C e cerâmica totalmente vitrificada, queimadas entre 1100°C a 1300°C. A definição destes grupos pode variar nas menções encontradas nas bibliografias da área, mas de forma geral preservam a separação em três níveis térmicos. Muito difundida é também a subdivisão entre Baixa Temperatura, para queimas realizadas em patamares térmicos na casa dos 560°C aos 1050°C; Média Temperatura, patamares entre 1050°C e 1200°C e Alta Temperatura, patamares acima de 1200°C. (SILVA, 2017)

Também nos diz que a média temperatura, embora tenha significado um grande salto tecnológico, pouco se explana. Ressalta algo curioso e importante, que

Durante o processo de queima, ao atingir patamares térmicos na casa dos 560°C, acontecem transformações químicas no corpo do objeto feito em argila, capazes de transformá-lo naquilo que conhecemos como cerâmica, passando então a adquirir características distintas. (SILVA, 2017)

O interesse do presente projeto são as altas temperaturas, que

apesar de seu histórico milenar, encontra grande impulso com a difusão de técnicas de queima diferenciadas das queimas a lenha, tais como gás e a eletricidade que juntamente com o desenvolvimento de novos materiais refratários tornam possível a produção de equipamentos menores cada vez mais adaptáveis às necessidades espaciais urbanas. (SILVA, 2017)

Aqui apresentamos os primeiros passos, a pesquisa desenvolverá com mais aprofundamento a questão de projetos existentes, de possibilidades financeiras do protótipo e forno final.

Procedimentos metodológicos

Os procedimentos foram executados, conforme o planejado, porém adequando às demandas percebidas pela equipa. Iniciamos com a pesquisa bibliográfica para definição de caminhos. No projeto apresentado foram definidas visita em espaços de conhecimento técnico e prática de longa data (como as olarias em São José/SC), mas não ocorreram pela troca de proposta de forno para o elétrico e pela decisão de simplificação de procedimentos com autorização do Comitê de Ética. Este processo foi justificado para o setor responsável. Como atividade temos os encontros coletivos criativos para projeto do forno; inicialmente pensou-se em montagens de teste/piloto com mais tempo antes do término, mas o processo foi mais longo até definição e preparação da carcaça de um refrigerador, assim, no momento (julho/24) estamos na montagem. O bolsista participante é protagonista em todo processo. A primeira queima e participação da comunidade deve

acontecer até setembro de 2024 (o prazo foi ampliado em decorrência dos efeitos da greve). Uma etapa inicial foi a pesquisa dos preços dos materiais para construir o forno, vale ressaltar que a pretensão era construir o forno com tijolos, entretanto há diferentes formas e formatos para construí-lo com: latão, tijolos, carcaças... Assim, considerando nosso curso de relação direta, definimos o uso da carcaça de um refrigerador.

Fizemos um esboço do projeto da carcaça no programa Auto Cad e um rascunho em uma folha com as medidas do mesmo. Como escolhemos um refrigerador como material tivemos que desmontá-lo, portanto foi feita a remoção de todo o material interno do refrigerador, isolantes, plásticos, cobres, peças e etc. O bolsista antes de começar a "destrinchar" fez a remoção do gás refrigerante contido utilizando um manômetro e um recolhedor de fluídos. O processo de remoção total dos isolantes do refrigerador foi maior que o esperado.

Após foi realizada a estrutura de chapas metálicas na carcaça. As placas de metal foram cortadas sob medida em uma guilhotina juntamente com a supervisão do professor orientador. Dando seguimento ao projeto fizemos as compras das mantas. Para fazer a fixação da manta cortamos plaquinhas de metal com medidas de 6 cm x 6 cm e usamos parafusos estilo aço rápido para fixar a placa e a manta.

Depois desses avanços no projeto vimos que precisaríamos de muita resistência e uma quantidade de energia elevada para aquecer o forno à 900 °C e por isso decidimos cortar o refrigerador em cerca de $\frac{1}{3}$ do mesmo, em média ficou com 60 cm x 65 cm. Então assim foi feito, com ajuda de supervisores do campus da área fizemos os devidos cortes, para cortar usamos a serra tico-tico. Após os cortes, vimos que o projeto estava fora do esquadro e por isso fizemos uma estrutura de barra de ferro com forma de cantoneiras para ter o forno no esquadro. Para fazer os cortes, utilizamos a sala de mecânica do nosso campus, na qual o mesmo possui uma serra circular. Finalizamos as cantoneiras de ferro e deixamos o forno no esquadro. Para fazer a porta utilizamos restos do refrigerador e uma estrutura de ferro para não ficar "baloadado" (com aparência peculiar). Vale ressaltar que para fixar as estruturas de ferro na porta utilizamos rebites e fizemos soldas nos ferros.

Resultados e discussões

Com o procedimento do trabalho desenvolvido, estamos qualificando os conhecimentos de queima da cerâmica por meio da criação de um forno de queima de baixo custo, construído pela aproximação e integração de diferentes áreas do conhecimento - artes visuais e mecânica, essa relação entre as áreas é um passo significativo para o IFSC, na qual vários processos de criação que passam pelo uso da cerâmica acabam não sendo finalizados, pois não temos fornos de queima. Neste projeto encontra-se uma relevância na “junção” das áreas técnicas para total compreensão dos de artes visuais e cerâmica, portanto é de suma importância pensar em estratégias e metodologias que somam conhecimento advindos da pesquisa, integrando áreas e câmpus.

Outro ponto relevante é que possuir o forno de queima cerâmica nas instalações do IFSC possibilita a proposição de cursos na área profissional de cerâmica, articulados com a comunidade de oleiros, artesãos e artistas da região.

Considerações finais

Atualmente, o projeto encontra-se em um estado avançado, pois estamos finalizando a montagem do forno, peças, ajustes, etc; sendo assim partindo para a primeira queima, a disponibilização do projeto e o oferecimento de oficinas. Com a conclusão do trabalho teremos assim dentro do espaço acadêmico um forno de baixo custo para queima de peças cerâmicas, a realização do mesmo deu-se pela relação harmônica do tripé da pesquisa-ensino-extensão. Ter espaços com estrutura para queima de cerâmica, é uma forma de viabilizar muitas ações de ensino, de pesquisa e extensão.

Referência ao fomento recebido

EDITAL 02/2023/PROPI = 1 bolsista por 8 meses e taxa de R\$ 3.000,00.

Referências

SILVA, Kleber José da. **A construção de fornos para queimas cerâmicas em alta temperatura: um percurso alternativo possível**. UNESP: São Paulo, 2017. 299 f. : il. color. + 02 DVD.

EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS EM TAIPA DE PILÃO

Divisão Temática

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

Autores: EMILIA TEIXEIRA POLTRONIERI¹; GUSTAVO NUNES DE ALMEIDA²; GABRIEL VALLIN VIEIRA³; ANDERSON RENATO VOBORNIK WOLENSKI⁴

Edital 02/2023/PROPPI - Edital Universal de Pesquisa

Resumo:

Pesquisas com edificações sustentáveis permeiam temáticas que usam novos métodos construtivos associados a materiais inovadores. A urgência destes temas busca romper o paradigma da construção civil que visualiza, nos materiais não renováveis, a única forma exitosa em uma edificação. Como alternativa, a taipa de pilão possibilita construções mais sustentáveis, com menor consumo energético e melhorias no conforto termo acústico, dentre outros avanços que vem sendo foco de trabalhos recentes, o que inclui a ABNT NBR 17014 (2022), que traz consigo grande expectativa para expansão deste sistema construtivo. Neste contexto, a presente proposta dá continuidade aos estudos que caracterizaram os solos nas cidades de São Carlos-SC, Palmitos-SC e Águas de Chapecó-SC e obteve as primeiras peças em Taipa de Pilão em uma escala laboratorial. Como avanço dessas pesquisas anteriores, o presente trabalho analisou paredes autoportantes em taipa de pilão, executadas no IFSC-São Carlos, em uma escala real a fim de demonstrar seu desempenho em edificações sustentáveis, saudáveis e acessíveis.

Palavras-chave: Terra; Solo-Cimento; Processo Construtivo; Sustentabilidade.

Introdução

Os sistemas construtivos que adotam a terra na construção de uma edificação possuem em comum a minimização dos impactos ambientais negativos, quando comparados a insumos não renováveis, como o cimento e o aço, que despontam como grandes vilões do efeito estufa. Inserir a terra como componente construtivo resulta em mudanças significativas da cadeia produtiva da construção civil, dada a redução nos custos totais da obra, ao intervir diretamente no consumo energético durante e após a construção, com melhora significativa do conforto termo acústico, de modo a tornar a edificação mais orgânica, dada a característica respirável de uma parede que leva a terra como elemento principal em sua composição.

¹ Aluna do Curso de Engenharia Civil do IFSC, campus São Carlos, emilia.tp@aluno.ifsc.edu.br

² Aluno do Curso de Engenharia Civil do IFSC, campus São Carlos, gustavo.n09@aluno.ifsc.edu.br

³ Aluno do Curso de Engenharia Civil do IFSC, campus São Carlos, gabrielvallin04@gmail.com

⁴ Docente do Curso de Engenharia Civil do IFSC, campus São Carlos, anderson.wolenski@ifsc.edu.br

Esta visão sustentável e de viabilidade técnica, portanto, fundamenta este trabalho como uma continuidade aos estudos iniciados em 2021/2022 que caracterizou os solos de São Carlos-SC, Palmitos-SC e Águas de Chapecó-SC e obteve as primeiras peças em taipa de pilão em uma escala laboratorial e que agora avança com experimentos numa escala real em paredes autoportantes para viabilizar edificações mais orgânicas, saudáveis e economicamente acessíveis.

Fundamentação teórica

A taipa de pilão não é uma novidade no Brasil, visto que várias construções históricas mantêm essa técnica por trás de seus revestimentos e pinturas caiadas. De acordo com Minke (2022), as construções com terra são conhecidas há mais de nove mil anos, sendo amplamente usadas em diversas culturas antigas, tanto em residências quanto em templos e estruturas religiosas. As paredes em terra possuem massa térmica elevada, isto é, conseguem absorver calor, retê-lo e, em seguida, liberá-lo com o tempo. Tal característica, segundo Lovec *et al.* (2018) auxilia o sistema construtivo a moderar significativamente as flutuações térmicas dentro de uma casa, de modo a oferecer maior conforto térmico ao usuário.

Um dos primeiros países a inserir novas tecnologias neste sistema construtivo foi o Egito, através do arquiteto Hassan Fathy da Universidade do Cairo, que avançou com novos equipamentos, métodos, ferramentas e design, a ponto de promover novas possibilidades para o uso da taipa de pilão (GATTI, 2012). As pesquisas com este sistema construtivo, portanto, visam desenvolver composições que proporcionem aprimoramentos nas características físico-mecânicas das paredes de uma edificação em terra. Nota-se um interesse crescente em métodos que possam elevar a eficiência na construção com este sistema, assim como a qualidade das estruturas resultantes (MENDES e BESSA, 2021).

Procedimentos metodológicos

A caracterização física partiu da seleção de dois solos (salmão e amarelo) extraídos *in loco* no município de Palmeira das Missões-RS. Para verificar sua conformidade em termos de composição granulométrica, obteve-se os percentuais de areia, argila e silte via ABNT NBR 7181 (2016), a fim de definir as frações fina e grossa

presentes no solo estudado, além dos limites de liquidez e plasticidade (ABNT NBR 6459, 2016; ABNT NBR 7180, 2016) para avaliação de sua coesão e compactação.

Para a caracterização mecânica, foram moldados corpos de provas por compactação (ABNT NBR 12023, 2012). Para atestar seu uso em paredes autoportantes as amostras foram rompidas à compressão com 28 dias (ABNT NBR 12025, 2012), sob uma taxa de incremento de tensão de $(0,25 \pm 0,10)$ MPa/min, em uma prensa servo controlada com capacidade máxima de 1.000 kN (Intermetric iM Unique 2223®).

Por fim, as paredes experimentais em escala real foram estabilizadas com um percentual de 10% em adição de cimento CP II-Z-32, em relação à massa total de solo, a fim de obter um material de baixa permeabilidade, elevada densidade e capacidade de carga mínima de 2 MPa (ABNT NBR 17014, 2022). Adotou-se uma compactação com pilão manual e taipais com formas plastificadas para um melhor acabamento.

Resultados e discussões

As paredes executadas demonstraram ótimos resultados de durabilidade, resistência e aparência, seja pela sua textura, coloração e rusticidade. Na parede da Figura 1 adotou-se 100 kg de material, o que resultou em um volume de $22 \times 55 \times 58$ cm³ de parede compactada e um peso específico de 2200 kg/m³, o que leva a necessidade de 1400 kg de material para a produção de 1 m³ de parede com os solos analisados.

Figura 1 – Paredes experimentais com os solos salmão e amarelo.



Fonte: Autores.

Na Figura 2 tem-se uma visão geral das paredes executadas como parte edificante da estufa adotada nas aulas práticas do curso técnico em agropecuária, do IFSC, São Carlos. Estas paredes não apresentaram fissuras e alcançaram uma aparência e textura ideais para seu futuro uso em paredes autoportantes para uma moradia sustentável.

Figura 2 – Paredes experimentais executadas no IFSC, câmpus São Carlos.



Fonte: Autores.

Com a execução destas paredes em taipa de pilão, pode-se verificar uma excelente resultado, evidenciando as nuances que definem o sucesso desta técnica construtiva ancestral. A seleção do material com proporções maiores de material arenoso, juntamente com o controle preciso da umidade e a técnica de estabilização adotada, emergiu como um fator crítico, assegurando a homogeneidade e a compactação eficaz do material e, por consequência, em uma parede de ótima aparência, livre de esfarelamento, trincas ou qualquer outro tipo de patologia.

Considerações finais

Os solos analisados atenderam o requisito mínimo de resistência à compressão exigido pela norma, de modo a permitir a criação de paredes monolíticas robustas, com

superfícies uniformes e sem patologias. Tais resultados contribuirão para a criação de uma nova cadeia produtiva na região noroeste do Rio Grande do Sul, com a execução de paredes de taipa de pilão com uso dos solos aqui caracterizados.

A execução precisa do sistema construtivo em taipa de pilão com os solos aqui analisados, reforça o potencial desta técnica como uma opção construtiva ecológica e como solução para edificações sustentáveis, saudáveis e viáveis economicamente. Como proposição futura, reforça-se a necessidade pela caracterização e interpretação dos aspectos químicos e microestruturais dos solos aqui estudados, o que poderá melhorar o desempenho deste material frente a produção de paredes estruturais em taipa de pilão.

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 ao projeto de pesquisa que originou o presente artigo e a empresa De Marco Mineração, de Palmeiras das Missões-RS, pelo fornecimento dos solos estudados nesta pesquisa.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17014: Taipa de pilão – requisitos, procedimentos e controle. Rio de Janeiro, 2021.
- _____. NBR 6459: Solo – determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. NBR 7180: Solo – determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. NBR 7181: Solo – análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. NBR 12023: Solo-cimento – ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2012.
- GATTI, F. Arquitectura y construcción en tierra: estudio comparativo de las técnicas contemporáneas en tierra. Dissertação de mestrado. Barcelona, UPC, 2012, p. 45.
- LOVEC, V.B.; JOVANOVIĆ-POPOVIĆ, M.D.; ŽIVKOVIĆ, B.D. The thermal behavior of rammed earth wall in traditional house in vojvodina thermal mass as a key element for thermal comfort. Thermal Science, v. 22, pp. S1143-S1155, 2018
- 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.

Levantamento das opções dos consumidores livres portugueses

Divisão Temática

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

Autores: E. TARIFA¹; W. KEVIN²; D. BEMFICA³; F. Y. K. TAKIGAWA⁴.

Resumo:

O mercado de energia português é liberalizado para todos os consumidores desde 2006 e, gradualmente, o mercado regulado está sendo extinto. O mercado livre de Portugal possui diversos comercializadores de energia, que gera concorrência entre os mesmos e resulta em uma gama de possibilidades aos consumidores de energia. Aliado às diversas opções financeiras aos consumidores, os comercializadores também oferecem uma diversidade de benefícios, como descontos (supermercados, gasolina, fidelidade) e convênios (médicos e odontológicos). Neste sentido, o objetivo principal deste trabalho é efetuar um levantamento das possibilidades oferecidas aos consumidores portugueses. Adicionalmente, é abordado o funcionamento do mercado regulado e livre de Portugal, as opções e os tipos de tarifas dos consumidores, assim como um comparativo das informações adquiridas.

Palavras-chave: Mercado Português de Energia Elétrica; Opções do Consumidor; Tarifas.

Introdução

O mercado de energia elétrica na Península Ibérica é caracterizado pela integração entre Portugal e Espanha, formando o Mercado Ibérico de Eletricidade (MIBEL, 2007). Este mercado visa beneficiar os consumidores de ambos os países, proporcionando acesso equitativo e transparente aos mesmos. A Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), regula os setores de eletricidade, do gás natural, do gás de liquefeito de petróleo e efetua a gestão das operações da rede de mobilidade elétrica (ERSE, 2024a). Por outro lado, o Operador do Mercado Ibérico (OMIE), gerencia o preço da energia transacionada entre produtores e comercializadores de Portugal e Espanha diariamente, além de gerenciar também o mercado grossista (OMIE, 2024).

De acordo com Ferreira et al. (2007), a liberalização do mercado de energia português iniciou-se em 1981, com a abertura do setor de geração. Posteriormente, na década de 1990 ocorreu a inclusão de grandes clientes industriais, expandindo

¹ Estudante do curso de engenharia elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina, eduardo.t23@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso de engenharia elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina, kevin.w@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante de mestrado em engenharia elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina, dannybemfica@gmail.com.

⁴ Servidor docente do Instituto Federal de Santa Catarina, takigawa@ifsc.edu.br.

gradualmente para consumidores menores ao longo dos anos. Essa evolução resultou na completa liberalização legal do mercado em julho de 2004 (embora os usuários residenciais só tenham se tornado elegíveis em setembro de 2006).

Após quase duas décadas dessa completa liberalização do mercado português, pode-se afirmar que o mesmo é um exemplo para países em processo gradual de liberalização. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo efetuar um levantamento das principais formas propostas de fornecimento de energia, que podem ser escolhidas pelos consumidores livres.

Fundamentação teórica

Em Portugal, os consumidores com potência mais elevada normalmente possuem ofertas personalizadas das comercializadoras que podem prestar o fornecimento. Neste sentido, o presente trabalho tem como foco os consumidores domésticos, com potência contratada de até 20,7kVA e instalação em baixa tensão normal. Esses consumidores podem escolher entre o mercado de energia regulado e o mercado de energia liberalizado (ERSE, 2024b) e possuem suas possibilidades divulgadas publicamente.

Independentemente do mercado escolhido, o consumidor doméstico deve escolher a potência contratada, que reflete quantos equipamentos na residência poderão ser acionados simultaneamente; e as diferentes opções horárias (tarifa simples, bi-horária e tri-horária), que oferecem preços variados dependendo do período do dia em que a energia é consumida. Pode-se afirmar que essas escolhas podem acarretar em maior ou menor flexibilidade para os consumidores, em seus hábitos de consumo e às variações de preços ao longo do dia.

Por outro lado, no mercado regulado de Portugal, as tarifas reguladas de energia são fixadas anualmente pela ERSE, incluindo as tarifas de acesso às redes. Enquanto que no mercado liberalizado, atualmente, os consumidores podem escolher seu fornecimento entre 38 comercializadoras portuguesas e espanholas (ERSE, 2024c), podendo optar por tarifas fixas ou indexadas. Destaca-se que a Portaria n.º 83/2020 define a extinção gradual do mercado regulado (todos os consumidores em alta tensão e média tensão tiveram que migrar para o mercado livre, respectivamente, em 2011 e 2012), restando apenas os consumidores de baixa tensão, cujo limite de migração é até 31 de dezembro de 2025 (PORTUGAL, 2020).

No mercado livre, as tarifas fixas são estabelecidas previamente e mantidas constantes ao longo do contrato, enquanto nas indexadas, o consumidor paga um preço variável pela energia elétrica consumida, que está relacionado ao preço do OMIE (REPSOL, 2024). De acordo com Iberdrola (2024), a tarifa indexada de energia é formada pelo custo marginal do OMIE acrescido da taxa cobrada pela comercializadora (engloba custos operacionais, administrativos e eventuais margens de lucro da empresa). Destaca-se que as tarifas de acesso às redes, taxas e impostos são pagos pelos consumidores em ambos os mercados (ERSE, 2024d). De maneira geral, a Figura 1 ilustra as principais possibilidades de escolha do consumidor livre em Portugal.

Figura 1 – Principais opções do consumidor livre em Portugal.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Procedimentos metodológicos

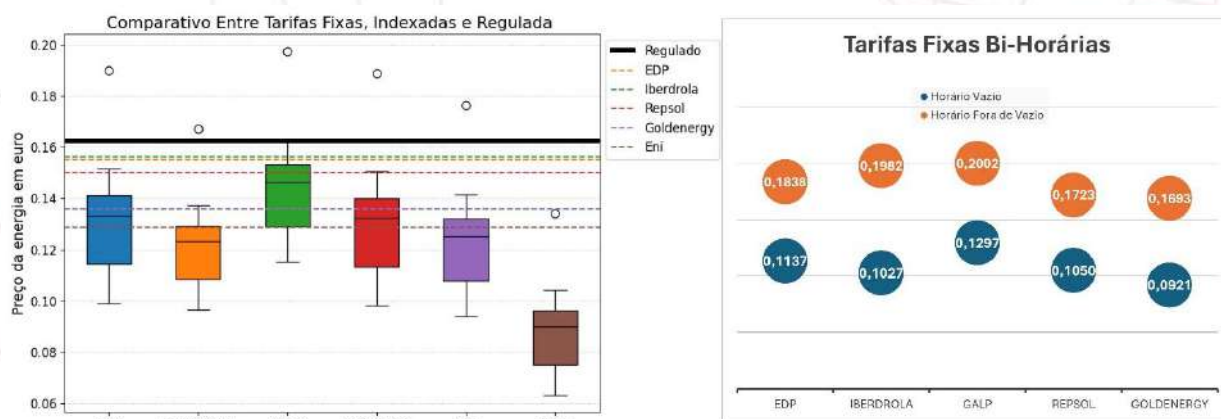
A metodologia adotada neste trabalho foi dividida em três etapas principais, arcabouço regulatório português, levantamento de informações e análise das mesmas. Na primeira etapa, destaca-se principalmente o Decreto-Lei n.º 15/2022 (PORTUGAL, 2022), que estabelece as bases e normas do funcionamento do setor elétrico e o Regulamento n.º 827/2023 (PORTUGAL, 2023), que estabelece as regras aplicáveis às relações comerciais, à escolha de comercializador, o funcionamento dos mercados de energia elétrica ou de gás, entre outros. Na segunda etapa, foi utilizada um conjunto de dados que contém tarifas de consumo de energia em Portugal no ano de 2023 (FILIPE; FERNANDO; ZITA, 2024). Esses dados foram coletados em períodos de 15 minutos e referem-se as tarifas de consumo de algumas comercializadoras de Portugal, sem incluir impostos, valores de potência

contratada, entre outras taxas. E, na última etapa, essas informações levantadas foram analisadas utilizando gráficos estatísticos e planilha eletrônica.

Resultados e discussões

Uma análise comparativa das tarifas indexadas, reguladas e fixas (simples e bi-horária), das comercializadoras no ano de 2023 (FILIPE; FERNANDO; ZITA, 2024) pode ser observada na Figura 2. No gráfico à esquerda, o conjunto de dados em *boxplot* é referente a tarifa indexada com média mensal, enquanto as linhas tracejadas representam as tarifas fixas e a linha contínua a tarifa regulada. Pode-se observar que a tarifa regulada teve o maior valor e que a média anual das tarifas indexadas está normalmente abaixo da tarifa fixa, representando que em 2023 o mercado regulado foi o mais custoso e que as tarifas indexadas foram atrativas. No entanto, quando o valor do OMIE aumentou (aproximadamente €0,13/kWh), todas as tarifas indexadas superaram a tarifa regulada (valores máximos, representados por círculos).

Figura 2 - Comparação entre tarifas (€/kWh)



Fonte: Elaborada pelo autor.

No gráfico à direita, estão as tarifas fixas bi-horárias, com os valores em vazio e fora de vazio (das 00h às 07h e 07h01 às 23h59, respectivamente). Pode-se observar que as tarifas fixas bi-horárias apresentam valores fora de vazio elevados, necessitando que o consumidor efetue uma análise detalhada do seu perfil de consumo.

Outro levantamento efetuado no simulador da ERSE foram os tipos de benefícios oferecidos aos consumidores por oito comercializadoras de Portugal. De maneira geral, os benefícios e quantidade variam entre as mesmas, sendo as principais encontradas: 100%

Renovável, tipos de descontos (supermercado, combustível, débito direto, gás, novos clientes, fidelização, reembolso, códigos promocionais) e auxílios médico/odontológico.

Considerações finais

O levantamento das opções do consumidor no mercado livre de Portugal ilustra a maturidade e a plena concorrência de um mercado liberalizado a quase duas décadas. Pode-se afirmar que as possibilidades encontradas também possibilitam outras análises diversas, que podem envolver necessidade, hábitos e financeiro de cada perfil de consumidor. Por fim, vale ressaltar a dificuldade em obter informações específicas do funcionamento do mercado de energia em Portugal, assim como de históricos dos preços das comercializadoras.

Fomentos

Agradecimentos ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e ao CNPq, pelo apoio e suporte financeiro.

Referências

- ERSE. **A ERSE**. Disponível em: <<https://www.erse.pt/institucional/erse/a-erse/>>. Acesso em: 23 maio. 2024a.
- _____. **Tarifa regulada de eletricidade**. Disponível em: <<https://www.erse.pt/consumidores-de-energia/eletricidade/tarifa-regulada-de-eletricidade/>>. Acesso em: 23 maio. 2024b.
- _____. **Comercialização - ERSE**. Disponível em: <<https://www.erse.pt/eletricidade/funcionamento/comercializacao/#comercializadores->>. Acesso em: 3 jul. 2024c.
- _____. **Tarifas e preços - eletricidade - ERSE**. Disponível em: <<https://www.erse.pt/atividade/regulacao/tarifas-e-precos-eletricidade/>>. Acesso em: 23 maio. 2024d.
- FERREIRA, P.; ARAÚJO, M.; O'KELLY, M. E. J. An overview of the Portuguese electricity market. **Energy Policy**, v. 35, n. 3, p. 1967–1977, mar. 2007.
- FILIPPE, D.; FERNANDO, L.; ZITA, V. **2023 Portuguese Energy Tariffs: Retail and Feed-In Tariff Data**. Zenodo, , 20 jun. 2024. Disponível em: <<https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.12189713>>. Acesso em: 4 jul. 2024.
- IBERDROLA. **Plano Simples Indexado - Tarifa Eletricidade Indexada | Iberdrola**. Disponível em: <<https://www.iberdrola.pt/casa/energia/plano-indexado-simples>>. Acesso em: 23 maio. 2024.
- MIBEL. **Mibel - Mercado Ibérico de Electricidade**. Disponível em: <https://www.mibel.com/en/home_en/>. Acesso em: 23 maio. 2024.
- OMIE. **Sobre nós | OMIE**. Disponível em: <<https://www.omie.es/pt/sobre-nosotros>>. Acesso em: 23 maio. 2024.
- PORTUGAL. **Portaria n.º 83/2020**. Disponível em: <<https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/portaria/83-2020-130954976>>. Acesso em: 13 jun. 2024.
- _____. **Decreto-Lei n.º 15/2022 | DR**. Disponível em: <<https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/15-2022-177634016>>. Acesso em: 23 maio. 2024.
- _____. **Regulamento n.º 827/2023**. Disponível em: <<https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/regulamento/827-2023-216305857>>. Acesso em: 3 jul. 2024.
- REPSOL. **Plano Leve Sem Mais**. Disponível em: <<https://www.repsol.pt/particulares/casa/eletricidade-gas/planos-eletricidade-e-gas/plano-leve-sem-mais/>>. Acesso em: 23 maio. 2024.

PROTÓTIPO DE UM SISTEMA ANTIFURTO DE CABOS DE ENERGIA EM INSTALAÇÕES AÉREAS

Divisão Temática

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

Autores: J. KIM¹; H. SOUZA²; W. FONTÃO³; M. PISCHING⁴.

Edital 02/2023/PROPPI – Universal

Resumo:

O desenvolvimento tecnológico avança a cada dia, contrastando com a responsabilidade econômica-social de ser cada vez mais sustentável e suas malhas de cabos elétricos atingindo os lugares mais longínquos levando a energia e proporcionando conforto, segurança, manutenção de serviços indispensáveis, seja no setor público ou privado. Nesse cenário é possível notar a falta ou interrupção do fornecimento de energia devido o furto de cabos que causa prejuízos materiais que impactam diretamente no consumidor e até mesmo coloca a vida de pessoas em risco. Neste cenário se propõe um sistema antifurto utilizando Internet das Coisas aplicado em instalações aéreas de cabos de transmissão de energia elétrica visando mitigar esses incidentes. O trabalho foi desenvolvido inicialmente pela proposta de uma arquitetura que contempla dispositivos de controle para ler sinais de sensores, um sistema de coleta, análise e armazenamento de dados executando em um servidor Web e um aplicativo para dispositivos móveis para monitoramento das ocorrências em tempo real. O sistema desenvolvido está em fase de testes baseado em um protótipo. O mesmo foi aplicado em ambiente próximo ao real para a realização de experimentos, onde foi possível verificar a detecção e tratamento dos sinais, assim como a emissão de alertas no aplicativo.

Palavras-chave: Sistema Antifurto; Internet das Coisas; Rede Elétrica.

Introdução

Com aumento dos casos de furto de cabos de energia, é perceptível o quão prejudicial este ato se torna para a sociedade. Apenas para a empresa fornecedora de

¹ Estudante do Curso Técnico em Eletrônica do Câmpus Florianópolis do IFSC, juno.k15@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do Curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas do Câmpus Florianópolis do IFSC, hatran.ms@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante do Curso Superior em Gestão da Tecnologia da Informação do Câmpus Florianópolis do IFSC, wagner.df@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Servidor Docente de Informática do Câmpus Florianópolis do IFSC, marcos.pisching@ifsc.edu.br.

energia elétrica no estado de Santa Catarina, a Celesc, sofre mensalmente com prejuízos acima de quinhentos mil reais (SCHOELLER, 2024), sem contar com possíveis perdas por afetar o funcionamento de diversas empresas, comércios, hospitais e escolas na região. Além disso, logo após o furto, os cabos ficam expostos, tornando o local extremamente perigoso, colocando em risco a vida do infrator e das pessoas que passarem pelo local.

Fundamentação teórica

A pesquisa sobre detecção de furtos de cabos de energia no Brasil é de extrema importância, dado que a maioria dos cabos de energia no país são aéreos e não subterrâneos, tornando-os mais suscetíveis. Em contraste com a utilização de câmeras térmicas para a detecção de defeitos em cabos subterrâneos, este projeto visa explorar o uso de sensores de luminosidade, vibração e corrente elétrica para monitorar e detectar tentativas de furtos de cabos aéreos (AKBAR; GHOUSE, 2022). Esta abordagem se baseia na capacidade desses sensores de identificar mudanças abruptas na luminosidade, vibrações anômalas e a alteração da passagem da corrente elétrica que são indicativos de possíveis intervenções nos cabos. Considerando o impacto econômico representativo para a CELESC e a relevância social desse problema, é fundamental aprofundar a pesquisa e desenvolver tecnologias específicas que ofereçam uma resposta eficaz e aplicável às condições brasileiras (SCHOELLER, 2024). Dessa forma, será possível ter ciência de situações de furto na região monitorada, contribuindo para uma comunicação rápida e precisa, para que haja a intervenção imediata, evitando possíveis prejuízos.

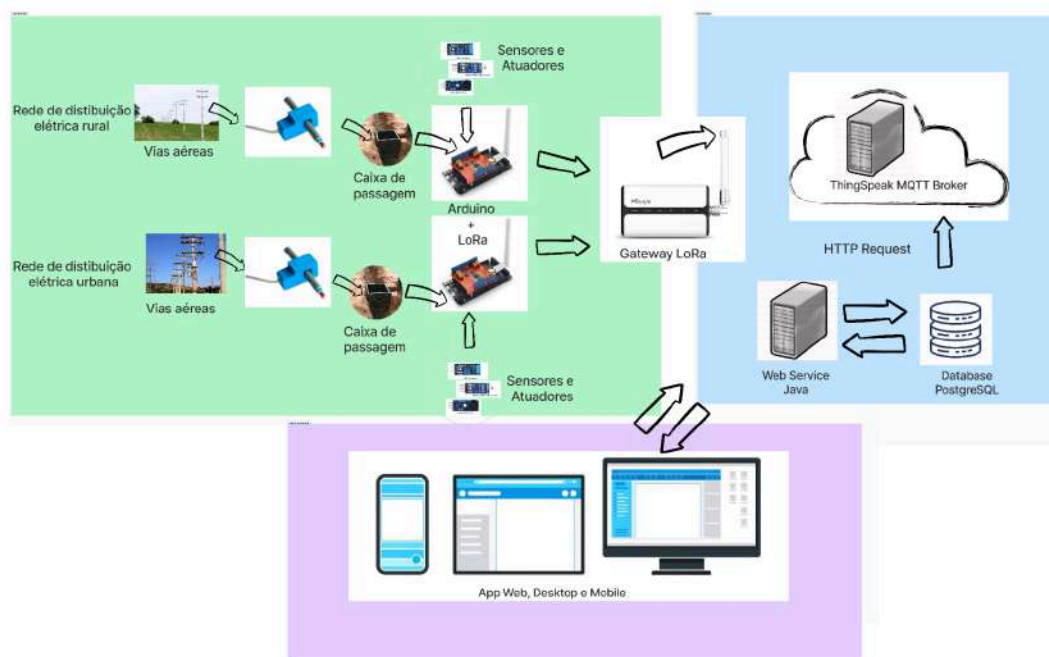
Procedimentos metodológicos

O projeto foi arquitetado em um ecossistema proposto em projetos anteriores que visavam soluções para cabeamento subterrâneo. O projeto é dividido em três partes distintas que colaboram entre si, sendo elas:

- Camada física (área verde da Figura 1): É a camada responsável por gerar os alertas, em suma ela capta as alterações das condições normais de trabalho no fornecimento de energia elétrica aos usuários, contemplando nesta etapa uma proposta para instalações aéreas de cabos de energia.

- Esses desvios são transformados em dados e enviados para a camada lógica.
- Camada lógica (área azul da Figura 1): É a camada responsável em classificar os dados e transformá-los em informações relevantes gerando alertas precisos enviados à camada de aplicação, que refletem a realidade dos fatos em andamento, ou seja, no momento em que estão ocorrendo. Nessa fase foi desenvolvida uma API na linguagem JAVA para fazer o tratamento dos sinais.
 - Camada de Aplicação (área roxa da Figura 1): É a camada responsável por exibir as informações dos alertas gerados pela camada física. Os aplicativos para dispositivos móveis foram desenvolvidos em linguagem *flutter* e *dart* por atender as maiores plataformas de telefonia móvel (IOS e Android).

Figura 1 - Ecossistema PowerCats v.3.0

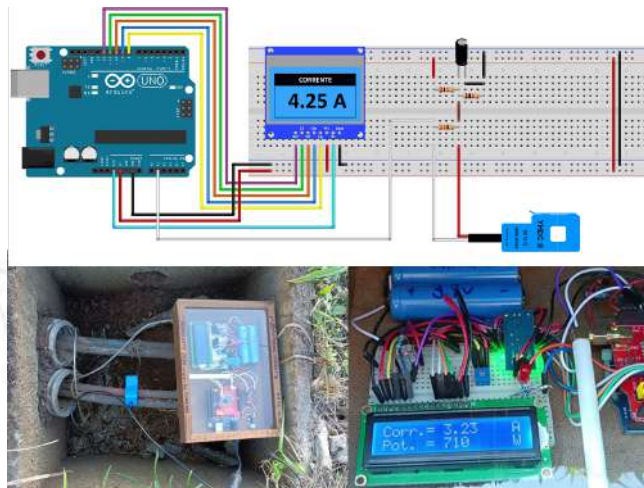


Fonte: Próprio autor

Resultados e discussões

Após estudos e verificações de como mensurar ou aferir os valores para a energia passante, foi proposto o uso de um sensor de corrente para ser acoplado ao projeto já existente. A figura 2 mostra a evolução do protótipo e sua experimentação numa simulação de tentativa de furto em uma caixa de passagem do câmpus Florianópolis do IFSC com os alertas de todos os sensores funcionando de maneira satisfatória.

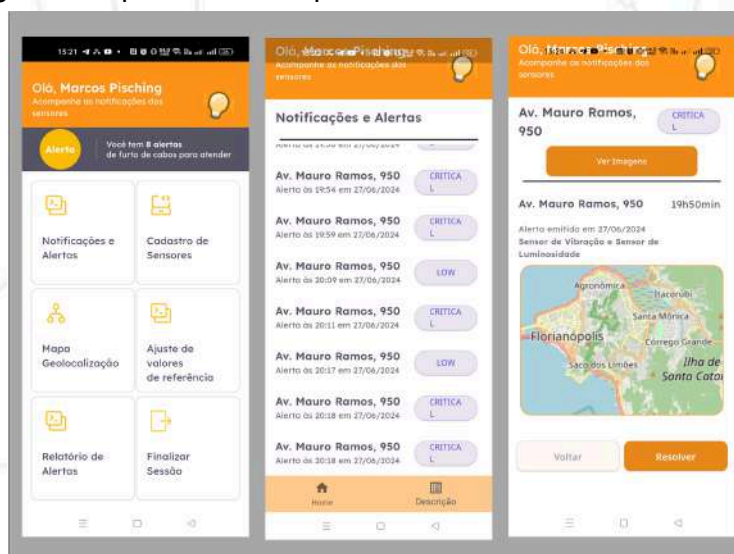
Figura 2 - Implementação do protótipo



Fonte: Próprio autor

A figura 3 apresenta os alertas exibidos no aplicativo para a conferência e ação do usuário, neste caso, poderia ser um agente de segurança.

Figura 3 - Aplicativo Smartphone denominado PowerCats v.1.0



Fonte: Próprio autor

Considerações finais

Os objetivos do projeto de detecção de furtos de cabos de energia foram alcançados. Através do desenvolvimento de um sistema inovador de monitoramento utilizando sensores de luminosidade, vibração e corrente elétrica, foi possível criar um protótipo capaz de detectar tentativas de furto em cabos em instalações aéreas. Este

sistema oferece uma resposta contribuindo para a comunicação e a intervenção para evitar furtos.

A atividade proporciona contribuição significativa para a formação profissional dos estudantes envolvidos no projeto dos cursos “Técnico em Eletrônica”, “Técnico em Desenvolvimento de Sistemas” e “Gestão da Tecnologia da Informação”. Os estudantes tiveram a oportunidade de aplicar conhecimentos teóricos em um projeto prático, desenvolvendo habilidades técnicas e de inovação.

Para o futuro, há diversas projeções possíveis, incluindo a ampliação do projeto para aplicações reais em regiões afetadas por furtos de cabos de energia.

Os esforços empreendidos para materializar a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão foram exitosos. O projeto demonstrou como a integração desses três pilares pode resultar em soluções inovadoras para problemas reais, ao mesmo tempo em que proporciona um ambiente de aprendizado enriquecedor para os estudantes.

Referência ao fomento recebido

O fomento, o qual cabe agradecimentos, é da PROPPI 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

AKBAR, Syed; GHOUSE, Syed. IoT based detection of defects in the underground cables. International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science, v. 4, n. 8, p. 495-500, ago. 2022. Disponível em: https://www.irjmets.com/uploadedfiles/paper//issue_8_august_2022/29189/final/fin_irjmets_1660299678.pdf. Acesso em: 16 de maio de 2024.

SCHOELLER, Ana. 631 pessoas ficam sem luz em Florianópolis após criminosos roubarem fios elétricos. Florianópolis: Portal ND+, 2024. Disponível em: <https://ndmais.com.br/seguranca/video-631-pessoas-ficam-sem-luz-em-florianopolis-apos-criminosos-roubarem-fios-eletricos>. Acesso em: 16 de maio de 2024.

AVALIAÇÃO DE INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO EM AVEIA-PRETA

Divisão Temática

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

Autores: E. A. SILVA¹; R. A. S. NUNES²; J. MECABÔ JUNIOR³; J. MUNIZ⁴; A. R. ABREU⁵; G. P. B. ROSKAMP⁶.

Edital 01/2023/PROPI/PIBIC-EM - Programa de Iniciação Científica Júnior do CNPq

Resumo:

A inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, uma bactéria que é considerada fixadora de nitrogênio atmosférico (N) em conjunto com diferentes doses de adubação nitrogenada vem sendo amplamente utilizada em leguminosas, no entanto, acredita-se que essas bactérias possam também favorecer o crescimento e desenvolvimento de gramíneas. Desta forma, o objetivo principal deste trabalho foi avaliar o crescimento e fitomassa da aveia-preta, cultivar Neblina, com o uso de inoculação de *Azospirillum brasilense* combinada ou não com adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido parcialmente na Unidade Didática Agrícola do IFSC - Câmpus Lages e mantido em casa de vegetação da EPAGRI - Lages. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 2, com cinco repetições. Não observou-se impacto significativo da adubação nitrogenada, mas observou-se aumento de 49 % na biomassa total da planta com a inoculação de *A. brasilense*. Isso propõe que a inoculação em gramíneas pode ser uma alternativa conveniente para os agricultores, pois promoveu o crescimento das plântulas e da fitomassa da aveia-preta, sem a necessidade de adubação nitrogenada extra, ressaltando a eficácia das bactérias fixadoras como uma prática agrícola sustentável.

Palavras-chave: *Azospirillum brasilense*; *Avena strigosa*; adubação nitrogenada.

¹Discente do curso técnico em Agroecologia do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Câmpus Lages, e-mail: evelin.silva@educacaolages.sc.gov.br

²Discente do curso superior de Tecnologia em Gestão do Agronegócio do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Câmpus Lages, e-mail: nunesrenata411@gmail.com

³Docente na área agrícola do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Câmpus Lages, e-mail: jose.mecabo@ifsc.edu.br

⁴Técnica de Laboratório em Agroecologia do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Câmpus Lages, e-mail: janaina.muniz@ifsc.edu.br

⁵Egresso do curso superior de Tecnologia em Gestão do Agronegócio do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Câmpus Lages, e-mail: albbbery.abreu@gmail.com

⁶Egressa do curso de Doutorado em Produção Vegetal do CAV/UDESC, e-mail: priscilabuba@hotmail.com

Introdução

A inoculação de gramíneas é um procedimento realizado que envolve a adição de bactérias fixadoras de nitrogênio nas raízes das plantas, ajudando no desenvolvimento e distribuição de nutrientes para as plantas, essencial para garantir a saúde e produtividade das lavouras, especialmente para solos pobres, de baixo teor de nitrogênio. Devido à importância da pesquisa em fixação biológica de nitrogênio (FBN) na interação de *Azospirillum-gramíneas*, aponta a necessidade do desenvolvimento de inoculantes comerciais com essas bactérias. Essa prática usada na agricultura, visa melhorar a condição do solo e expandir sua produção sem adubos químicos.

Portanto, o propósito deste trabalho foi analisar a aplicação de *Azospirillum brasilense* nas sementes de aveia-preta (*Avena strigosa*) relacionada com a aplicação de nitrogênio.

Fundamentação teórica

A aveia-preta Embrapa 139 (Neblina), apresenta ciclo precoce e estatura alta, possui moderada resistência ao acamamento e à ferrugem da folha e do colmo. É especialmente indicada para cobertura vegetal do solo na rotação de culturas e na semeadura direta (GONÇALVES, 2016).

No trabalho realizado por Moreira (2019), foi observado que a inoculação de *Azospirillum brasilense* em milho, proporciona diferentes respostas à cultura, dependendo da forma de utilização e dose de N. Segundo o autor, essa prática não substitui totalmente a utilização do adubo nitrogenado em cobertura, porém, a aplicação em associação com a bactéria apresenta maior produtividade e melhor relação custo-benefício. A bactéria *Azospirillum brasilense* vem ganhando destaque quando inoculada em sementes, resultando em incrementos no sistema radicular, na produção de massa seca na produtividade das culturas (DARTORA et al., 2013).

Procedimentos metodológicos

O experimento foi conduzido parcialmente na Unidade Didática Agrícola do IFSC - Câmpus Lages e mantido em casa de vegetação da EPAGRI - Lages. Utilizou-se uma

porção de solo coletada de 0 a 20 cm de profundidade de um Nitossolo Bruno aluminoférico húmico, com textura média. Antes da iniciativa do experimento, realizou-se análise do solo. Utilizou-se vasos plásticos (5,5 litros) com solo peneirado e acrescentado calcário dolomítico Filler ($7,5 \text{ t ha}^{-1}$) para a correção do pH 6,0. A adubação de plantio com fósforo (180 kg ha^{-1}) e potássio (110 kg ha^{-1}) foi realizada no momento da semeadura com aveia-preta (*Avena strigosa*), cultivar BRS 139 - Neblina (80 kg ha^{-1}). Aos 20 dias, após a semeadura, aplicou-se solução nitrogenada ($150 \text{ kg por ha}^{-1}$) previamente preparada e dissolvida em água. Os tratamentos consistiram na inoculação das sementes de aveia-preta pela bactéria *Azospirillum brasilense*, utilizando-se o produto comercial Azosphaera™ (2 mL/Kg semente) associada ou não com a aplicação de ureia como fonte de nitrogênio, conforme segue: tratamento 01, ausência de fertilizante nitrogenado e de inoculação ; tratamento 02, dose de nitrogênio (N) recomendada para a cultura (100 %) ; tratamento 03, inoculação padrão conforme recomendação comercial (Az) ; tratamento 04, Inoculação (Az) + N (100 %) .Os vasos foram mantidos em casa de vegetação até 40 dias após a semeadura (média de temperatura 23°C e 85 % de umidade relativa do ar). Ao final do experimento, foi quantificado o número de plantas emergidas em cada vaso e número de perfilhos por planta. Realizou-se a lavagem de todas as raízes das plantas para eliminação do solo contido nas mesmas. E, em seguida, separou-se a raiz da parte aérea de todas as plantas contidas em cada vaso. Através de pesagem, obteve-se o valor de matéria verde da parte aérea e do sistema radicular das plantas. O mesmo procedimento de pesagem foi realizado após a desidratação do material vegetal em estufa de secagem com circulação de ar forçado.Os vasos foram mantidos em casa de vegetação até 40 dias após a semeadura (média de temperatura 23°C e 85 % de umidade relativa do ar). Ao final do experimento, foi quantificado o número de plantas emergidas em cada vaso e número de perfilhos por planta. Realizou-se a lavagem de todas as raízes das plantas para eliminação do solo contido nas mesmas. E, em seguida, separou-se a raiz da parte aérea de todas as plantas contidas em cada vaso. Através de pesagem, obteve-se o valor de matéria verde da parte aérea e do sistema radicular das plantas. O mesmo procedimento de pesagem foi realizado após a desidratação do material vegetal em estufa de secagem com circulação de ar forçado.

Resultados e discussão

A realização do experimento, dentre outras variáveis analisadas, não detectou efeito da adubação nitrogenada na cultura de aveia-preta, no período de 40 dias de cultivo. A aplicação de ureia não influenciou na emergência de plântulas no número de perfilhos por planta e produção de fitomassa, tabela 1.

Tabela 1 - Emergência de plântulas e número de perfilhos por planta, em aveia-preta, cultivar Neblina, com o uso de inoculação de *Azospirillum brasilense* combinado à adubação nitrogenada.

INOCULAÇÃO	ADUBAÇÃO NITROGENADA		MÉDIA
	0	100 %	
EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS (Nº)			
Com inoculação	8,3	8,3	8,5 a
Sem inoculação	7,0	4,8	5,3 b
PERFILHOS POR PLANTA (Nº)			
Com inoculação	2,1	2,2	2,2 ^{ns}
Sem inoculação	2,0	1,8	1,9

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %. ^{ns}: não significativo. **Fonte:** Elaborada pelos autores.

Visando sobre a importância da aveia-preta como forrageira, a inoculação da bactéria *A. brasilense* em sementes de aveia-preta resultou em maior número de plantas emergidas e com maior quantidade de fitomassa (massa seca de raiz, parte aérea e total), tabela 2.

Tabela 2 - Matéria seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e produção total (MST) por planta (g) de aveia-preta, cultivar Neblina, com o uso de inoculação de *Azospirillum brasilense* combinado à adubação nitrogenada.

Combinado de adubação nitrogenada:			
INOCULAÇÃO	ADUBAÇÃO NITROGENADA		MÉDIA
	0	100 %	
MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA)			
Com inoculação	1,2	1,7	1,5 a
Sem inoculação	1,3	0,5	0,8 b
MATÉRIA SECA DA RAIZ (MSR)			
Com inoculação	1,5	1,4	1,5 a
Sem inoculação	1,5	0,3	0,8 b
PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA TOTAL (MST)			
Com inoculação	2,8	3,1	3,1 a
Sem inoculação	2,7	0,8	1,6 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %. ^{ns}: não significativo. **Fonte:** Elaborada pelos autores.

Considerações finais

Os resultados deste experimento destacam a importância da inoculação com *Azospirillum brasilense* como uma prática para melhorar o desenvolvimento da aveia-preta. Pode ser uma estratégia valiosa para os agricultores preocupados em aumentar a produção e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas mais variáveis possíveis. A importância da continuidade de trabalhos futuros é fundamental para garantir resultados promissores aos agricultores.

Referência ao fomento recebido

Programa de Iniciação Científica Júnior do CNPq - EDITAL 01/2023/PROPI PIBIC-EM

Referências

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V.F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p.1023–1029, 2013. Disponível em: <<https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/1753/1921>> e <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662013001000001>>. Acesso em: 20 de maio de 2024.

GONÇALVES, S. L. **Cultivar de Aveia Preta Embrapa 139 (Neblina)**. Embrapa Soja, 25 de janeiro de 2016. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/todos?p_auth=8vMs3hrX&buscamidia_WAR_pcebusca6_1portlet_autoriaNome=goncalves-sergio-luiz>. Acesso em: 20 de maio de 2024.

MOREIRA, R.C.; ASSIS VALADÃO, F.C.; VALADÃO JÚNIOR, D.D. **Desempenho agrônomico do milho em função da inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada**. Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v.62, 2019. Disponível em: <<https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/4022/2716>> Acesso em: 20 de maio de 2024.

ACESSÓRIO DE BAIXO CUSTO IMPRESSO EM 3D PARA O CONTROLE DE QUALIDADE DOSIMÉTRICO

Divisão Temática

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

Autores: Fernanda. SANTOS¹; Charlene. SILVA²; Juliana. MULLER²; Patrícia DOROW²; Vicente. NETO³; Nayara. CÁBIA³

Edital no 02/2023/PROPPi - Universal

Resumo:

Na radioterapia o controle de qualidade (CQ) avalia a efetiva qualidade, comparando-a com os critérios estabelecidos, além de implementar as medidas essenciais para preservar ou restabelecer a aderência aos padrões requeridos. O objetivo do estudo foi desenvolver um acessório de baixo custo impresso em 3D para o CQ dosimétrico mensal de feixes de elétrons no acelerador linear. O método utilizado foi a Pesquisa Participativa de Base Comunitária (PPBC), executada com as seguintes etapas: planejamento, elaboração, e impressão 3D do acessório. O resultado consistiu na construção de um protótipo que atendeu a demanda do serviço parceiro. O planejamento envolveu o apoio da equipe de Física Médica a partir dos preceitos PPBC com rodadas de correções. O acessório foi desenhado no software 3D Slicer, em seguida exportado para a ferramenta Fusion 360 para a modelagem e impresso pelo software Chitubox. O protótipo foi construído em resina fotopolimerizável (*ABS-Like Grey* da *ELEGOO*) com uma estrutura composta em duas partes: cabo e cabeça (acopla a câmara de ionização) e parafuso de fixação da câmara de ionização. O custo de produção, incluindo insumos e mão de obra (tecnólogo em radiologia com expertise na área) foi de R\$332,62. A produção do protótipo representa uma solução tecnológica fundamentada no emprego da impressão 3D na radioterapia. Conclui-se que o acessório produzido contribui de forma direta nos serviços de radioterapia, uma vez que se trata oferta de instrumentos de baixo custo, quando comparado aos produtos comerciais, com o benefício de uma rápida produção.

Palavras-chave: Teleterapia; Acelerador Linear; Controle de Qualidade; Impressão Tridimensional; Inovação Tecnológica.

¹ Estudante/egresso do curso Superior de Tecnologia em do Instituto Federal de Santa Catarina.

² Professor do curso Superior de Tecnologia em do Instituto Federal de Santa Catarina [DAS/Radiologia], patriciad@ifsc.edu.br

Introdução

Considerando que a radioterapia faz parte das condutas terapêuticas para o câncer, evidencia-se a necessidade da oferta nacional deste tratamento. No Brasil existem 242 serviços de radioterapia, dos quais estão em funcionamento cerca de 363 aceleradores lineares (Ministério da Saúde, 2019). Os equipamentos utilizados na radioterapia, tal como o acelerador linear (AL) são capazes de entregar altas taxas de dose, necessitando de um monitoramento diário com vistas a garantir a assistência adequada. Esta qualidade é assegurada por meio do teste de controle de qualidade (CQ). Há testes com periodicidade diária, semanal e mensal, como também há testes de comissionamento na instalação ou manutenção nos aparelhos, que devem ser realizados para garantir que estão em conformidade com as instruções normativas. Para que seja feito corretamente, o serviço deve disponibilizar a instrumentalização necessária para a sua realização, referido pelo Programa de Garantia da Qualidade (CNEN, 2014; INCA, 2022).

Neste contexto, a impressão tridimensional (3D) vem se relacionando com a área da saúde no desenvolvimento e aplicação de instrumentos, equipamentos ou ainda peças anatômicas aplicadas ao diagnóstico e terapia. Atualmente, são confeccionados modelos anatômicos impressos em 3D para auxílio no planejamento de cirurgias, assim como, confecção de modelos personalizados para próteses e órteses. Além do desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias, como bioprinting destinado à proliferação de células humanas para renovação de tecidos, há também, a confecção de modelos para substituir partes anatômicas, órgãos e tecidos (Pereira Junior, 2021). Já na área da radioterapia, a impressão 3D pode ser aplicada na criação de phantoms que simulam a anatomia humana com menor custo, ou ainda acessórios utilizados na aplicação do tratamento. Dada a relevância do tema, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um acessório impresso em 3D para o uso no controle de qualidade mensal em aceleradores lineares da radioterapia sendo essa uma demanda local do serviço parceiro sendo caracterizada a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa foi realizada utilizando os preceitos da Pesquisa Participativa de Base Comunitária (PPBC), onde a comunidade pesquisada participa ativamente em todos os processos da pesquisa, promovendo assim a coaprendizagem e a integração entre a comunidade, os pesquisadores e as instituições envolvidas. Este método visa o interesse e necessidade da comunidade, possibilitando intervenções dos mesmos para as reais demandas da população em estudo (Borges et al., 2019).

Para a execução da pesquisa foram delineadas as seguintes etapas: planejamento, elaboração, e, finalmente, a impressão 3D de um acessório para o uso no controle de qualidade de uma das vertentes da radioterapia, a teleterapia. A produção do referido acessório foi uma demanda de um hospital público de referência em tratamento oncológico de Santa Catarina, o Centro de Pesquisas Oncológicas (CEPON), que possui o Serviço de Radioterapia. Para a etapa do planejamento como suas especificidades físicas, assim obtendo melhor compreensão de sua estrutura. A partir do fundamento técnico-científico do acessório utilizado no controle de qualidade dosimétrico, foi possível planejar e posteriormente imprimir por meio da tecnologia tridimensional o acessório para o controle de qualidade em teleterapia. Na segunda etapa, o acessório foi desenhado a partir de um modelo disponibilizado pelo local.

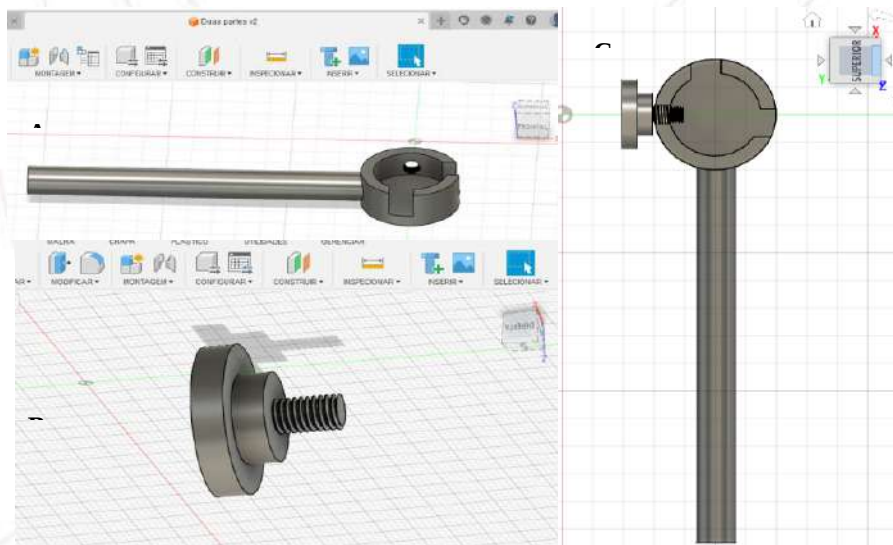
Resultados e discussões

As imagens de TC no formato DICOM foram importadas para o *software 3D Slicer 5.2.2*, nesta ferramenta foi possível mensurar as medidas do acessório nos três cortes tomográficos (axial, coronal e sagital). As proporções estabelecidas nesta etapa foram comparadas com as medidas realizadas por intermédio do paquímetro. A partir desta relação, definiu-se a dimensão do suporte da câmara de ionização de placas paralelas.

Com as medidas definidas, a segunda etapa foi realizada no *software Autodesk Fusion 360*, *software* de modelagem 3D. Neste programa foi desenvolvido o desenho gráfico do modelo considerando a peça base (Figura 1) e aplicando melhorias a partir do conhecimento prévio da pesquisadora principal e da professora orientadora.

Para o desenvolvimento da modelagem utilizou-se dois princípios, o primeiro foi desenvolver o suporte idêntico à demanda do serviço com a característica de baixo custo na produção, sendo que esta produção será denominada de “Protótipo 1”. Nesta proposta, desenvolveu a peça em uma impressão única, sendo composta por dois componentes: cabo e cabeça unidos, e parafuso de fixação da câmara de ionização.

Figura 1 - Desenho do “Protótipo 1” no software Fusion 360



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Já o segundo princípio foi fundamentado no desenvolvimento do suporte que pudesse ser adaptado, possibilitando a alteração e/ou substituição de qualquer uma das três partes do suporte a depender do modelo do detector dosimétrico a ser utilizado no controle de qualidade mensal do acelerador linear. O protótipo 1 levou 5 horas e 38 minutos para ser impresso (um corpo e um parafuso), com gasto de 41.3 gramas de material.

O protótipo foi desenvolvido conforme a necessidade do serviço de radioterapia de grande Florianópolis, mas durante o planejamento do desenho gráfico pensou-se em uma maneira que o protótipo pudesse ser adaptado conforme a necessidade dos serviços de radioterapia. Uma das adaptações que podem ser realizadas é a mudança do diâmetro da “cabeça”, já que existem diversas marcas e modelos da câmara de ionização de placas paralelas com diferentes dimensões.

Considerações finais

Dada a natureza deste estudo, o principal resultado obtido foi o produto final, ou seja, o objeto simulador realizado utilizando a tecnologia da impressão 3D para ser utilizado no controle de qualidade dosimétrico mensal de aferição dos feixes de elétrons.

Os achados desta pesquisa incentivam a realização de pesquisas científicas sobre aplicabilidade da tecnologia 3D no âmbito da radioterapia, com vistas a incentivar tanto os profissionais em exercício quanto os futuros profissionais das técnicas radiológicas, incluindo estudantes, a se dedicarem ao aprimoramento da aplicação da impressão 3D nas tecnologias radiológicas. Por fim, o conhecimento obtido por meio deste estudo pode ser aplicado para melhorar a compreensão dos testes de controle de qualidade, proporcionando benefícios tangíveis aos pacientes e à prática clínica.

Referência ao fomento recebido

Essa pesquisa recebeu fomentos do Instituto Federal de Santa Catarina.

Referências

BORGES, Cristiane José *et al.* Pesquisa participante baseada na comunidade: fundamentos, requisitos e desafios ao pesquisador. **Revista de Enfermagem da UFSM**, [S.L.], v. 9, p. 1-18, 19 out. 2019. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1024702>. Acesso em: 13 dez. 2023.

CNEN. Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Resolução CNEN nº176/14**. Norma CNEN NN-6.10 - Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Serviços de Radioterapia.

INCA. **Programa de Qualidade em Radioterapia**. 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/gestor-e-profissional-de-saude/programa-de-qualidade-em-radioterapia>. Acesso em: 28 ago. 2023.

PEREIRA JUNIOR, Altair Argentino. IMPRESSÃO 3D ALIADA A TECNOLOGIA EM SAÚDE. **Inova Saúde**, Criciúma, v. 11, p. 216-2018, fev. 2021. Disponível em: <https://www.periodicos.unesc.net/ojs/index.php/Inovasaude/article/view/4279>. Acesso em: 26 ago. 2023.

METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO DE PROPULSÃO DE UM DRONE

Divisão Temática

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

Autores: J. M. A. CHAVES¹; M. L. DOS SANTOS²; L. M. SEBASTIÃO³.

Resumo:

O presente trabalho aborda uma metodologia de avaliação de rotores para permitir o dimensionamento aplicado a um drone. A técnica aplicada consiste na interpretação de dados obtidos a partir do ensaio com hélices recomendadas para o motor escolhido. O método utilizado apresentou um indicativo satisfatório para o levantamento dos parâmetros desejados ao projeto da aeronave.

Palavras-chave: drone; dimensionamento; eficiência; rotor;

Introdução

O desenvolvimento de uma aeronave remotamente pilotada (*Remotely Piloted Aircraft* - RPA), envolve uma série de etapas desde sua concepção até o momento de operação. Dentre estas etapas, podem ser destacadas:

- Estabelecimento do MTOW (*Maximum Take-Off Weight*, ou peso máximo de decolagem) desejado para o veículo;
- Dimensionamento da estrutura da aeronave;
- Determinação dos dispositivos eletrônicos embarcados;
- Configuração de parâmetros via software;
- Escolha do conjunto de propulsão com motor e hélice (rotor) a ser utilizado.

O escopo deste trabalho consiste na avaliação de uma metodologia que auxilie a realização dessa última etapa citada. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é propor uma metodologia de caracterização um conjunto de rotor por meio de seus aspectos de operação, que viabilizem o dimensionamento futuro de uma aeronave a partir da análise da eficiência gerada, dentro das condições e limitações de operação que serão adequadas para a aeronave o qual será aplicado.

Fundamentação teórica

Uma das principais características iniciais do projeto de um RPA consiste na determinação de seu MTOW. A partir desse parâmetro, pode-se prever o empuxo

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

² Maria Luiza dos Santos [Técnico Integrado em Eletrônica] do IFSC, maria.ls2005@aluno.ifsc.edu.br.

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

necessário para cada rotor considerando a quantidade de rotores existentes na aeronave. Essa previsão pode ser consultada por meio da folha de dados fornecida pelo fabricante do motor, um exemplo desta prática pode ser verificado no modelo MN2212, disponível pela T-Motor (2024).

Cada motor aplicado na aeronave possui uma faixa de operação de 0 a 100%. Em relação à eficiência do conjunto, costuma-se medi-la a partir da relação entre gramas de propulsão por watt consumido [g/W], cujos valores tradicionalmente oscilam de 5 a 10,5 g/W, conforme os dados das versões do MN5008 da T-Motor (2024), apresentados em sua especificação.

Para desenvolvimento desta proposta, foi realizada a coleta de medidas elétricas e mecânicas durante os ensaios dos rotores, sendo:

- Tensão elétrica [V] aplicada ao ESC;
- Corrente elétrica [A] consumida durante o ensaio;
- Valor do sinal de controle (*Pulse Width Modulation* - PWM);
- Empuxo desenvolvido pelo rotor [g].

Com posse dos dados de caracterização de cada rotor, pode-se propor os seguintes parâmetros de dimensionamento de propulsão:

- Operação do conjunto de rotores entre 40 e 50% do throttle (aceleração do motor), verificada pelo sinal PWM;
- Eficiência do conjunto mínima de 6g/W;

Procedimentos metodológicos

A realização dos ensaios foi operacionalizada em duas etapas distintas. A primeira consiste na seleção, dentre os disponíveis para os pesquisadores, por modelos de motores elétricos de corrente contínua sem escovas (*Brushless Direct Current Motor* - BLDC) e de hélices recomendadas pelo fabricante de cada motor. A segunda etapa corresponde à montagem do rotor e dos dispositivos de medição para obtenção dos dados e realização da análise de desempenho.

Como este trabalho considera uma metodologia que pode ser realizada para diferentes aplicações de aeronaves, foram selecionados dois BLDCs para avaliar a validação do **método**. Os modelos selecionados estão apresentados na tabela 1, bem como suas recomendações de hélices especificadas pelos fabricantes e outros dados relevantes.

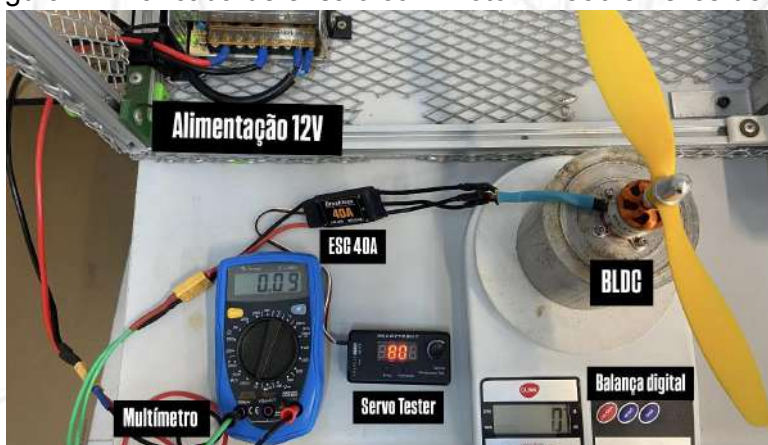
Tabela 1 - Modelo de BLDC selecionado para análise de eficiência.

Marca	Modelo	KV	Hélices	Empuxo
EMax	CF2822	1200	8" a 10"	840g
DYS	D2836	1120	9" a 10"	1130g

Fonte: elaborada pelo autor a partir de informações do datasheet de cada modelo.

A partir desta seleção iniciou-se a segunda etapa, com realização da montagem da bancada de ensaio. Foi montada em uma balança digital um aparato para realização da leitura de empuxo, com utilização ainda de um controlador eletrônico de velocidade (*Electronic Speed Control* - ESC), fonte de corrente contínua de 12V e um gerador de sinal PWM (*servo tester*). A figura 1 ilustra de forma simplificada o esquemático o setup para realização dos ensaios com os modelos.

Figura 1 – Bancada de ensaio com motor D2836 e hélice de 9".



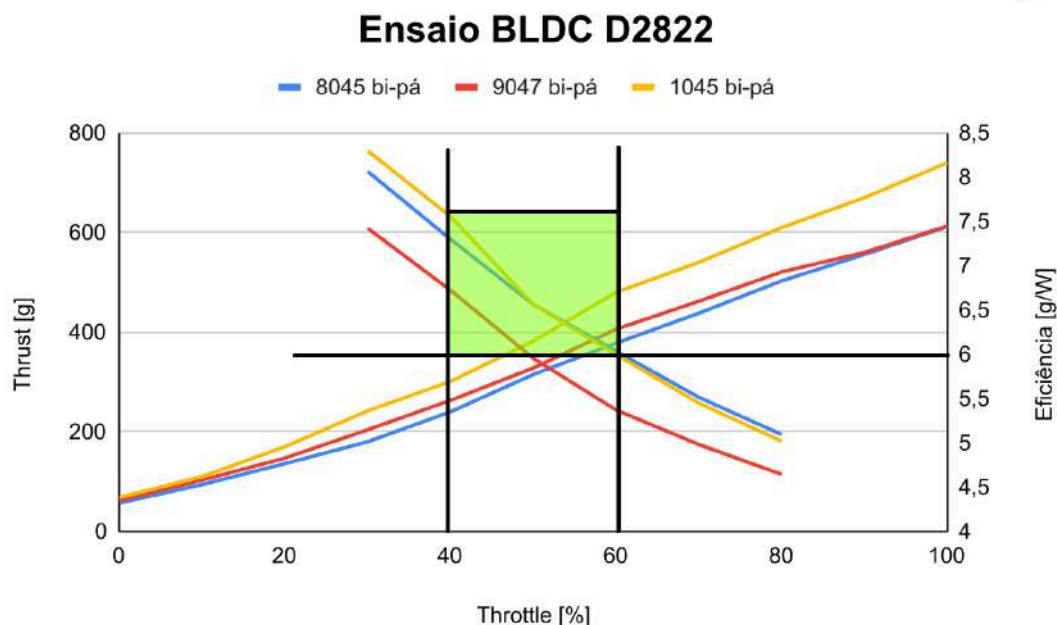
Fonte: Do autor.

Com a realização dos ensaios foi possível medir o empuxo gerado em cada nível de aceleração, dada pelo valor PWM indicado, para a análise inicial do desempenho dos motores com as hélices selecionadas. Além do empuxo gerado, foram coletados valores de corrente elétrica consumida nos intervalos de 30 a 80% da operação do rotor, com o propósito de verificar a potência consumida e calcular a eficiência em g/W na faixa de operação admissível.

Resultados e discussões

Como resultados obtidos no ensaio, verifica-se que entre os percentuais de 40 a 60% do *throttle* o conjunto apresentou a eficiência mínima de 6g/W. As Figuras 1 e 2, apresentam as curvas geradas a partir dos dados medidos em cada conjunto.

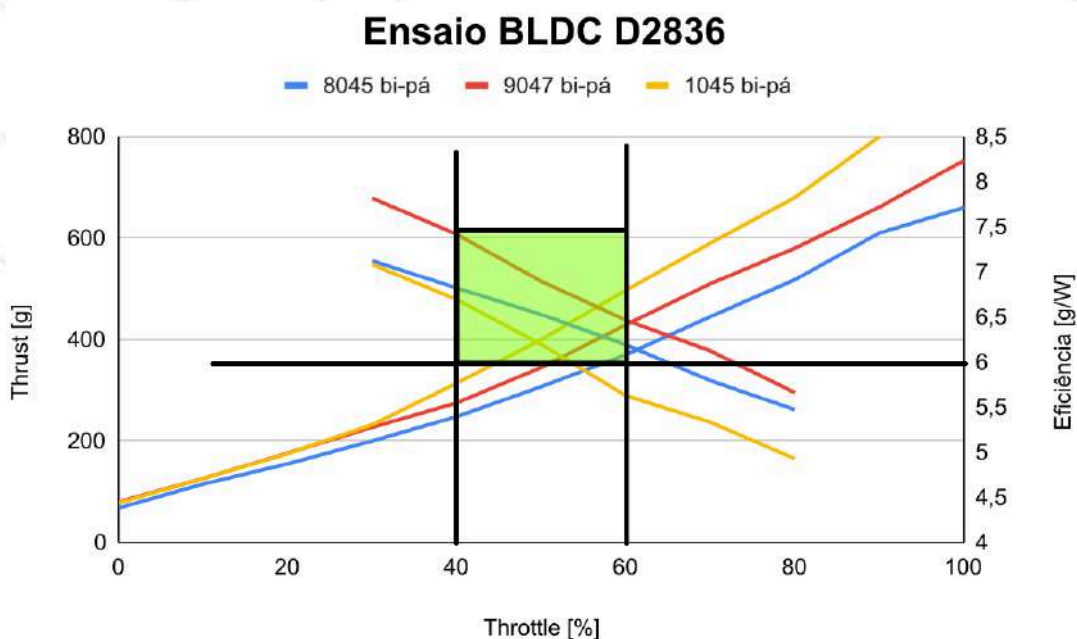
Figura 2 – Curvas de Thrust e eficiência por percentual de Throttle do motor D2822.



Fonte: Do autor.

Para o motor D2822, com as hélices experimentadas, foi possível obter uma melhor eficiência na região destacada em verde com as hélices de 8" e 10". No entanto, para um mesmo consumo de energia, a hélice de 10", apresentou-se com maior capacidade de carga.

Figura 3 – Curvas de Thrust e eficiência por percentual de Throttle do motor D2836.



Fonte: Do autor.

Com o motor D2836, com as mesmas hélices, foi possível obter uma melhor eficiência na região destacada em verde com a hélice de 9”, resultando em um thrust de aproximadamente 390g para a região ótima.

Na continuidade do projeto de aeronave, deve-se ainda considerar qual é a sua configuração, especialmente em relação à quantidade de rotores. Como exemplo aplicado, a tabela 2 apresenta a configuração de um drone quadrotor com duas configurações montadas a partir dos resultados obtidos.

Tabela 2 - Configurações de rotor para o dimensionamento de um quadrotor.

Marca/Modelo	Quantidade de rotores	Hélice	Eficiência [g/W]	MTOW [g]
EMax/CF2822	4	10”	6 a 7,75	1240 a 1920
DYS/D2836	4	9”	6,5 a 7,5	1040 a 1760

Fonte: elaborada pelo autor a partir da Figura 1 e Figura 2.

Considerações finais

Este trabalho, no contexto do projeto de pesquisa que está sendo realizado, agrega aos discentes envolvidos maior conhecimento de projetar e determinar a parte propulsiva de um drone. Este trabalho atendeu o objetivo de apresentar um método para obter indicativos, tendo em vista a demanda do projeto a ser desenvolvido para seleção do motor adequado ao drone.

Referências

T-MOTOR (org.). T-MOTOR: mn2212 v2.0 navigator type uav multi-motor kv780/kv920. MN2212 V2.0 Navigator Type UAV Multi-Motor KV780/KV920. 2024. Disponível em: <https://store.tmotor.com/product/mn2212-v2-motor-navigator-type.html>. Acesso em: 04 jul. 2024.

T-MOTOR (org.). T-MOTOR: mn5008 antigravity type 6-12s uav motor kv170. MN5008 Antigravity Type 6-12S UAV Motor KV170. Disponível em: <https://store.tmotor.com/product/mn5008-kv170-motor-antigravity-type.html>. Acesso em: 05 jul. 2024.

Análise da eficiência de propelentes sólidos quanta à variação de combustível e oxidante da mistura

Divisão Temática

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

Autores: G. KNOP¹; H. PEREIRA²; V. DIAS³; L. RAUTA⁴; M. JUSTINO⁵; R. BENINCA⁶ .

EDITAL Nº 14/2023/PROPPI/DAE

Resumo:

O presente trabalho pretende medir a eficiência das misturas Amostras) de combustível (redutor) e comburente (oxidante) de um propelente sólido de foguetes, A eficiência deste propelente será feita de forma experimental alterando-se a proporção entre o oxidante e redutor. No caso será utilizado o nitrato de potássio e sacarose. A proporção adequada depende da pureza de ambos (oxidante e redutor). Via de regra utiliza-se 65% de comburente (nitrato) e 35% de combustível, porém essa não é a proporção ideal, uma vez que ao terminar a queima ainda sobram resíduos do propelente no motor; O objetivo é chegar mais próximo de zero a massa desses resíduos. Outra forma de medir a eficiência deste propelente é medir a força de empuxo que ele gera para desta forma fazer a análise do impulso proporcionado por ele. Desta forma, com auxílio, de um gráfico pode-se determinar a mistura (amostra) que tem melhor eficiência quanto ao resíduo e quanto ao empuxo..

Palavras-chave: Foguete; astronáutica; propulsão, propelente.

Introdução

A prática de lançar minifoguetes está se popularizando cada vez mais, ano após ano, em virtude da dificuldade de se encontrar motores de diversas classes de impulso no Brasil. Este trabalho pretende comparar a força de empuxo fornecida por motores de foguetes movidos a propelentes sólidos a base de sacarose combinada com alguns tipos de nitratos, mantendo-se a proporção de 65% de nitrato e 35% de sacarose. A avaliação

¹ Guilherme Neuber Knop, estudante do CTI Química do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail para contato: guilherme.n26@aluno.ifsc.edu.br

² Helena Wandalen Oliveira Pereira, estudante do CST Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail para contato: helena.w2005@aluno.ifsc.edu.br

³ Vitória Mara Dias, estudante do CTI Química do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail para contato: vitoria.md04@aluno.ifsc.edu.br

⁴ Leonardo Ronald Perin Rauta, professor do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail para contato: leonardo.rauta@ifsc.edu.br

⁵ Mauricio da Silva Justino, coordenador do projeto e professor do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail para contato: mauricio.justino@ifsc.edu.br

⁶ Romulo de Aguiar Beninca, professor do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail para contato: romulo.beninca@ifsc.edu.br

consiste em prender o motor em uma plataforma de teste de forma que ele pressione uma célula de carga e esta fornecerá os dados para efetuar as análises dos resultados de cada propelente. A determinação do melhor propelente será feita em função do empuxo e o tempo de funcionamento que estarão relacionados com o impulso fornecido. Espera-se com esta proposta encontrar o menor propelente com menor custo de fabricação. Motores de foguetes que utilizam propelente sólido são extremamente importantes na área aeroespacial e constituem um método eficaz de propulsão.

Em termos gerais, a propulsão é o ato de alterar o movimento de um corpo em relação a um referencial inercial (SUTTON; BIBLARZ, 1992). Essa notável realização é alcançada mediante a implementação de um processo meticulosamente controlado, no qual ocorre a combustão de um composto químico conhecido como propelente. A ignição do propelente resulta na liberação de gases em alta velocidade. A consequente ação e reação dos gases de exaustão impulsiona o foguete para frente, proporcionando a força necessária para superar a força gravitacional e adquirir velocidades de grandes magnitudes.

No âmbito da propulsão, encontram-se os propelentes, combinações químicas minuciosamente formuladas para proporcionar uma quantidade significativa de energia durante a queima. Essa mistura (amostra) precisa de ingredientes que, quando reagem entre si, liberam gases de exaustão de alta pressão. Um exemplo comumente empregado é o propelente KNSU, composto de nitrato de potássio (KNO_3) e sacarose. Tal composição é selecionada devido à sua habilidade de queima de maneira controlada, resultando em gases de exaustão com elevada velocidade de escape.

É importante ressaltar que o desempenho do propelente KNSU pode variar dependendo das proporções utilizadas de KNO_3 e sacarose. Diversos estudos têm sido conduzidos para determinar a proporção ideal entre esses componentes, buscando maximizar a eficiência da queima, o impulso específico e a estabilidade do foguete. Outro desafio é em relação aos componentes. O Nitrato de Potássio é uma substância não comercializável e controlada pelo Exército Brasileiro, devido a este componente ser utilizado como material para fabricação de diversos tipos de explosivos (BRASIL, 2020). Tendo isso em vista, a equipe busca utilizar outro componente que seja “rico” em nitrato de potássio, os fertilizantes para agricultura.

Ao avaliar as diferentes proporções de KNO_3 e sacarose, é possível compreender como as características dos propelentes são afetadas. Variações na proporção podem resultar em alterações na taxa de queima, na temperatura de combustão, na velocidade de exaustão característica e na composição dos produtos gerados na queima. Esses fatores, por sua vez, influenciam diretamente o impulso do foguete e seu desempenho em relação ao alcance de apogeu.

A presente pesquisa buscou investigar e comparar os efeitos das diferentes proporções de KNO_3 e sacarose no desempenho do propelente KNSU. Através de uma abordagem prática e metodológica, serão realizados experimentos controlados para medir e analisar os parâmetros de interesse, visando obter dados confiáveis e conclusões embasadas em resultados. Essas informações podem contribuir para o aprimoramento do projeto de diversos tipos de foguetes.

Fundamentação teórica

Existem vários tipos de foguetes movidos a reação química, sendo os mais importantes, os motores que utilizam propelentes líquidos ou sólidos (NAKKA, 1997). Devido sua simplicidade; baixo custo; segurança de manuseio, carregamento e ignição em relação aos propelentes líquidos, os propelentes sólidos são mais adequados para aplicação no cenário de foguetemodelismo amador (U.S ARMY FIELD ARTILLERY SCHOOL, FORT SILL (U.S AFAS), 1958).

O motor é o subsistema que garante a propulsão do foguete como um todo. Segundo Sutton e Biblarz (1992), "Propulsão, de forma ampla, é o ato de mudar o movimento de um corpo. Mecanismos propulsivos provêm força para um corpo inicialmente em repouso, mudar sua velocidade ou superar as forças retardadoras do meio." (p. 1).

A forma de geração de empuxo mais comum é por via de propulsão química, a qual gera gases e partículas a partir de uma reação entre um Combustível e um Oxidante, dentro de uma câmara de combustão (U.S AFAS, 1958). Após a reação de combustão, estes gases e partículas são submetidos a altas pressões e temperaturas devido a energia liberada na queima do propelente. Os gases contidos na câmara de combustão

são então expandidos em um bocal convergente-divergente para atingir velocidades supersônicas na saída, aumentando assim, o empuxo gerado (NASA, 1971).

O motor possui sua representação simplificada, apenas apontando o funcionamento físico, indicando as distintas pressões, velocidades, temperaturas e áreas do sistema. Com essas informações, pode-se calcular um valor de empuxo gerado pelo motor utilizando a equação da variação de momento linear.

Propelente é o nome dado a mistura de combustível e oxidante utilizados na combustão de motores de reação química. Os propelentes sólidos são completamente acoplados dentro da câmara de combustão do motor, exceto por uma das extremidades, onde se encontra o Bocal (U.S AFAS, 1958).

Procedimentos metodológicos

Para executar o procedimento de testes, primeiramente será confeccionado motores de PVC. A escolha do PVC é pelo fato de ser um material barato e resistente. Já existem minifoguetes testados com esse tipo de motor. Outra situação interessante para o uso deste material, é pelo fato de que há muitos canos de PVC que são descartados como sobra de algum reparo, ou obra.

Serão confeccionados pelo menos 10 motores iguais em tamanho, diâmetro e acessórios, como: a tubeira que é a parte de afunilamento dos gases e a parte da tampa. Os motores devem ser iguais para poder ter como variável somente as proporções dos propelentes.

Após confeccionar os motores, deve-se fazer o propelente. Como a base de referência é 65% de nitrato de potássio e 35% de sacarose. A pesquisa estará em volta deste valor para cima e para baixo, ou seja, será de 60% de nitrato até 70% de nitrato e 40% de sacarose até 30% de sacarose, respectivamente. Cada amostra será devidamente anotada e associada a uma tabela que posteriormente se tornará um gráfico. O propelente será feito de duas formas: cozido e prensado. COZIDO: a mistura de propelente é colocada em um recipiente que é aquecido no máximo até 130°C, para não queimar a sacarose, por um tempo de 1 minuto. Todas as misturas devem estar nos mesmos parâmetros de tempo e temperatura. Essa mistura que compõe o propelente deve ser acrescida de 20% de água deionizada, para que ela fique pastosa e possa

ocupar a cavidade da câmara de combustão do motor, Todas as amostras serão colocadas juntamente em um dissecador para que retire toda umidade em 24 h, senão as amostras não ignitarão facilmente.

A segunda medição será feita antes e depois do teste. Será medida a massa do motor carregado antes da queima e depois da queima, para comparar qual das amostras deve apresentar menor massa após a queima, ou seja, verificar qual amostra tem a proporção que apresenta massa residual aproximadamente zero.

A terceira medição: Com uma balança de medição de empuxo, que basicamente é confeccionada com uma célula de carga, um Arduíno e um local de armazenamento de dados. Esta balança fará as medidas de empuxo ao longo do tempo de queima, o que gerará um gráfico de empuxo por tempo, onde a área deste gráfico é o impulso fornecido. A amostra que tiver a mistura que proporcionar o maior impulso, certamente é a que representa a melhor eficiência.

Considerações finais

O projeto está em desenvolvimento, de acordo com os procedimentos metodológicos. Dentro do cronograma já foram atingidas algumas etapas propostas pelo projeto, como: medição de resíduo, estudo bibliográfico do assunto, contextualização dos alunos a cerca dos problemas propostos (foguetes, propelente, teste estático, impulso, empuxo, gráficos, entre outros).

Referências

- DAVENAS, A. Solid rocket propulsion technology. Oxford: Pergamon Press, 1992.
- FRY, R. S. Solid propellant test motor scaling. Maryland: CPIA, 2002
- NAKKA, R. Amateur experimental solid propellants, 1997. Disponível em: <http://www.nakka-rocketry.net/>. Acesso em: 30 jun. de 2023.
- NAKKA, R. Solid Rocket Motor Theory, 2007. Disponível em: https://www.nakka-rocketry.net/articles/nakka_theory_pages.pdf. Acesso em: 28 jun. de 2023.
- NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. NASA SP-8039. Solid rocket motor performance analysis and prediction. Washington: NASA, 1971.
- SINGH, A. Sugar Based Rocket Propulsion System- Making, Analysis & Limitations. International Journal of Engineering Trends and Applications (IJETA), v.2 issue 5, 2015.
- SUTTON, G.; BIBLARZ, O. Rocket propulsion elements. 8. ed. New York: Wiley, 1992.
- U.S ARMY FIELD ARTILLERY SCHOOL, FORT SILL. A guide to amateur rocketry. Oklahoma: U.S Army, 1958..

DESENVOLVIMENTO DE UM MÓDULO DE BANCADA DIDÁTICA PARA MANUTENÇÃO PREDITIVA

Divisão Temática

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

Autores: Í. ALVES¹; L. REICHERT²; R. BERGAMO³; F. M. MARQUES⁴; S. VENDRAME⁵

14/2023/PROPI/DAE

Resumo:

A manutenção preditiva é essencial para prevenir falhas em sistemas complexos como motores, redutores e eixos. Tendo como princípio uma bancada didática, foram integrados sensores para analisar vibrações e diagnosticar problemas de desalinhamento, desgaste e desbalanceamento. Usando sensores de rotação, acelerômetros e medidores de corrente, integrados com o Arduino, foi possível monitorar e analisar dados em tempo real. Os resultados mostraram a eficácia do sistema na detecção precoce de problemas operacionais, proporcionando uma experiência prática significativa.

Palavras-chave: Manutenção preditiva; bancada didática; desgaste; desbalanceamento.

Introdução

A manutenção preditiva tem surgido como um pilar crucial na indústria moderna, especialmente em sistemas complexos que envolvem motores, redutores e eixos. Estes componentes são essenciais para a operação segura e eficiente de muitas máquinas e, como tais, necessitam de monitoramento constante para prevenir falhas e avarias. Através da identificação precoce de vibrações anormais, é possível diagnosticar problemas potenciais antes que se transformem em falhas catastróficas, economizando tempo e recursos consideráveis.

¹ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC campus Chapecó, icaro.gs@ifsc.aluno.edu.br.

² Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC campus Chapecó, lucas.lr10@ifsc.aluno.edu.br.

³ Servidor do departamento de Fabricação Mecânica do IFSC campus Chapecó, renatobergamo@ifsc.edu.br.

⁴ Servidor do departamento de Fabricação Mecânica do IFSC campus Criciúma, fernando.marques@ifsc.edu.br.

⁵ Servidor do departamento de Fabricação Mecânica do IFSC campus Chapecó, saimon.vendrame@ifsc.edu.br.

Neste contexto, o projeto propõe a utilização de uma bancada didática equipada com sensores para a análise detalhada dessas vibrações. Esta bancada, além de servir como ferramenta educativa nas aulas de manutenção, permite aos estudantes observar diretamente a interação entre teoria e prática, reforçando a integração entre ensino, pesquisa e extensão. O objetivo não é apenas elucidar as causas de fenômenos como desalinhamento, desgaste e desbalanceamento, mas também aprimorar as habilidades práticas e teóricas dos alunos em um contexto real de engenharia.

Fundamentação teórica

A manutenção preditiva é um componente vital das operações industriais, empregando técnicas avançadas para detectar e prevenir falhas antes que elas ocorram. Uma das abordagens mais eficazes nesse contexto é a análise de vibração, que se beneficiou significativamente da evolução dos sensores piezoelétricos e da popularização do uso de plataformas como o Arduino para coleta e processamento de dados.

Nos sistemas industriais, a vibração pode ser causada por diversos fatores, como desalinhamento, desbalanceamento, desgaste de rolamentos e problemas elétricos. Cada tipo de falha gera um espectro de frequência característico. Por exemplo, desbalanceamentos costumam ser detectados na frequência original do motor, enquanto problemas em rolamentos podem aparecer em frequências de duas ou três vezes a rotação original do motor. De acordo com (THEISEN; CHIES, 2022), são apresentadas as bandas de frequência para diferentes falhas: desbalanceamento e parafusos soltos aparecem na rotação original, defeitos nos elementos rolantes dos rolamentos em aproximadamente duas vezes a RPM, e falhas nas pistas interna e externa dos rolamentos em três e cinco vezes a rotação do motor, respectivamente..

O projeto descrito por (ALMEIDA, 2018) demonstra como o Arduino pode ser integrado com acelerômetros MEMS para medir vibrações e comparar resultados com medidores industriais, validando sua aplicabilidade no campo da engenharia mecânica e de manutenção preditiva. Similarmente, o estudo conduzido por (CAVALCANTE, 2017), realça o valor educativo de bancadas didáticas que incorporam Arduino para simular e estudar vibrações mecânicas, o que reforça a capacidade do Arduino de conectar teoria e prática em um contexto acadêmico.

Procedimentos metodológicos

A partir do detalhamento das variáveis existentes de (BALBINOT, 2019) bem como a metodologia a ser adotada, foram utilizados sensores de rotação em três pontos distintos da bancada, sendo eles: rotação do motor, da saída do redutor e do conjunto de engrenagens, como mostra a Figura 1 abaixo.

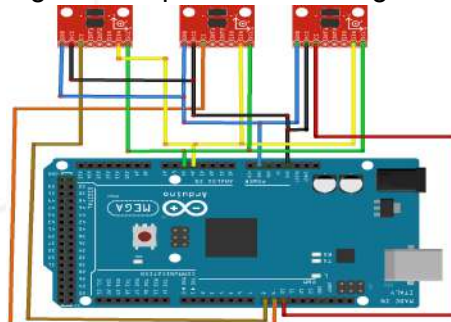
Figura 1 – Sensores de rotação instalados na bancada



Fonte: Autoria própria, 2024.

Para a análise de desbalanceamento dos eixos do motor e da caixa de engrenagens desenvolvida por (VACARIN et al., 2023) foram instalados sensores de vibração que fazem a leitura da posição nas coordenadas X, Y e Z e a partir delas é possível realizar o alinhamento dos componentes para que a taxa de desgaste dos mesmos seja diminuída. A Figura 2 abaixo demonstra o diagrama esquemático das ligações dos sensores de vibração integrados no arduino.

Figura 2 – Diagrama esquemático ATmega2560 / ADXL345



Fonte: Autoria própria, 2024.

Resultados e discussões

Como proposto no projeto foram implementados sensores de rotação e de corrente do motor com o intuito de fazer a amostragem da mesma em tempo real, conectados a um painel LCD que mostra a rotação de diferentes pontos da bancada, bem como um painel auxiliar onde encontram-se as informações de tensão e corrente do motor, bem como as ligações elétricas realizadas no painel, demonstrado na Figura 3 abaixo.

Figura 3 – Painel com as rotações e corrente / ligação elétrica



Fonte: Autoria própria, 2024.

Tendo em vista a necessidade de instalação de sensores de vibração para realizarem o monitoramento de possíveis desalinhamentos dos componentes, foram instalados sensores ADXL345 em conjunto com o arduino Mega2560, para que posteriormente seja desenvolvido um código para a comunicação, trazendo as informações em tempo real das posições nos eixos X, Y e Z bem como a aceleração em m/s^2 de cada um dos sensores. E conjuntamente apresentando os dados de frequência em tempo real em um display, visto que os dados lidos sejam salvos para posterior análise e verificação de problemas existentes na bancada, como desalinhamentos, falhas mecânicas ou elementos com desgaste.

Considerações finais

O projeto alcançou com êxito os objetivos propostos de implementar e analisar um sistema de manutenção preditiva utilizando uma bancada didática equipada com sensores rotação, corrente e posterior análise de vibração. A integração de sensores de corrente, acelerômetros e arduino possibilitou a detecção precoce de problemas como desbalanceamento, desalinhamento e desgaste, garantindo uma análise precisa e em

tempo real das condições operacionais de motores e redutores. Através do uso dessas tecnologias, pode-se observar na prática a teoria aprendida no ambiente escolar, compreendendo melhor os conceitos de manutenção preditiva e a importância do monitoramento contínuo na prevenção de falhas.

A contribuição do projeto para a formação profissional dos envolvidos foi significativa, proporcionando uma experiência prática fundamental para o desenvolvimento de habilidades técnicas e analíticas. Dentre as principais dificuldades encontradas, destacaram-se a calibração e integração dos diferentes sensores com o sistema de prototipagem Arduino, bem como a interpretação dos dados obtidos. tem-se como meta, projetar a ampliação do sistema para incluir sensores adicionais e a implementação de algoritmos avançados de análise de dados, visando aprimorar ainda mais a capacidade de diagnóstico e monitoramento preditivo em ambientes industriais.

Referência ao fomento recebido

O agradecimento em especial vai para a Instituição IFSC Câmpus Chapecó, instituição que por meio do Edital 14/2023/PROPPI/DAE com recursos para a realização e elaboração do projeto. Também agradecemos a todos os docentes e discentes que se empenharam e contribuíram para o desenvolvimento do sensoramento da bancada.

Referências

- ALMEIDA, G. R. **Sistema de baixo custo para monitoramento de vibração.** , 2018. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/gustavo_rogel_artigo_0.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2024.
- BALBINOT, A. **Instrumentação e sistemas de medida.** Rio de Janeiro-BR: gen, 2019. v. 2. Acesso em: 15 mai. 2024.
- CAVALCANTE, L. M. **Bancada didática para testes e estudos das vibrações em máquinas rotativas acopladas.** , 10 mar. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/27540>>. Acesso em: 15 mai. 2024.
- THEISEN, F.; CHIES, L. **DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM PROTÓTIPO SEM FIO PARA AQUISIÇÃO DE DADOS DE VIBRAÇÃO EM MÁQUINAS ELÉTRICAS GIRANTES COM FOCO EM MANUTENÇÃO PREDITIVA.** , 20 maio 2022. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1BNMaZWRZPkIXFoepB-z-1MYjDacJUAp/view>>. Acesso em: 27 mai. 2024.
- VACARIN, G. H. S. et al. **DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DE EQUIPAMENTO DIDÁTICO DE TRANSMISSÃO POR ENGRENAGENS.** , 2023.

PLATAFORMAS DE RÁDIO DEFINIDO POR SOFTWARE NO CONTEXTO DE PESQUISA E ENSINO NAS ÁREAS DE INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE

Divisão Temática

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

Autores: H. E. L. ÁVILA¹; R. A. R. ANTAYUHA²; P. R. HOFFMANN³

Resumo:

A utilização de recursos tecnológicos no contexto de ensino e aprendizagem é de suma importância nos cursos de Engenharia. Especificamente nas áreas de instrumentação e controle, o emprego de plataformas de rádio definido por software torna prático e flexível o ensino e pesquisa de tópicos, tais como eletromagnetismo, telecomunicações, instrumentação e sistemas de medição e controle. Neste trabalho, objetiva-se fornecer uma visão geral sobre o princípio de funcionamento destas plataformas e dos resultados obtidos em pesquisas recentes que foram desenvolvidas por alunos e professores nos cursos de Engenharia Elétrica (IFSC/Itajaí) e Engenharia de Controle e Automação (IFSC/Chapecó).

Palavras-chave: Rádio definido por software; SDR; Sensores ressonantes; Sistema de rastreamento da frequência de ressonância; Sistemas de medição e controle.

Introdução

Neste trabalho é apresentada uma visão geral dos resultados provenientes de pesquisas em nível de graduação (TCCs e Iniciação Científica) e de pós-doutorado, que foram desenvolvidas no IFSC em parceria com a UFSC entre os anos de 2019 a 2024, e que envolveram o uso de plataformas de rádio definido por software (*Software-Defined Radio* - SDR). Tais implementações foram publicadas recentemente em bancas de TCC, congresso e revista científica nas áreas de instrumentação e controle.

As plataformas de SDR são frequentemente utilizadas na área de telecomunicações, mas o seu emprego no contexto de medição e sensoriamento vem sendo explorado em pesquisas recentes. A flexibilidade e robustez também permitem a sua inserção na área acadêmica, sendo uma ferramenta de extrema importância e utilidade no ensino e pesquisa de tópicos inseridos na grande área da engenharia elétrica.

¹ Professor do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC/Chapecó, heron.avila@ifsc.edu.br.

² Professor do curso de Engenharia Elétrica do IFSC/Itajaí, roddy.romero@ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso de graduação em Engenharia elétrica do IFSC/Itajaí, pablo.rh13@aluno.ifsc.edu.br.

Portanto, objetiva-se introduzir brevemente o princípio de funcionamento do SDR, expôr de forma sintetizada os principais resultados obtidos em pesquisas recentes e, com isso, demonstrar o seu emprego e adaptação, tanto no ensino quanto na pesquisa.

Fundamentação teórica

Um SDR permite a comunicação sem fio na qual a modulação, a demodulação, além de rotinas de codificação e decodificação são definidas por um computador. Este conceito é empregado para substituir o máximo possível de componentes analógicos por dispositivos programáveis. Essa filosofia emergiu da pesquisa militar na década de 1970 para se tornar uma concepção popular usada em uma ampla gama de áreas dentro de sistemas de comunicação sem fio (SADIKU; AKUJUOBI, 2004).

Em um SDR as funções do transceptor são executadas como programas em um processador, sendo que com o mesmo hardware, diferentes algoritmos transmissor/receptor, são implementados em software, abrangendo todas as camadas de um sistema de comunicação (JONDRAL, 2005). No entanto, a flexibilidade na configuração dos seus blocos tornam o SDR também adaptável ao uso no contexto da instrumentação e sensoramento. Versões comerciais de bom desempenho e relativo baixo custo podem ser empregadas, portanto, em laboratórios de ensino e pesquisa.

Procedimentos metodológicos

Os trabalhos foram realizados no âmbito de pesquisas que se desenvolveram ao longo dos anos de 2019 a 2024, nos câmpus do IFSC de Chapecó e Itajaí. As pesquisas contaram com fomento de Editais interno e externo, tendo o protagonismo de alunos em nível de graduação, desenvolvendo pesquisas de TCC e de iniciação científica, e de professores. Os professores atuaram como orientadores e estagiários de pós-doutorado, na Universidade Federal de Santa Catarina. O fomento dos projetos permitiu a aquisição de duas placas de SDR modelos USRP B210 (Ettus Research) e USRP 2910 (National Instruments), além de cabos, conectores e componentes de radiofrequência (RF).

Resultados e discussões

No contexto de um TCC (MARCHIORI, 2021), foi desenvolvida uma bancada de ensaios baseada em SDR para a caracterização de sensores ressonantes. As rotinas implementadas no GNU Radio permitiram determinar a resposta em frequência, estimar a frequência de ressonância, calcular o fator de qualidade e rastrear a frequência de ressonância. Para a validação da bancada foram fabricados dois sensores ressonantes planares. A bancada de ensaios apoiará a medição e caracterização de protótipos de sensores desenvolvidos pelos alunos de Engenharia Elétrica do IFSC/Itajaí e pode ser usada para outros trabalhos experimentais de detecção de materiais.

Em 2022, foi desenvolvido a implementação em LabVIEW de uma rotina de caracterização de sensores ressonantes de alta frequência usando uma plataforma de SDR. A aplicação conseguiu extrair informações de magnitude e fase de um sensor de cavidade ressonante, demonstrando que também pode servir como base para a implementação de rotinas mais sofisticadas, com poucas modificações. Também, foi implementado em LabVIEW uma rotina de rastreamento em tempo real da frequência de ressonância, baseada em uma estrutura de malha travada em fase (*Phase-locked loop - PLL*), utilizando uma plataforma de SDR. Ambos os trabalhos serviram de base para demonstrar o uso da plataforma de SDR em conjunto com o LabVIEW, que é um software que apresenta uma vasta gama de aplicações nas áreas de controle e automação. Essa nova bancada de testes e ensaios servirá de base para a implementação de pesquisas nas áreas de instrumentação e controle no curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC/Chapecó.

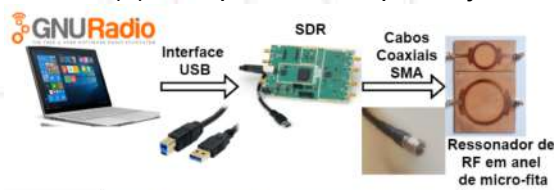
Posteriormente, em 2023, foi demonstrada a modelagem teórica e simulação do sistema de rastreamento da frequência de ressonância proposto nos trabalhos anteriores, propiciando a análise e projeto de diferentes estratégias de controle. Uma estratégia clássica de controle baseada em controle PID (Proporcional, Integral e Derivativo) foi projetada e aplicada ao sistema, demonstrando a sua confiabilidade, flexibilidade e robustez. A validação foi feita a partir de experimentos utilizando um sensor de cavidade ressonante retangular.

Uma plataforma de SDR com capacidade de transmissão e recepção também pode ser utilizada para geração de sinal de microondas e monitoramento da potência do sinal

após etapas de amplificação com componentes externos, de forma simultânea. Dessa maneira, substitui um oscilador discreto (ou analisador de rede vetorial em modo gerador) e analisador de espectro por um único dispositivo, eliminando também a necessidade de utilização de mais de um software. Numa pesquisa recente, o discente de iniciação científica do câmpus Itajaí preparou uma bancada de testes para hipertermia por microondas utilizando a SDR, antena, e dispositivos de RF. Foi verificado que o sinal gerado era estável em frequência e potência, e seus parâmetros facilmente configurados em tempo real. Na Fig. 1 são mostradas fotos das bancadas de ensaio dos trabalhos descritos.

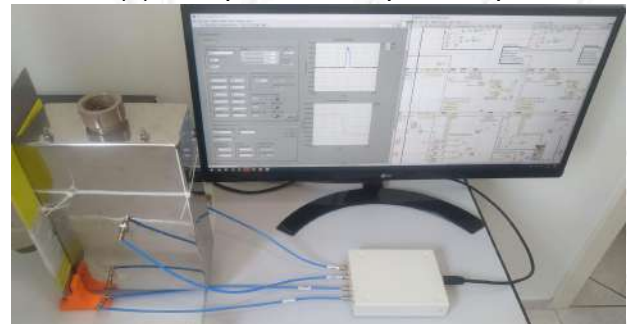
Figura 1 - Bancada de ensaios dos trabalhos descritos.

(a) Setup #1 do câmpus Itajaí



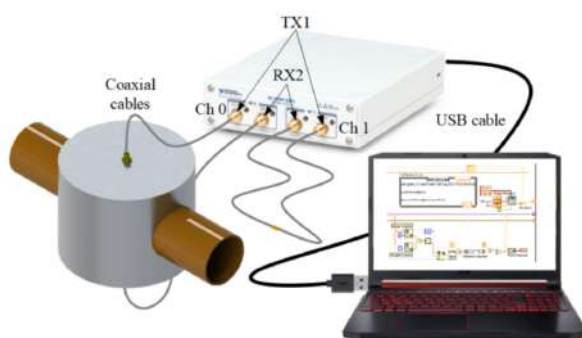
Fonte: Adaptado de (MARCHIORI, 2021).

(b) Setup #1 do câmpus Chapecó



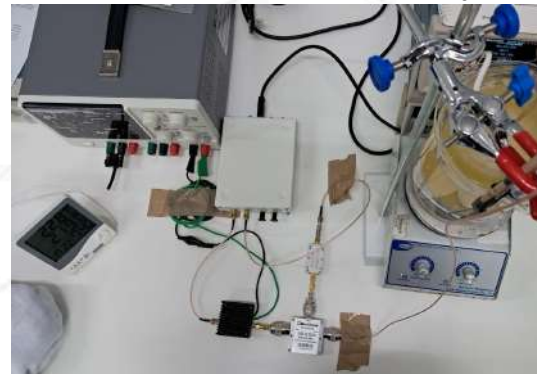
Fonte: Os autores.

(c) Setup #2 do câmpus Chapecó



Fonte: Os autores.

(d) Setup #2 do câmpus Itajaí



Fonte: Os autores.

Considerações finais

As bancadas de testes, implementadas e validadas no contexto de cada pesquisa desenvolvida ao longo destes anos, darão suporte tanto no ensino quanto na pesquisa nas áreas de instrumentação e controle, podendo ser utilizadas em sala de aula como demonstrador tecnológico e atrelada a diversos trabalhos de conclusão de curso. Os resultados alcançados até então demonstram a indissociabilidade entre ensino e pesquisa, uma vez que possibilita um aprendizado mais ativo e propicia o desenvolvimento de novas tecnologias no contexto da instrumentação e controle.

Referência ao fomento recebido

Os trabalhos citados receberam aporte financeiro dos editais de fomento 41/2018/PROPPI/DP/Itajaí, 34/2020/PROPPI/DP/CHAPECÓ e 23/2020/FAPESC/PROPPI/Chapecó (Project Nº 2021TR000281).

Referências

MARCHIORI, Renato Augusto Schenkel Meneghin. **Bancada de ensaios para sensores ressonantes de micro-ondas baseada em radio definido por software**. 2021. 122 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Santa Catarina, Itajaí, 2021.

JONDRAL, Friedrich K. Software-defined radio—basics and evolution to cognitive radio. **EURASIP journal on wireless communications and networking**, v. 2005, p. 1-9, 2005.

SADIKU, Mathew NO; AKUJUOBI, Cajetan M. Software-defined radio: a brief overview. **IEEE Potentials**, v. 23, n. 4, p. 14-15, 2004.

DESENVOLVIMENTO DE UM PICOSSATÉLITE CANSAT DE BAIXO CUSTO PARA A PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM INTERDISCIPLINAR

Divisão Temática

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

**Autores: V. MÜLLER¹; S. PASCOALINI²; H. OLIVEIRA³; J. MACHADO⁴; M. JUSTINO⁵;
R. BENINCA⁶; L. RAUTA⁷.**

Edital 14/2023/PROPPI/DAE

Edital de Ensino nº 02/2023/Câmpus Gaspar

Resumo:

Na direção da era da exploração espacial, desencadeada principalmente durante a Guerra Fria, a presença de uma imensidão de satélites em órbita é inegável. Contudo, esses equipamentos, em sua maioria, permanecem inacessíveis devido aos custos elevados e à necessidade de conhecimentos especializados em engenharia, excluindo aqueles que não estão vinculados a agências internacionais renomadas, como a NASA ou a ESA. Nesse contexto, emerge a proposta de desenvolvimento de um CanSat, um picossatélite de baixo custo, cujas dimensões se assemelham às de uma lata de refrigerante de 330ml. Este projeto tem como objetivo central a utilização do CanSat para materializar conceitos e técnicas até então abordados apenas teoricamente em disciplinas como redes de computadores, física, geografia, sistemas embarcados e processamento de imagens. Paralelamente, almeja-se proporcionar aos estudantes a experiência prática e tangível com equipamentos e tecnologias que, de outra forma, estariam fora de seu alcance ao longo de seus estudos. Este projeto, portanto, alinha-se com a busca por uma educação interdisciplinar e acessível, fornecendo uma plataforma valiosa para a promoção de uma aprendizagem significativa e o desenvolvimento de futuros profissionais capacitados no campo da exploração espacial. Com isso, este trabalho apresenta a proposta de um CanSat para ensino interdisciplinar utilizando diversas tecnologias.

Palavras-chave: CanSat, Picossatélite, Astronáutica, Sistemas Embarcados

- ¹ Vitor Hugo Müller, estudante do CTI Química do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail: vitorhugo.muller78@gmail.com
- ² Sofia Martins Pascoalini, estudante do CTI Informática do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail: sofia.m.pascoalini@gmail.com
- ³ Helena Wandalen Oliveira, estudante do CST Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail: helena.w2005@aluno.ifsc.edu.br
- ⁴ Jaison Tomé Machado, estudante do CTI Química do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail: jaison.tm2006@aluno.ifsc.edu.br
- ⁵ Maurício da Silva Justino, professor do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail: mauricio.justino@ifsc.edu.br
- ⁶ Romulo de Aguiar Beninca, professor do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail: romulo.beninca@ifsc.edu.br
- ⁷ Leonardo Ronald Perin Rauta, coordenador do projeto e professor do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail: leonardo.rauta@ifsc.edu.br

Introdução

A exploração espacial, intensificada durante a Guerra Fria, resultou na criação de milhares de satélites que desempenham funções cruciais, como comunicação e monitoramento ambiental. No entanto, esses satélites são predominantemente desenvolvidos por agências espaciais internacionais e grandes corporações, tornando-os inacessíveis para a maioria das instituições educacionais e pesquisadores independentes devido ao alto custo e complexidade técnica (NASA, 2022; ESA, 2021).

Para preencher essa lacuna, surgem os picossatélites, satélites de pequenas dimensões e baixo custo que permitem a experimentação prática e o ensino interdisciplinar. Entre esses, o CanSat, um picossatélite com o tamanho aproximado de uma lata de refrigerante de 330ml, oferece uma plataforma acessível para estudantes aprenderem sobre redes de computadores, física, geografia, sistemas embarcados e processamento de imagens, proporcionando uma experiência prática valiosa (Müller, 2021; Brown & Johnson, 2020).

Este artigo apresenta um projeto para desenvolver um CanSat de baixo custo, destinado a demonstrar conceitos e técnicas de engenharia e ciência em um contexto prático. O projeto visa fornecer aos estudantes uma oportunidade de trabalhar com tecnologias avançadas e adquirir habilidades práticas, fomentando o interesse pela exploração espacial e pela ciência de dados, e promovendo a integração interdisciplinar. Este trabalho se baseia no estudo de Batschauer et al. (2021), que aborda a utilização de picossatélites como ferramentas educacionais e apresenta uma metodologia interessante para o projeto e desenvolvimento de CanSat.

O desenvolvimento do CanSat inclui etapas desde a concepção e design até a construção e operação, proporcionando um aprendizado significativo e colaborativo (Thompson & Hughes, 2019). A integração com atividades de extensão envolverá a comunidade, inspirando uma nova geração de cientistas e engenheiros.

O objetivo deste trabalho é detalhar o desenvolvimento do CanSat, discutir metodologias, desafios e soluções, e demonstrar sua eficácia como ferramenta educacional, promovendo a aprendizagem interdisciplinar e a democratização do acesso às tecnologias espaciais.

Fundamentação teórica

A educação STEM, focada em ciência, tecnologia, engenharia e matemática, destaca a importância da aprendizagem prática para a retenção de conhecimento e desenvolvimento de habilidades, especialmente em cursos de engenharia e ciências exatas. Os picossatélites, como o CanSat, oferecem uma plataforma acessível para o ensino dessas disciplinas, promovendo uma compreensão mais profunda dos princípios de engenharia e ciência e incentivando a colaboração e resolução de problemas.

O CanSat facilita a integração de diversas áreas do conhecimento, como física, geografia, redes de computadores, sistemas embarcados e processamento de imagens, enriquecendo a aprendizagem ao conectar diferentes disciplinas e proporcionando uma visão holística do conhecimento (Brown & Johnson, 2020). Essa abordagem interdisciplinar facilita a compreensão de como diferentes áreas se interrelacionam e contribuem para a resolução de problemas complexos.

Além disso, o envolvimento em projetos práticos como o CanSat desenvolve atitudes científicas nos alunos, como curiosidade, ceticismo informado, análise crítica e comunicação eficaz (Thompson & Hughes, 2019). A democratização do acesso às tecnologias espaciais, tradicionalmente restritas a grandes agências e empresas, é crucial para este projeto, promovendo a inclusão e diversificação no campo da exploração espacial.

Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento do CanSat, foi adotada uma metodologia de caráter exploratório, pois teve como objetivo o desenvolvimento de um sistema/equipamento para verificar a viabilidade de seu uso. Para isso, foram adotadas as seguintes etapas no desenvolvimento: (i) estudo sobre o que são satélites e CanSats; (ii) modelagem de uma estrutura tridimensional para o CanSat; (iii) desenvolvimento do sistema embarcado do CanSat; (iv) desenvolvimento do sistema de comunicação do CanSat – telemetria; (v) testes em bancada da telemetria; (vi) teste de lançamento em foguete de baixa altitude; (vii) teste e validação em sala de aula.

Para isso, baseado no trabalho de Batschauer et al. (2021), foram criadas premissas a serem seguidas e adotadas no projeto, sendo elas: (a) limite orçamentário

(R\$1.500,00); (b) possibilidade de troca do sistema embarcado; (c) telemetria; e (d) reprogramação do equipamento.

Analisando os sistemas embarcados presentes no mercado e que atendem às premissas do projeto, foram elaboradas duas propostas. Uma utilizando um Arduino Nano com sensores de pressão e temperatura, GPS e telemetria via LoRa (Corrêa et al. 2021); e outra utilizando um ArduCopter, um controlador de Veículo Aéreo Não Tripulado (UAV), multicóptero de código aberto que fornece ferramentas de mapeamento, GPS, altimetria, acelerometria e todo o pacote de funcionalidades disponíveis no ArduPilot que é o software do processador. Ambas soluções atendem às premissas determinadas e possuem as mesmas funcionalidades e ambas serão alimentadas com baterias.

Para a estrutura do CanSat será impresso em PLA pois o satélite será lançado a uma altitude de aproximadamente 1Km, não sendo possível adentrar a órbita terrestre, pois, para isso, o equipamento necessita de isolantes térmicos que demandam um alto custo. Assim, para futuros testes, será realizado um lançamento de foguete de baixa altitude (até 1km de apogeu). A Figura 1 apresenta um modelo 3D do protótipo utilizando a proposta baseada em Arduino Nano.

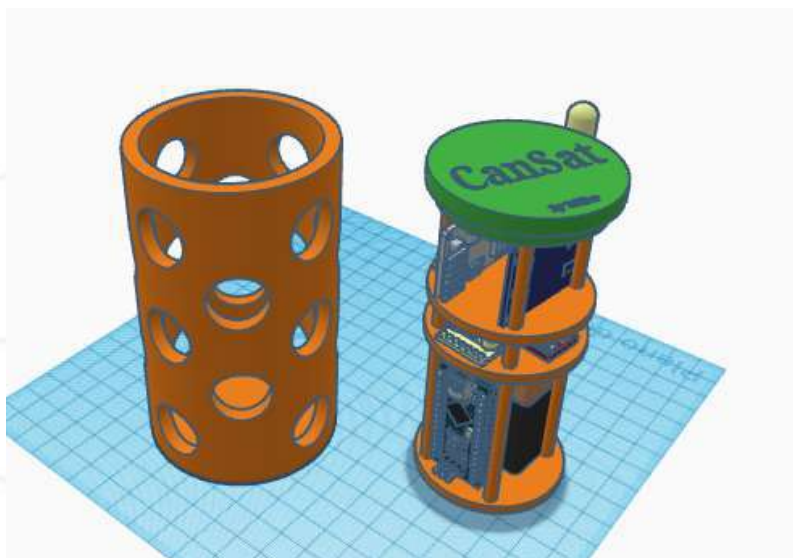


Figura 1: Modelo 3D do protótipo do CanSat utilizando Arduino Nano.

Considerações finais

Devido ao projeto ainda estar em andamento, ainda estão sendo realizados testes de bancada com as duas propostas e teste de integração com a estrutura impressa em 3D. Como os alunos envolvidos no projeto são de turmas e cursos diferentes, é possível observar o aprendizado significativo de ambos durante o desenvolvimento deste projeto por não fazerem uso de ferramentas e tecnologias vistas nos seus cursos até o momento. Após a conclusão do protótipo final, seu teste e aquisição de dados, poderão ser elaborados roteiros para montagem de CanSat que poderá ser utilizado em diversas unidades curriculares.

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

- Batschauer, D. V., Zuchi, E. L., Fischer, M. J., Corrêa, A. C. L., Ribeiro, M. M., Justino, M. S., & Rauta, L. R. P. (2021). Desenvolvimento de um picossatélite educacional - CapSat. *Anais do Computer on the Beach*, 12, 567-570. doi: <https://doi.org/10.14210/cotb.v12.p567-570>
- Brown, A., & Johnson, P. (2020). *Practical Applications of Small Satellite Technologies in Education*. New York, NY: Springer.
- Corrêa, A. C. L., Zuchi, E. L., Fischer, M. J., Batschauer, D. V., Ribeiro, M. M., Justino, M. S., & Rauta, L. R. P. (2021). Desenvolvimento de foguetes de baixa altitude para auxiliar no ensino. *Anais do Computer on the Beach*, 12, 567-570. doi: <https://doi.org/10.14210/cotb.v12.p547-550>
- ESA. (2021). *Annual Report 2021*. Retrieved from https://www.esa.int/ESA/Annual_Report
- Müller, R. (2021). *Innovative Teaching Practices in Engineering Education*. Heidelberg, Germany: Springer.
- NASA. (2022). *The State of Space 2022*. Retrieved from <https://www.nasa.gov/state-of-space-2022>
- Thompson, P., & Hughes, R. (2019). *Collaborative Learning in Higher Education: A Practical Guide*. New York, NY: Routledge.

ROTAS TURÍSTICAS E NECESSIDADES DO USUÁRIO: FACILIDADES ATRAVÉS DE UM APLICATIVO

Divisão Temática

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

Autores: R.K. Lima¹; T.H.P. ALVARENGA²; P. ALVES³

Edital IFSC/GAB Nº 03/2023 Propicie 20

Resumo:

Este trabalho visa apresentar as facilidades e comodidades propiciadas através de um aplicativo de criação de rotas turísticas focadas na necessidade do usuário. Desenvolvido pelo Grupo de Investigação em Engenharia e Computação Inteligente para a Inovação e o Desenvolvimento – GECAD, do Instituto Superior de Engenharia do Porto – ISEP/IPP e com apoio de discentes intercambistas do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, esse aplicativo é capaz de criar uma rota turística personalizada. Para tanto, ao responder um questionário de cadastramento, o usuário recebe via aplicativo uma rota baseada em seus interesses e condições físicas, oferecendo uma rota adequada ao seu perfil e às suas necessidades pessoais.

Palavras-chave: Turismo; Personalização; Algoritmo; Aplicativo; Rotas Turísticas.

Introdução

A internet vem transformando diversas áreas desde o seu surgimento. Uma das principais mudanças foi a personalização de quase tudo. Com as facilidades proporcionadas pela tecnologia, as pessoas conseguem acessar itens personalizados de forma acessível. Os algoritmos permitem que as pessoas recebam anúncios, vídeos e recomendações de acordo com suas preferências e históricos. Essa tecnologia garante que todos tenham uma experiência personalizada e otimizada, proporcionando o melhor aproveitamento para cada indivíduo.

Planejar viagens pode ser cansativo e confuso, quando não se conhece o local é difícil saber os melhores locais para se visitar, sugestões são sempre bem-vindas nessa situação (GONDIM, 2022).

¹ Egresso do curso Técnico em Administração do IFSC Câmpus Urupema, raphaellakarolinedelima@gmail.com

² Docente do curso Técnico em Administração do IFSC Câmpus Urupema, tiago.alvarenga@ifsc.edu.br

³ Docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto - ISEP/IPP, pat@isep.ipp.pt

A demanda turística é bastante variada e a tendência da sociedade contemporânea é que o interesse por produtos diversificados se intensifique cada vez mais. A tecnologia trouxe mais opções e facilidades para viajar. Com o crescimento da diversidade da demanda, é cada vez mais necessário identificar os segmentos do mercado turístico, para que possam focar em seu público-alvo, direcionando-os para seus interesses (PINTO; 2010).

O objetivo desse trabalho é apresentar o aplicativo “The Route” Desenvolvido pelo Grupo de Investigação em Engenharia e Computação Inteligente para a Inovação e o Desenvolvimento – GECAD, do Instituto Superior de Engenharia do Porto – ISEP/IPP, que teve a participação de discentes do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, na coleta de informações sobre pontos turísticos, acomodações, gastronomia e afins. A possibilidade de intercâmbio entre o IFSC e o ISEP/IPP possibilitou um contato dos discentes brasileiros com as atividades de pesquisa da instituição lusitana.

Fundamentação teórica

Rotas Turísticas

Quando se pensa em turismo é fácil associá-lo a pessoas passeando de férias e se divertindo muito, porém ao analisar com mais cuidado, o turismo engloba muitos outros tipos de interesses e motivações, sendo que pessoas viajam por diversas razões além do lazer. Pode ser incluído na atividade turística, pessoas que estão viajando em busca de obter enriquecimento cultural visitando locais históricos, museus, ou até mesmo só conhecendo locais e culturas diferentes, e também pessoas que querem buscar contato com a natureza, contemplação, e até praticar esportes radicais. Cada tipo e categoria de turismo tem um significado único e uma demanda e características mercadológicas específicas (PINTO, 2010).

Planejar uma viagem pode não ser uma tarefa simples, encontrar preferências, selecionar lugares para visitas pode tornar esse processo muito exaustivo ainda mais com a sobrecarga de informações presentes na internet. Receber informações sobre rotas turísticas auxiliam os viajantes a planejarem suas viagens de acordo com suas demandas pessoais, preferências e interesses (SANTOS; DURÃO, 2023).

Para melhor atender essas demandas específicas, pode-se tirar proveito das tecnologias de inteligência artificial. A personalização online se caracteriza por ser um

processo automatizado que é capaz de identificar características e padrões que uma pessoa apresenta na sua navegação, analisa as preferências de usuários similares e entrega o conteúdo que, através das análises, considera mais adequado para aquele consumidor (LAVIE et al., 2010).

Procedimentos metodológicos

Para que o aplicativo possa distinguir perfis e preferências dos usuários e, assim, recomendar pontos de interesse conforme suas necessidades e preferências, é essencial ter uma base de dados abrangente sobre os possíveis pontos de visitação. Segundo Laudon e Laudon (2011), as bases de dados ou banco de dados são conjuntos de informações e arquivos que se relacionam entre si. Contemplam registros sobre pessoas, lugares ou informações gerais. São as principais fontes de dados dos sistemas de informação, pois possuem coleções organizadas de dados que podem se relacionar ou não.

Durante as atividades do intercâmbio foram pesquisadas diversas características dos pontos de interesse, como horários de visitação, preços, idade mínima e máxima, localização e acessibilidade para pessoas com deficiências visuais, auditivas ou dificuldades de mobilidade, como o uso de cadeira de rodas. Também foram consideradas condições específicas dos visitantes, como claustrofobia e agorafobia.

Esses dados foram coletados a partir de sites dos estabelecimentos, aplicativos de mapas, agências de viagens, redes sociais, plataformas de viagem e contato via e-mail ou telefone com o local. As informações foram armazenadas em uma planilha e serão utilizadas para alimentar o algoritmo do aplicativo.

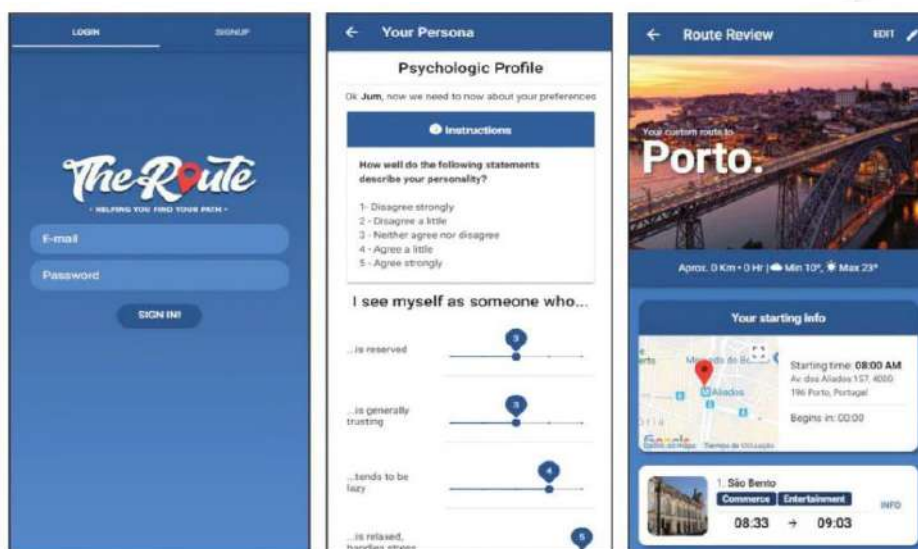
Resultados e discussões

O projeto "The Route" do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP/IPP) utiliza algoritmos para otimizar a experiência turística do usuário, de forma similar aos aplicativos de entretenimento que mostram conteúdos conforme os interesses individuais. O aplicativo "The Route" recomenda pontos turísticos com base nos interesses do usuário, tornando a viagem mais agradável e personalizada.

O aplicativo já se encontra em fase avançada de desenvolvimento pela equipe do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP/IPP) e já está funcionando de maneira

básica, porém ainda não está disponível para o público. A figura 1 apresenta a interface do aplicativo.

Figura 1 – Interface do Aplicativo “The Route”



Fonte: Aplicativo “The Route”

Quando o usuário cria uma conta no aplicativo é necessário responder um questionário sobre seus interesses pessoais e condições físicas. Com base nessas perguntas o algoritmo atribui um perfil ao usuário que será utilizado ao elaborar os roteiros de viagem. O roteiro levará em consideração o tempo que a pessoa deseja gastar para visitar a cidade, seu perfil e questões de saúde.

O algoritmo cruzará as informações do perfil do usuário com as informações sobre os pontos turísticos presentes no banco de dados do aplicativo para a criação das rotas turísticas. Portanto, é fundamental ter uma vasta base de dados para que as recomendações sejam as melhores possíveis.

Considerações finais

O projeto “The Route” destaca a importância da tecnologia no setor do turismo, facilitando de forma significativa a vida dos usuários e beneficiando os estabelecimentos, que terão a oportunidade de estar no aplicativo e serem recomendados ao seu público-alvo. A personalização e a facilidade oferecidas pelo aplicativo não apenas proporcionam uma melhor experiência de viagem, reduzindo o risco de os usuários visitarem locais que não estão de acordo com suas preferências, mas também promovem a inclusão de

peessoas com deficiência. Ao mapear os estabelecimentos que possuem ou não acessibilidade, o aplicativo protege os usuários com deficiência de reservar ingressos para locais inacessíveis, também incentivando os estabelecimentos cadastrados a oferecerem melhores condições de acessibilidade.

Embora o aplicativo ainda esteja em desenvolvimento, ele já demonstra como o uso da tecnologia pode transformar e otimizar o setor turístico.

A possibilidade de participação de alunos do IFSC nesse projeto do ISEP através do edital Arexi e o programa Propicie contribuiu para uma formação ampla dos discentes, ampliando os seus horizontes devido a essa experiência de intercâmbio internacional.

Referência ao fomento recebido

Agradecimentos a Arexi que através do Programa Propicie proporcionou a participação de alunos do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) neste projeto do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP/IPP).

Referências

GONDIM, R. S. **Mecanismo de Recomendação Personalizada de Rotas Utilizando Algoritmos Genéticos no Contexto do Turismo 4.0**. 2022. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2022.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de Informação Gerenciais**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

LAVIE, T.; SELA, M.; OPPENHEIM, I.; INBAR, O.; MEYER, J. User Attitudes Towards News Content Personalization. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 68, n.8, p.483-495, 2010.

PINTO, D. R. G. **Fenomenologia do Turismo**. Fortaleza: IFCE/UAB, 2010.

SANTOS, S. L.; DURÃO, F. A. Um Sistema de Recomendação de Rotas Turísticas Baseado em Filtragem Colaborativa. **Texto Livre: Linguagem e Tecnologia**. v.16, p.e41397, 2023.

TORRES, R. **Personalização na internet: como descobrir os hábitos de seus clientes, fidelizá-los e aumentar o lucro de seu negócio**. São Paulo: Novatec, 2004.

SÍNTESE SOL-GEL PARA PRODUÇÃO DE FILMES FINOS NANOESTRUTURADOS

Divisão Temática

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

Autores: H. G. OLIVEIRA¹; R. G. SANTOS²; N. BARETTA³.

Edital 14-PROPII/DAE

Resumo:

A síntese Sol-Gel é um método químico utilizado para produzir materiais como vidros, cerâmicas e aerogéis, utilizando soluções precursoras (geralmente alcóxido metálico). O método passa por uma série de processos químicos, incluindo hidrólise, polimerização, gelificação, secagem e tratamento térmico. A metodologia utilizada para síntese das suspensões contendo os precursores apresenta algumas vantagens, como controle preciso da composição química e da estrutura do material, além de ser relativamente branda em termos de condições de processamento. O presente trabalho pretende avaliar as características físico-químicas como energia de *band gap* (E_{bg}) e molhabilidade de filmes finos obtidos a partir da síntese Sol-Gel. As suspensões foram preparadas com um precursor molecular (tetraisopropóxido de titânio) dissolvido em uma solução aquosa de ácido cítrico e posterior adição de etilenoglicol (hidrólise e polimerização, respectivamente). Uma outra metodologia de preparo de suspensão foi realizada utilizando tetraisopropóxido de titânio, álcool isopropílico e ácido clorídrico. O substrato é um vidro conduto, vidro-ITO, limpo com detergente em banho ultrassônico, enxaguado e levado ao banho ultrassônico com álcool isopropílico. As suspensões contendo os precursores foram espalhadas sobre face condutora do vidro-ITO através do método *Doctor-Blade* e levadas a mufla para calcinação a 400°C. As propriedades ópticas e estruturais dos filmes de TiO_2 foram avaliadas por espectrofotometria UV-Vis e análise de ângulo de contato, respectivamente. Os filmes obtidos apresentaram boa aderência a superfície do vidro-ITO, E_{bg} ao redor de 3,4 eV e trabalho de adesão à superfície aproximadamente de 0,14 J. Os resultados são preliminares mais satisfatórios para possíveis aplicações em fotocatalise.

Palavras-chave: Síntese sol-gel; nanoestruturas; propriedades ópticas e estruturais.

Introdução

O desenvolvimento de novos materiais tem atraído a atenção das pesquisas em Ciência dos Materiais, devido ao importante papel desempenhado em diversas aplicações

¹ Haroldo Gregório de Oliveira [Ambiente e Saúde] do IFSC - Lages, haroldo.gregorio@ifsc.edu.br.

² Renata Gulin dos Santos [Engenharia Química] do IFSC - Lages.

³ Nátany Baretta [Engenharia Química] do IFSC - Lages.

na sociedade contemporânea (Airoldi & Farias, 2004). Novos materiais inorgânicos podem ser preparados por diferentes métodos, como a técnica Sol-Gel, deposição térmica de tetracloreto de metal, *spray pyrolysis*, deposição física por vapor e deposição química por vapor (Yang et al., 2006). Dentre estes métodos, destaca-se a síntese Sol-Gel pela sua simplicidade e versatilidade, permitindo a introdução de compostos químicos orgânicos e/ou inorgânicos no material final. A modificação da superfície de substratos através de materiais proveniente da síntese Sol-Gel é muito bem-sucedida e tem alta demanda na produção de novos materiais.

Fundamentação teórica

O processo Sol-Gel pode ser definido como um método de obtenção de materiais a partir de uma solução precursora. Os precursores, compostos iniciadores que consistem de um metal ou um elemento metaloide rodeado por várias ligações, incluindo sais inorgânicos ou compostos orgânicos, passam por duas reações químicas na preparação sol: hidrólise e condensação, o ou polimerização (Bokov et al., 2021). Dentre os compostos utilizados para a preparação destacam-se os alcóxidos (compostos que se formam pela ação de certos metais com o álcool), sendo mais particularmente conhecidos os dos elementos silício, alumínio, zircônio e titânio. O mais simples uso deste alcóxido genérico, $Ti(OR)_4$, pode ser ilustrado na síntese do óxido de titânio, TiO_2 , que consiste em uma rota preparativa com controle cinético da policondensação hidrolítica em torno do átomo de titânio, através da substituição dos grupos alcóxidos, pela ação nucleófila da molécula de água, para formar o correspondente álcool ROH. No complexo mecanismo forma-se, intermediariamente, o grupo Ti-O-Ti, para conduzir à forma final do TiO_2 amorfo (Airoldi & Farias, 2004). As etapas envolvidas no método sol-gel para a preparação do material são iniciadas com a formação da suspensão coloidal (sol), seguido pelo processo de geleificação ainda na fase líquida (gel). Posteriormente, com a remoção do solvente é formado o material sólido (xerogel) e com a sinterização ou calcinação do xerogel ocorre a destruição dos resíduos orgânicos e a perda de obtendo-se o TiO_2 (Lenza & Vasconcelos, 2002). As suspensões podem ser depositadas como filmes finos suportados em diferentes substratos que permitem criar materiais inteiramente novos, não existentes na natureza, abrindo um vasto campo de estruturas artificiais em Ciência dos Materiais.

Procedimentos metodológicos

O substrato vidro-ITO foi higienizado através de banho ultrassônico por 5 min. com água e sabão, inicialmente, e depois com álcool isopropílico. A primeira suspensão (Amostra 1) foi preparada com, 500 mL de água deionizada aquecida a 70°C onde adicionou-se 39,7 g de ácido cítrico, 18,8 mL de isopropóxido de titânio e 24 mL de etilenoglicol. A segunda suspensão (Amostra 2) foi preparada seguindo mesmo procedimento da (Amostra 1) a não ser pela massa de ácido cítrico utilizada, 10 g. Já a terceira suspensão (Amostra 3) foi preparada adicionando-se os reagentes na ordem a seguir: 1,2mL de isopropóxido de titânio + 30mL de álcool isopropílico + 0,4mL de ácido clorídrico. As suspensões foram homogeneizada por 30 min. a 90°C. Posteriormente, as suspensões da Amostra 1 e Amostra 2 foram espalhadas sobre face condutora do vidro-ITO através do método *Doctor-Blade* e levadas a mufla para calcinação a 400°C por 1 h e 30 min. Afim de melhorar a adesão do filmes de TiO_2 formados sobre o vidro-ITO, foram realizadas diferentes deposições com a Amostra 3: (a) tratamento térmico preliminar do vidro ITO a 100°C por 45 min. seguido de uma deposição de suspensão em diferentes camadas (1, 3 e 6) (b) e deposição de 25 μL e 50 μL da Amostra 3. As suspensões depositadas desta forma foram submetidas ao tratamento térmico a 400°C por 1 h e 30 min.

As características ópticas (energia de *band gap*, E_{bg}) dos filmes de TiO_2 formados sobre a superfície do vidro-ITO foram avaliadas através de um espectrofotômetro Bel SPECTRO LGS53 utilizando uma varredura na faixa de 300-800 nm, O ângulo de contato foi estimado para os filmes obtidos com Amostra 3 através do método da molhabilidade. Com o auxílio de uma micropipeta, uma alíquota de 20 μL de água deionizada foi depositada sobre a superfície do filme de TiO_2 , formando uma gota. Este conjunto foi iluminado utilizando a fonte de radiação de um projetor de slides que estava cerca de 2 m da amostra. A imagem foi projetada em uma parede distante cerca de 1 m do suporte contendo o material + gota de água permitiu a visualização para a determinação do ângulo tangencial a imagem. O ângulo de contato foi obtido entre a gota e a superfície através de uma linha traçada sobre o mesmo plano horizontal onde a gota foi depositada, e outra linha tangente à superfície da gota, formando a abertura do ângulo. Os valores encontrados foram aplicados na equação de Young-Dupré para determinação do trabalho de adesão da gota à superfície (W_{SL}).

Resultados e discussões

A E_{bg} dos filmes de TiO_2 das Amostras calcinadas foi estimada através dos espectros de absorção de UV-Vis utilizando a extrapolação da curva de absorbância em função do comprimento de onda. A intersecção da curva com o eixo x indica o comprimento de onda da borda de absorção do material (λ), transformado em energia a partir da equação $E_{bg}(eV) = h (eV.s) \times c (m/s)/\lambda (m)$, com h (constante de Planck) de $4,14 \times 10^{-15} eV.s$, c (velocidade da luz) igual a $3 \times 10^8 m.s^{-1}$. Os valores encontrados estão na tabela seguinte.

Tabela 1 - Comprimento de onda de borda de absorção (λ) e E_{bg} obtida para os vidro-ITO e para os filmes obtidos da Amostras calcinadas.

Amostra	λ (nm)	E_{bg} (eV)
Vidro ITO	320	3,88
Amostra 1	350	3,55
Amostra 2	349	3,56
Amostra 3	375	3,31

A obtenção do ângulo de contato foi realizado apenas com a Amostra 3. Esta análise permitiu a determinação do trabalho de adesão da gota à superfície utilizando a equação de Young-Dupré ($W_{SL} = \gamma_{LG} (1 + \cos\theta)$), considerando γ_{LG} igual a $0,072 N.m^{-1}$. A tabela abaixo apresenta os valores obtidos de acordo com a metodologia:

Tabela 2 - Ângulo de contato e trabalho de adesão da gota à superfície do vidro-ITO e das amostras de filme de TiO_2

Amostra	Ângulo de contato (θ)	$W_{SL} (J) \times 10^{-3}$
Vidro ITO*	67,5	99,5
1 camada	38,5	128,3
3 camada	23,5	138,0
6 camadas	9	143,0
25 μL	19,75	139,7
50 μL	15,5	141,3

Considerações finais

Visualmente, os filmes obtidos pela síntese Sol-Gel apresentam aparência translúcida e boa aderência a superfície, que foi melhorada com a deposição da Amostra 3. A E_{bg} de todas amostras apresentaram valores inferiores ao apresentado pelo vidro-ITO, sendo os valores mais próximo da literatura (3,2 eV) os obtidos com os procedimentos adotados na Amostra 3 (especificamente na deposição de 50 μ L). Com relação ao parâmetro de molhabilidade, observou-se que as amostras apresentam aumento da sua hidrofilicidade conforme o aumento do número de camadas depositadas comparadas ao vidro-ITO

Referência ao fomento recebido

Ao IFSC pelo projeto fomentado através do Edital N° 14/2023/PROPPI/DAE.

Referências

- Airoidi, C.; Farias, R. F.; "Alcóxidos como precursores na síntese de novos materiais através do processo sol-gel". Química Nova, Vol. 27, No. 1, 2004, 84-88.
- Bokov, D.; Jalil, A. T.; Chupradit, S.; Suksatan, W.; Ansari, M. J.; Shewael, I. H.; Valiev, G. H.; Kianfar, E.; "Nanomaterial by Sol-Gel Method: Synthesis and Application". Hindawi Advances in Materials Science and Engineering, Volume 2021, 1-21.
- Lenza; R. F. S.; Vasconcelos, W. L.; "Síntese de membranas cerâmicas via método sol-gel utilizando TEOS e N,N-Dimetilformamida". Química Nova, Vol. 25, No. 6, 893-896, 2002.
- Yang, S.; Liu, Y.; Sun, C.; "Preparation of anatase TiO₂/Ti nanotube-like electrodes and their high photoelectrocatalytic activity for the degradation of PCP in aqueous solution". Applied Catalysis A: General, 301 (2006) 284-291.

METODOLOGIA PARA SELECIONAR O TIPO DE ROBÔ DE COMBATE

Divisão Temática

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

Autores: R. MELO¹; V. R. BORBA²; K. F. S. LIMA³; G. S. PIMENTEL⁴; V. F. BORBA⁵; A. A. DALMOLIM⁶.

IFSC com o Edital 14/PROPI/DAE - 2023 e FEESC com Edital 001/2023 Programa Conexões para Inovar

Resumo:

O seguinte trabalho visa fornecer para as futuras equipes de robô de combate e para o público geral uma metodologia para selecionar o tipo de robô para competir nos eventos da RoboCore. Assim, o seguinte trabalho descreve a metodologia usada para selecionar o tipo de robô que o grupo de competição de robô de combate de Florianópolis desenvolveu para competir na RoboCore. A metodologia foi criada com base na leitura das regras do evento, conjuntamente com auxílio de ferramentas de desenvolvimento e organização de projeto, tais como 5W2H e matriz PUGH. Com o emprego da metodologia, foi possível selecionar o robô do tipo *drums* para competir na classe de peso *Beetleweight* (1,36kg) e *Hobbyweight* (5,44kg), utilizando o formato de arma do tipo tambor.

Palavras-chave: Robô de Combate; Metodologia; Desenvolvimento.

Introdução

O desenvolvimento de robôs para competição envolve desafios devido à complexidade do movimento, da direção, da arma, do desenvolvimento de tarefas, entre outros. A batalha de robôs desempenha um papel fundamental no avanço tecnológico da robótica, conjuntamente com o estímulo dos envolvidos a combater os desafios propostos pelas competições (MEGGIOLARO, 2006).

As competições de robôs, atualmente, são organizadas e categorizadas por modalidades de competição e podem ser classificadas de acordo com a organização ou

¹ Estudante do curso [Engenharia Eletrônica] do [IFSC - Câmpus Florianópolis], ryan.vm14@aluno.ifsc.edu.br

² Docente [Manutenção Automotiva] do [IFSC Câmpus Florianópolis], vinicius.borba@ifsc.edu.br

³ Estudante do curso [Engenharia Mecatrônica] do [IFSC - Câmpus Florianópolis], kauam.f03@aluno.ifsc.edu.br

⁴ Estudante do curso [Engenharia Mecatrônica] do [IFSC - Câmpus Florianópolis], gpimentel224@gmail.com

⁵ Docente [Engenharia Mecatrônica] do [IFSC Câmpus Florianópolis], vitor.borba@ifsc.edu.br

⁶ Servidor [Engenharia Mecatrônica] do [IFSC Câmpus Florianópolis], alexandre.dalmolim@ifsc.edu.br

com o evento. No Brasil, a RoboCore coordena desde 2005 os eventos de combate de robôs com diversas categorias, sendo uma delas a classificação dos robôs por pesos.

A escolha da classe de peso e da armas, define basicamente o tipo de robô de combate a ser desenvolvido por uma equipe de competição, e é uma das fases mais importantes do projeto, pois a partir dessa etapa que todo desenvolvimento será direcionado para construir um robô de combate eficiente e eficaz.

Diante do exposto, o seguinte trabalho tem como objetivo apresentar a metodologia empregada para selecionar o tipo de robô de combate desenvolvido pela equipe de Florianópolis. Dessa maneira, pretende-se com esta divulgação, auxiliar futuras equipes de robótica na escolha da classe de peso e do tipo de robô.

Fundamentação teórica

A partir da primeira competição no MIT, o evento se globalizou e foram-se criando regras universais, sendo uma delas a classificação dos robôs por peso, tais como: *Fairyweight* - 150g; *Antweight* - 454g (1lb); *Beetleweight* - 1,36kg (3lb); *Hobbyweight* - 5,44kg (12lb); *Featherweight* - 13,6kg (30lb); *Lightweight* - 27,2kg (60lb).

Além das categorias de peso, outro fator relevante é o tipo de robô, que é principalmente definido pelo tipo de arma. Neste sentido, existem diversos tipos de robôs de combate, cada um com suas características, tais como: os *rammers*, os *wedges*, os *thwacks*; os *overhead thwacks*; os *spears*; os *spinners*, os *saws*; os *spinners*, os *drums* e os *hammers*.

No Brasil, a principal organizadora de competições é a RoboCore, estando presente em diversos eventos pelo país, além de regir em seu site as regras para participar, trazendo um padrão para as competições, além de trazer mais garantias nos sentidos de segurança e funcionalidade dos robôs, servindo como a principal base para o desenvolvimento desse projeto.

Procedimentos metodológicos

A escolha do tipo de robô de combate é a parte fundamental deste projeto, pois é a partir desta fase que toda a pesquisa será direcionada para construir um robô de combate eficiente e capaz de enfrentar os adversários de forma criativa, resistente e ágil.

Assim, o primeiro passo para determinar qual o tipo de robô de competição que será desenvolvido é a escolha da classe de peso, e posteriormente o tipo de arma do robô. Com estes dois dados, encontra-se o tipo de robô de combate. Com o intuito de gerar uma metodologia para a escolha da classe de peso, empregou-se a ferramenta da gestão da qualidade 5W2H para estruturar e desenvolver ações deste projeto.

Cabe destacar que esta ferramenta fornece informações básicas, porém de maneira objetiva e clara, facilitando as ações de cada etapa do projeto. Além disso, a ferramenta auxilia nas tomadas de decisões referentes a qual classe escolher, consequentemente gerando ações que se adequassem ao nosso projeto. Dessa maneira, para cada classe de peso foi utilizado as seguintes perguntas do 5W2H. *What* (O que será feito?), *Who* (Quem fará?), *When* (Quando será feito?), *Where* (Onde será feito?), *Why* (Por que será feito?), *How* (Como será feito?) e *How much* (Quanto custará?).

Já o método empregado para a seleção da arma do robô de combate foi baseado no método de modelo de matriz PUGH, pois tal método permite avaliar diferentes alternativas de produto baseadas em um conjunto de critérios pré definidos com relação, a variedade, a viabilidade, a disponibilidade, assim determinando uma tomada de decisão com base nas necessidades dos clientes (PUGH, 1991).

No caso, atribuímos os critérios de resistência (à durabilidade de defesa), de destruição (ataque), de manutenção, de eficiência energética (autonomia), de custo, de aplicabilidade, de vantagens com relação aos outros e de estética. Tais critérios foram definidos com base nas pesquisas realizadas sobre os tipos de robôs de combate e para cada critério foi adotado uma nota de 1 a 5, onde a nota 5 é referente a muito importante e a nota 1 como muito pouco importante.

Por fim, a escolha do robô é aquela com que as duas características se enquadram nos tipos de robôs de combate.

Resultados e discussões

A primeira etapa foi entender as regras da RoboCore e as mesmas se restringem basicamente ao peso e ao tipo de arma. A partir desta fase, empregamos algumas ferramentas da qualidade e de desenvolvimento de projeto para auxiliar nesta escolha.

O uso da ferramenta 5W2H permitiu identificar e orientar a definição das atividades do projeto, além de ajudar a determinar as dificuldades e oportunidades associadas a cada classe de peso. Para a escolha das categorias em que os robôs seriam desenvolvidos, foram considerados os seguintes aspectos: resultados da aplicação da ferramenta 5W2H, limite orçamentário do projeto e infraestrutura dos laboratórios para fabricação. Com a aplicação desta metodologia, as classes *Beetleweight* (1,36 kg) e *Hobbyweight* (5,44 kg) foram selecionadas para desenvolvimento e pesquisa neste trabalho.

A segunda etapa do trabalho é a escolha do tipo de arma do robô para as suas categorias de peso. A seleção deu-se com o emprego da matriz PUGH, a qual possibilitou a definição do tipo de robô de combate, atribuindo pesos nos principais características que envolvem um robô de combate, que vão desde características ideais (peso 5) até características mínimas (peso 1), como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Matriz PUGH com as notas para as categorias de peso *Beetleweight* (1,36 kg) e *Hobbyweight* (5,44 kg) .

REQUISITOS	Tambor		Vertical Spinner		Spinner	
	1,36 Kg	5,4 Kg	1,36 Kg	5,4 Kg	1,36 Kg	5,4 Kg
Resistência	4	4	2	3	3	3
Destruição	2	3	5	4	5	5
Manutenção	3	3	2	2	1	2
Eficiência energética	3	3	2	3	1	2
Custo	3	3	2	2	3	3
Peso	5	3	1	3	2	3
Adaptabilidade	3	4	1	1	2	3
Vantagem	2	4	1	2	3	3
Estética	2	1	2	3	3	4
Pontuação Total	65	74	46	56	58	68

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com base nos critérios atribuídos na matriz PUGH, os integrantes do grupo avaliaram cada requisito e atribuíram nota para cada item. Com base nas notas, conseguimos identificar que a arma do tipo tambor apresentou maior vantagem com relação aos critérios empregados para as categorias *Beetleweight* e *Hobbyweight*. Assim, optou-se empregar este tipo de arma para compor o sistema de ataque das categorias selecionadas. Cabe destacar que, para cada categoria de peso, existe uma gama específica de armas, e a metodologia adotada contribui para selecionar o formato de robô de competição com base nos critérios levantados durante a pesquisa.

Determinado a categoria de peso e o tipo de arma, optou-se pelo tipo de robô *drums*, pois é o único que consegue contemplar tanto a categoria de peso quanto o tipo de arma simultaneamente.

Considerações finais

O trabalho oportuniza a divulgação de uma metodologia para a escolha do tipo de robô de combate para competir no evento da RoboCore, assim atingindo tanto o objetivo da pesquisa quanto a difusão do conhecimento adquirido. Desse modo, é necessário escolher primeiramente a categoria de peso e, posteriormente, o tipo de arma. Com esses dados, a seleção do tipo de robô de combate deve contemplar os dois critérios mencionados. No seguinte trabalho foi o robô do tipo *drums*.

Um aspecto relevante da metodologia empregada é o envolvimento direto entre a pesquisa e o ensino, pois possibilitou a aplicação de ferramentas e métodos teóricos sendo aplicados para soluções reais.

Por fim, a metodologia empregada pode servir como guia para futuras pesquisas de competições de robôs que desejam iniciar tanto na pesquisa quanto nos eventos da RoboCore. As etapas descritas neste trabalho fornecem uma direção clara de como começar na competição de robôs de combate.

Referência ao fomento recebido

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) com o Edital 14/2023/PROPPI/DAE do programa de apoio ao desenvolvimento de projetos que contemplem a “pesquisa como princípio educativo”.

Fundação de Ensino e Engenharia de Santa Catarina (FEESC) com o Edital 001/2023 Programa Conexões para Inovar.

Referências

MEGGIOLARO, M. A. **Tutorial em robôs de combate**. 2006. Disponível em: <http://www.robocore.net/modules.php?name=Forums&file=viewtopic&t=923>. Acesso em: 10 Mai. 2024.

PUGH, S. **Total Design Integrated Methods for Successful Product Engineering**. England: Adison Wesley Publishing Company, 1991.

Desenvolvimento de Website e Plataforma Online para Agendamento de Exames para a Associação Rede Feminina no Combate ao Câncer de Canoinhas/SC

Divisão Temática

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

Autores: E.V.HANEMANN¹; L.K. NASCIMENTO²; H.S. FERREIRA³; E.L. GOMES⁴;

PROEX N.º 18/2023 - Fomento às atividades de extensão do Câmpus Canoinhas

Resumo:

Este projeto visa modernizar o fluxo de trabalho e divulgação da Associação Rede Feminina no Combate ao Câncer de Canoinhas/SC (RFCC), que atualmente utiliza um sistema de agendamento de exames manual, registrado em agendas físicas. O projeto abrangerá aproximadamente 35 a 40 voluntárias ativas da Rede Feminina, bem como as 19 mil mulheres já cadastradas, residentes nas cidades de Canoinhas, Major Vieira, Papanduva, Monte Castelo, Irineópolis, Timbó Grande, Três Barras e Bela Vista do Toldo. Focado na automatização e simplificação do agendamento de exames, o projeto visa estabelecer uma plataforma online acessível e um website para disseminar conhecimento sobre a luta contra o câncer, além de divulgar os projetos e eventos conduzidos pela instituição para a comunidade. Por meio deste projeto de extensão, a Associação almeja melhorar seus procedimentos, consolidando-se como um centro de informação e apoio, contribuindo para a conscientização e enfrentamento do câncer de maneira mais inclusiva e efetiva.

Palavras-chave: Website; Plataforma Online; Agendamento; Combate ao Câncer.

Introdução

A atual abordagem do trabalho, baseada em atividades manuais, está impondo uma carga excessiva sobre as voluntárias da RFCC. Atualmente, todos os dados relacionados ao agendamento de horários são registrados em documentos físicos. Acesso às informações de pacientes cadastradas exige que as voluntárias percorram toda a documentação existente, tornando o processo lento e ineficaz. Diante disso, a efetiva

¹ Estudante do curso Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS). IFSC - Canoinhas, ericavhanemann@gmail.com.

² Estudante do curso Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS). IFSC - Canoinhas, laisanascimento49@gmail.com.

³ Estudante do curso Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS). IFSC - Canoinhas, hillary.ferreir@gmail.com.

⁴ Servidor Professor Eixo Informação e Comunicação. IFSC - Canoinhas, eduardo.gomes@ifsc.edu.br.

fiscalização das informações sobre agendamentos torna-se uma preocupação. Embora as datas sejam registradas, a gestão dos prazos carece de uma abordagem simplificada, o que impacta na identificação das pacientes e nos períodos em que os exames estão agendados. Além dessas questões, a falta de divulgação dificulta o acesso ao diagnóstico precoce e às ações filantrópicas conduzidas pela instituição. Tendo em vista esses desafios, uma representante da associação entrou em contato com o coordenador do presente projeto apresentando as dificuldades que as voluntárias têm enfrentado na gestão do agendamento de exames. O contato teve como objetivo solicitar o desenvolvimento de um sistema através de um projeto de extensão, portanto, evidenciamos que o presente projeto visa atender uma demanda solicitada pela comunidade externa. Sendo assim, foi fundamental buscar uma alternativa moderna e eficaz para a solução dos problemas. Diante disso o objetivo principal do presente projeto foi desenvolver e implantar um website de divulgação e uma plataforma online de agendamento de exames para a RFCC. Isso não apenas teve o intuito de aliviar o trabalho das voluntárias, mas também permitir uma gestão mais eficiente dos agendamentos, ao mesmo tempo que promove conscientização sobre prevenção e acesso facilitado a serviços essenciais para a comunidade.

Fundamentação teórica

A informatização dos processos organizacionais tem se mostrado uma ferramenta essencial para a melhoria da eficácia das atividades cotidianas. Sistemas informatizados permitem uma gestão mais ágil e precisa das informações, além de facilitarem a comunicação entre os diversos usuários. Segundo Laudon e Laudon (2020), a implementação de sistemas de informação pode reduzir significativamente o tempo e o custo das operações, bem como melhorar a qualidade dos serviços prestados. Isso é particularmente relevante em organizações de saúde, onde a rapidez e a precisão na gestão das informações podem impactar diretamente a qualidade do atendimento e a satisfação dos pacientes.

No contexto de associações como a RFCC, a adoção de um sistema informatizado para o agendamento de exames representa um avanço significativo na organização e no acompanhamento dos atendimentos. De acordo com Pressman (2019), o

desenvolvimento de plataformas online possibilita uma maior acessibilidade e transparência, além de permitir um controle mais rigoroso das atividades. Essas melhorias não só otimizam o trabalho das voluntárias, mas também promovem uma maior interação e engajamento da comunidade, reforçando a importância da prevenção e do diagnóstico precoce do câncer. A informatização, portanto, não é apenas uma ferramenta de gestão, mas também um meio de promover saúde e bem-estar na sociedade.

Procedimentos metodológicos

Para a gestão do projeto foi utilizada a metodologia Kanban (ANDERSON, 2010) através da ferramenta Trello (TRELLO, 2024). O Trello é uma ferramenta de gerenciamento de projetos que permite organizar o trabalho de forma visual e eficaz.

O projeto foi conduzido por meio das seguintes fases sequenciais: **Análise e Definição de Requisitos:** Nesta etapa inicial, ocorreu a análise detalhada das necessidades e demandas do sistema. Foram identificados e documentados os requisitos funcionais e não funcionais que nortearam o desenvolvimento. **Planejamento do Projeto de Desenvolvimento:** Com base nos requisitos estabelecidos, foi elaborado um plano detalhado de desenvolvimento. Isso incluiu a definição de marcos temporais, alocação de recursos e estratégias para o progresso eficaz do projeto. **Implementação das Funcionalidades no Código-Fonte:** Nesta fase, as funcionalidades delineadas nos requisitos foram traduzidas em código. A equipe criou e otimizou as soluções técnicas necessárias para garantir o funcionamento adequado do sistema. **Execução de Testes de Segurança e Rastreamento de Erros:** Para assegurar a integridade e segurança do sistema, foram realizados testes abrangentes. Possíveis vulnerabilidades foram identificadas e abordadas. Além disso, os erros e inconsistências foram rastreados e corrigidos para garantir um desempenho eficaz. **Curso de Informática Básica e Treinamento do Sistema:** As discentes promoveram um curso de informática básica e treinamento de operação do sistema. **Integração da Aplicação no Ambiente de Trabalho do Usuário:**

A última etapa envolveu a integração da aplicação no ambiente operacional das voluntárias da RFCC. Isso incluiu a instalação, configuração e validação do sistema, assegurando que ele funcione harmoniosamente no cotidiano das usuárias.

Resultados e discussões

A atividade principal desenvolvida foi o desenvolvimento e implantação de um website de divulgação e plataforma online de agendamento de exames para a RFCC. Além disso, está sendo organizado um evento de conscientização da importância dos exames preventivos e lançamento da plataforma que está agendado para Outubro de 2024 no auditório do campus Canoinhas. Esta data foi escolhida pelas voluntárias da RFCC devido a necessidade de fortalecer a campanha do Outubro Rosa.

Como resultados qualitativos, o website já está online e pode ser acessado através do link: <https://redefemininacanoinhas.com.br/>, portanto a comunicação da associação com as pessoas que utilizam os serviços de exames periódicos já melhorou consideravelmente. Além disso, o processo de agendamento digital facilitou muito o acompanhamento da agenda pelas voluntárias da associação.

Em relação aos resultados quantitativos, em menos de um mês de lançamento da plataforma, mais de 100 agendamentos foram realizados e em torno de 550 acessos ao website. Estes números tendem a aumentar assim que a plataforma for melhor divulgada, principalmente no evento do Outubro Rosa.

A maior dificuldade encontrada pelas discentes foi no quesito reunião com as voluntárias. Devido ao fato de a Associação Rede Feminina no Combate ao Câncer ser composta essencialmente por voluntárias, as discentes tiveram dificuldades para marcar reuniões para análise de requisitos e obtenção de informações. Isso se deve ao fato de que a maioria das voluntárias exerce funções específicas na associação, e aquelas que têm um conhecimento mais abrangente das atividades disponibilizavam pouco tempo para as reuniões.

Considerações finais

O desenvolvimento e a implantação do website de divulgação e da plataforma online de agendamento de exames para a RFCC cumpriram os objetivos propostos. As atividades definidas na metodologia foram realizadas com sucesso. A data escolhida para

o lançamento da plataforma, durante a campanha do Outubro Rosa, irá reforçar a importância dos exames preventivos e visa aumentar a visibilidade da plataforma.

O projeto proporcionou uma experiência prática para as alunas, as quais puderam aplicar os conhecimentos adquiridos nas unidades curriculares na prática. Essa aplicação fortaleceu sua formação profissional, destacando a importância da pesquisa integrada ao ensino e as ações de extensão.

Os resultados quantitativos, indicam que a plataforma tem um grande potencial de crescimento. Como atividades futuras, o evento de lançamento planejado para o Outubro Rosa deve ampliar ainda mais o alcance da plataforma e fortalecer a campanha de conscientização.

Os esforços empreendidos para materializar a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão foram exitosos. O projeto de extensão não apenas alcançou seus objetivos técnicos, mas também proporcionou uma rica oportunidade de aprendizado prático e colaborativo para os alunos. Essa experiência confirma a importância de integrar ensino, pesquisa e extensão em atividades futuras, fortalecendo a formação profissional e o impacto social dos projetos desenvolvidos.

Referência ao fomento recebido

PROEX N.º 18/2023 - Fomento às atividades de extensão do Câmpus Canoinhas.

Referências

ANDERSON, David J. Kanban: Mudança Evolucionária de Sucesso para seu Negócio de Tecnologia. Blue Hole Press, 2010.

LAUDON, Kenneth C.; **LAUDON**, Jane P. Sistemas de informação gerenciais. 16. ed. São Paulo: Pearson, 2020.

PRESSMAN, Roger S. Engenharia de software. 9. ed. São Paulo: McGraw Hill, 2019.

TRELLO. Introdução ao Trello. Disponível em: <https://trello.com/pt-BR/tour>. Acesso em: 05 jul. 2024.

ESTRUTURAÇÃO DA EQUIPE DE ROBÓTICA CERBERUS

Divisão Temática

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

Autores: A. L. L. O. MARTINS¹; G. M. GOMES²; V. R. BORBA³.

Edital 001/2023 Programa Conexões para Inovar

Resumo:

A Cerberus é uma equipe de robótica formada por estudantes de Engenharia Mecatrônica do IFSC, focada em aplicar conhecimentos teóricos e práticos em competições de robôs. O seguinte trabalho visa fornecer para futuras equipes de competição uma metodologia para auxiliar na organização da equipe. Tal metodologia ajudou a adotar uma estrutura organizacional funcional, dividida em quatro departamentos: mecânica, eletrônica, programação e marketing. Essa estrutura facilita a coordenação das atividades e a distribuição de responsabilidades, evitando a sobrecarga.

Palavras-chave: Equipe de robótica; Metodologia; Organização.

Introdução

A Cerberus é uma equipe de robótica que nasceu do sonho de um grupo de estudantes da Engenharia Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) em conciliar os conceitos teóricos e práticos estudados no ambiente educacional com a sua paixão pela tecnologia. A equipe pretende participar da *Small Size League* (SSL) na categoria “*Entry Level*”, na qual a competição consiste na disputa de futebol entre robôs controlados por Inteligência Artificial.

A competição, alinhada aos benefícios de aprendizagem, trouxe nos últimos semestres o interesse de vários estudantes dos cursos de Engenharia Mecatrônica e Engenharia Elétrica, totalizando 26 participantes. Assim, houve a necessidade de organizar a equipe com o intuito de gerenciar todo o processo para o desenvolvimento dos robôs.

¹ Estudante do curso [Engenharia Mecatrônica] do [IFSC - Câmpus Florianópolis], ana.llo@aluno.ifsc.com.br

² Estudante do curso [Engenharia Mecatrônica] do [IFSC - Câmpus Florianópolis], gabriela.m01@aluno.ifsc.edu.br

³ Docente [Manutenção Automotiva] do [IFSC Câmpus Florianópolis], vinicius.borba@ifsc.edu.br

A gestão de uma equipe de robótica pode ser gerida como uma empresa, e para a mesma funcionar bem, a organização é fundamental. De acordo com alguns dos conceitos do SEBRAE (2024), “por menor que seja a sua empresa, a organização das tarefas e funções facilitará os processos da empresa. Estes processos são os responsáveis pelo funcionamento geral e determinam o modo como a empresa funciona.”

Diante do exposto, o seguinte trabalho tem como objetivo relatar o processo de organização da equipe de robótica no IFSC, oportunizando a aplicação de princípios de organização empresarial para beneficiar o grupo de competição. Além disso, busca-se divulgar a metodologia empregada, proporcionando um exemplo prático de organização de uma equipe de competição.

Fundamentação teórica

Com base no trabalho proposto, é necessário ter entendimento da estrutura organizacional de uma organização para conseguir aplicar tal fundamento na equipe de competição da Cerberus. De modo resumido, a estrutura organizacional surgiu da necessidade de coordenar atividades e recursos em organizações para alcançar objetivos de maneira eficiente.

No início do século XX, com Henri Fayol com a Teoria Clássica da Administração, enfatizando uma hierarquia clara e a divisão do trabalho. Outra teoria importante foi de Max Weber, com a Teoria da Burocracia, introduziu a formalização de regras e uma hierarquia de autoridade. Também existem outras teorias que são mais flexíveis e adaptativas, que oportunizaram uma resposta rápida às mudanças do mercado e às inovações tecnológicas.

Por fim, a estrutura de uma organização é formada em decorrência de diferentes demandas, coordenação e departamentalização, fazendo com que a estrutura organizacional mostra as relações e hierarquias que compõem uma empresa. Assim, contribuindo para os integrantes uma visão geral da organização como um todo e mostra-os onde suas funções se encaixam.

Procedimentos metodológicos

A metodologia empregada foi adaptada com base nas teorias e práticas científicas de gestão organizacional. Dessa maneira, a primeira fase empregada na organização do

grupo de competição focou na escolha de uma estrutura organizacional aplicada à empresa, tais como funcional, divisional, matricial, etc e em pesquisas sobre as diferentes configurações organizacionais. Em seguida, foram determinadas as áreas necessárias e os níveis de hierarquia, assim distribuindo funções e responsabilidades para cada área ou departamento.

Com a estrutura desenvolvida, foi necessário criar processos e métodos para o recrutamento e seleção de voluntários, baseando-se em teorias de recursos humanos. Tal estrutura terá a necessidade de gerenciar a formação e ampliação do grupo de competição, bem como capacitar e treinar os integrantes para as diversas áreas da robótica, tais como programação, eletrônica, marketing e outros.

Outro ponto importante foi a criação de um plano de comunicação e cultura organizacional para tratar de planos de comunicação internos e externos, com o intuito de garantir a clareza e a eficácia na troca de informações.

Com a metodologia, a organização do grupo de competição de robótica no IFSC não só seguiu uma metodologia estruturada e sistemática, mas também se baseou em fundamentos científicos sólidos para garantir o sucesso e a eficiência das operações.

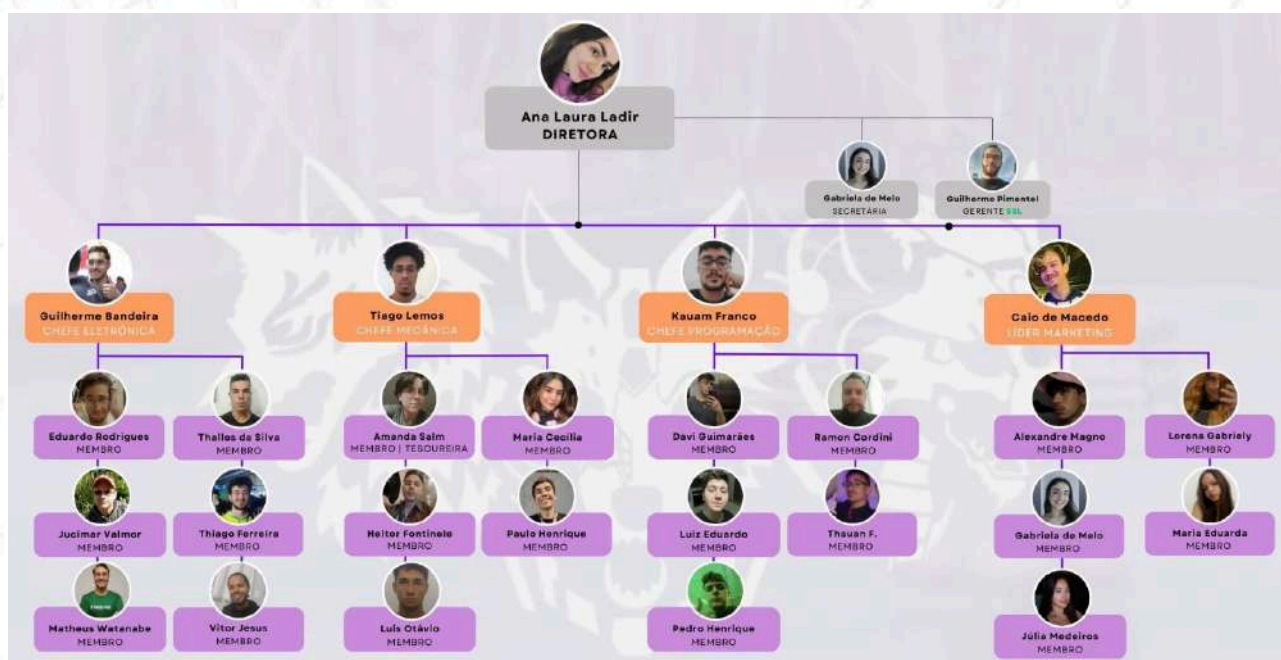
Resultados e discussões

A primeira etapa foi entender a estrutura organizacional concebida como um processo de decisão para trazer coerência entre os objetivos e propósitos da equipe de competição, para adequar as necessidades de um grupo de competição de robótica. Com este entendimento e com aquisição dos conceitos de estrutura organizacional empresarial, escolheu um modelo de estrutura organizacional funcional para ser empregado no grupo de competição da Cerberus. Tal escolha focou na eficiência econômica que esta estrutura proporciona, pois consegue uma padronização com relação às áreas desenvolvidas, bem como uma visão geral simples e de fácil compreensão dos participantes da equipe. Além disso, esse tipo de organização tem vantagens quando uma empresa ou equipe de competição desenvolve apenas um tipo de produto, que é o caso da equipe de competição. Outro ponto relevante é com relação a divisão setorial do grupo de competição por departamentos ou áreas, assim criando departamentos ou áreas

específicas. Desse modo, consegue-se permanecer conectada ao resto da organização, sem fugir de seus objetivos e metas globais.

Com base na estrutura organizacional funcional e na demanda da equipe de competição da Cerberus, criou-se 4 departamentos/áreas (mecânica, eletrônica, programação e marketing), como mostra a Figura 01.

Figura 01 - Organograma funcional da Equipe Cerberus.



Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados internos (2024)

A implantação de uma organização estrutural na equipe de competição Cerberus contribui na organização interna dos 26 integrantes, tendo visto que a equipe teve uma adesão de participantes alta neste último ano. Com a criação do organograma, tem-se uma visão geral simples e de fácil compreensão dos participantes da equipe.

Outra consideração importante é que cada departamento desempenha um papel na organização, e estes foram pensados de acordo com as demandas desde o projeto até a produção dos robôs. Cada departamento focou nas necessidades e nos níveis de hierarquia, distribuindo funções e responsabilidades para cada área ou departamento, ou seja, sem sobrecarregar um integrante ou departamento.

Por fim, teve o cuidado de implementar um plano de comunicação e cultura organizacional para tratar de planos de comunicação internos e externos. Assim, criou-se

a área da administração, sendo responsável de agendar reuniões mensais com o propósito de monitorar o progresso, as necessidades e as dificuldades existentes a cada fase do desenvolvimento dos robôs autônomos.

Considerações finais

O trabalho oportuniza a divulgação de uma metodologia empregada que pode servir como guia para futuras equipes de competições de robôs que desejam iniciar tanto na pesquisa quanto nos eventos de robótica. A construção de uma equipe de robôs envolve diversos desafios, que podem ser uma oportunidade de sanar problemas tecnológicos e organizacionais, tendo em vista que ela pode ser gerida como uma empresa.

Para auxiliar na organização da equipe Cerberus, implantou uma estrutura organizacional do tipo funcional, com base nas demandas do grupo, bem como por apresentar vantagens de fácil compreensão dos participantes, simplicidade de gerenciamento setorial e por agilidade em padronização de processos.

Por fim, teve o cuidado na formação de um plano de comunicação e cultura organizacional para tratar de planos de comunicação internos e externos, com o intuito de garantir a clareza e a eficácia na troca de informações.

Referência ao fomento recebido

Fundação de Ensino e Engenharia de Santa Catarina (FEESC) com o Edital 001/2023 Programa Conexões para Inovar.

Referências

MEGGIOLARO, M. A. **Tutorial em robôs de combate**. 2006. Disponível em: <http://www.robocore.net/modules.php?name=Forums&file=viewtopic&t=923>. Acesso em: 10 Mai. 2024.

Entenda a importância da organização da sua empresa. **Sebrae**. 2022. Disponível em: <https://encurtador.com.br/Xhx9v>. Acesso em: 04 Jul. 2024.

EXTRUSORA OPEN SOURCE DE FILAMENTOS PARA IMPRESSORAS 3D

Divisão Temática

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

Autores: L. I. TOFFOLI¹; O. GOBBO JUNIOR²; G. S. WEIZENMANN³.

Resumo:

A manufatura aditiva é uma tecnologia que, ao se popularizar, aumentou a necessidade por matéria prima. Com o objetivo de dar autonomia ao usuário para a produção de seu próprio material, tornando possível produzir, inclusive, algum filamento específico que não esteja disponível comercialmente, além de possibilitar a reciclagem de materiais que seriam descartados, o presente trabalho desenvolveu um protótipo de extrusora de filamentos para impressoras 3D. Após a construção da extrusora, os filamentos obtidos ofereceram resultados próximos dos encontrados com filamentos comerciais.

Palavras-chave: manufatura aditiva; extrusora de filamentos; impressão 3D; reciclagem.

Introdução

Das tecnologias de manufatura aditiva, a que se tornou mais popular foi a de extrusão direta, popularmente conhecida como modelagem por fusão e deposição (FDM), que consiste na deposição de material termoplástico fundido camada após camada. A sua matéria prima é na forma de filamentos, sendo os principais materiais, ABS, PLA e PET, além de outros que podem ter composição personalizada para se obter alguma característica específica. Os filamentos são produzidos por meio do processo de extrusão, sendo o diâmetro de 1,75 mm o mais comum (VOLPATO, 2017; SOUZA e ALMEIDA, 2015).

De maneira geral, a produção de plásticos é grande e possui tendência de aumentar. Apesar de existirem políticas de reciclagem, uma grande parcela é descartada em aterros ou lixões, gerando um grande problema. Na impressão 3D diversas situações geram resíduos, como suportes para impressão, erros e defeitos, restos de filamentos, peças de teste, dentre outros casos. Alguns projetos já pensaram no reaproveitamento, como Tan et

¹ Egresso do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, lucas.it@aluno.ifsc.edu.br.

² Docente da área Mecânica do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, otavio.gobbo@ifsc.edu.br.

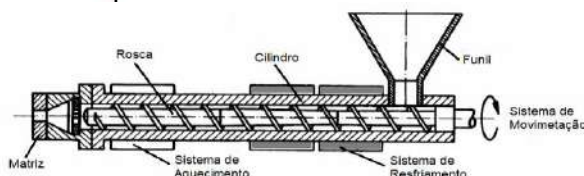
³ Docente da área de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, guilherme.weizenmann@ifsc.edu.br.

al. (2021), que desenvolveram um sistema para identificar garrafas PET misturadas com outros materiais, Camargo (2017) e Silva (2018) que desenvolveram uma extrusora para produção de filamentos para reciclagem ou fabricação de novos materiais. Além disso, existem extrusoras de filamentos para impressão 3D comerciais, entre elas a Filabot, Filafab, Noztek e Wellzoom que são encontradas com valores que variam entre € 533 e € 2447. Entretanto, muitas tecnologias não são implementadas, ou por dificuldade de fabricação, ou pelo custo de aquisição de uma extrusora comercial. Assim, identifica-se a carência de um projeto de baixo custo e de fácil fabricação. Deste modo, o objetivo do presente projeto foi desenvolver um protótipo *open source* de baixo custo para a extrusão de filamentos personalizados ou reciclados para a utilização em impressoras 3D baseadas na tecnologia FDM.

Fundamentação teórica

O processo de extrusão consiste basicamente na inserção de um material termoplástico em estado sólido granulado no funil da extrusora e, a partir disso, uma rosca começa a realizar o transporte desse material por meio de um sistema de movimentação. Este material segue avançando dentro de um cilindro onde externamente há um sistema de aquecimento. Por fim, o material já semifundido é forçado contra uma matriz com um orifício conforme desejado, na extremidade oposta do cilindro (MICHAELI, 1995). Na Figura 1 é apresentado o desenho básico de uma extrusora e seus principais componentes.

Figura 1 - Componentes básicos de uma extrusora



Fonte: Adaptado de Michaeli (1995).

Procedimentos metodológicos

A elaboração do trabalho seguiu uma metodologia de projeto de produto apoiada no modelo proposto por Rozenfeld *et al.* (2006), passando pelas etapas de planejamento do projeto, projeto informacional, projeto detalhado, produção e avaliação.

Resultados e discussões

Para cumprir o objetivo de desenvolver um protótipo de extrusora *open source* de baixo custo, o principal requisito foi a utilização de componentes comerciais e de fácil acesso, além de se evitar processos manuais. Desse modo, chegou-se nas soluções:

Cilindro: Utilizado um tubo redondo de aço ABNT 1020, sem costura, com diâmetro externo de 25mm e interno de 20mm, com comprimento de 300mm. Em uma extremidade foi usinada uma rosca interna M22x1,5 com 20mm, e na outra, usinado para montagem de um rolamento interno. Além disso, foi aberto um orifício para a entrada da matéria prima.

Rosca: A rosca de uma extrusora comercial possui três zonas (entrada, compressão e calibragem), entretanto a sua aquisição ou fabricação consome um valor elevado devido à complexidade. Para se adequar ao objetivo do projeto, a rosca utilizada foi adaptada de uma broca de mourão comercial com diâmetro externo de 20mm, e, para isso, o diâmetro de sua haste foi reduzido de 11mm para 8mm para a montagem de um acoplamento linear.

Estrutura: Utilizados perfis estruturais de alumínio de 20x20 mm e seus acessórios de fixação. Um suporte para o cilindro foi produzido em madeira, ajudando a isolar os componentes quentes. As demais peças foram fabricadas por manufatura aditiva de PLA.

Sistema de Aquecimento: Utilizadas duas resistências do tipo cartucho (40W e 12V), comuns no aquecimento do bico de extrusão em impressoras 3D. Todo o sistema de aquecimento é envolvido por manta cerâmica para a conservação de calor.

Matriz de extrusão: Utilizado um bujão de latão de rosca M22x1,5 encontrado comercialmente para cárter de caminhão. Para obter um filamento de 1,75 mm, um processo de furação foi realizado no centro do bujão com uma broca de 1,8mm.

Sistema de resfriamento: Foi posicionado um cooler logo abaixo na saída da matriz de extrusão para resfriar o filamento a fim de buscar a sua estabilidade dimensional.

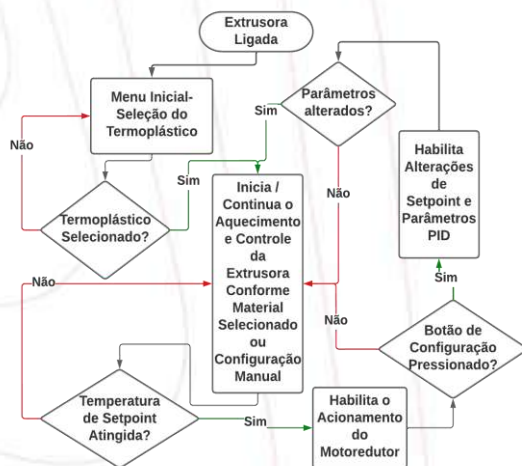
Sistema de movimentação: Para a movimentação da rosca foi utilizado um motor de limpador de para-brisas de veículos (8Nm e 30 rpm). O ajuste da velocidade foi permitido por meio de um potenciômetro posicionado ao lado do visor.

Programação: A programação segue o fluxograma apresentado na Figura 2, onde estão os processos que devem ser realizados para que certas funcionalidades sejam habilitadas.

Controle de temperatura: Para garantir a extrusão dos principais termoplásticos, foi estabelecido que a extrusora deveria atingir no mínimo 230°C. Utilizou-se o método de

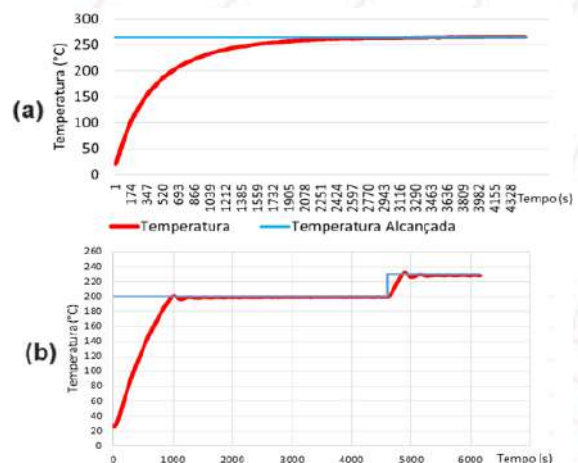
sintonia de Ziegler e Nichols para sintonização do controlador, aplicando uma entrada degrau em malha aberta com 100% da potência das resistências durante 4500 segundos, obtendo-se a curva apresentada na Figura 3a, usada para o cálculo das constantes dos ganhos proporcional (k_p), integral (k_i) e derivativo (k_d). O sistema apresentou um comportamento satisfatório seguindo referência e com baixo sobressinal conforme apresentado na Figura 3b.

Figura 2 - Fluxograma da programação



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 3 - (a) Curva de resposta a entrada degrau; (b) Resposta do sistema



Fonte: elaborada pelo autor.

Análise dos resultados: A Figura 4 apresenta o desenho do projeto, cuja dimensões ficaram em 400x220x200mm, além da extrusora construída. Considerando o filamento ideal de 1,75mm, foram realizadas 15 medições com 1m entre elas, e o erro máximo foi de 0,1 mm, com a média de 1,69mm e desvio padrão 0,047mm. Na Figura 5 são comparadas duas peças, uma impressa com um filamento ABS comercial, e a outra com o deste protótipo.

Figura 4 - Projeto e extrusora construída



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 5 - Comparação de peças com filamento comercial (preto) e filamento da extrusora (branco)



Fonte: elaborada pelo autor.

Considerações finais

O projeto explorou meios para construção de uma extrusora de filamentos utilizando componentes de fácil acesso e comerciais. O custo total do protótipo ficou em R\$ 1656,68, e os filamentos produzidos ofereceram uma diferença dimensional e de qualidade de impressão muito pequena em relação aos filamentos comerciais. Por ser um projeto *open source* foi realizada a divulgação em plataformas de compartilhamento de arquivos online, com link de acesso apresentados na Tabela 1. Portanto, atingiu-se os objetivos iniciais, oferecendo uma ferramenta de reciclagem para usuários domésticos e permitindo a produção de filamentos personalizados com baixo custo.

Tabela 1 – Links de compartilhamento dos arquivos

Item	Componente	Link
1	Modelos 3D dos componentes e montagens	https://grabcad.com/library/extrusora-de-filamentos-2
2	Esquemas elétricos, eletrônicos e outros	https://drive.google.com/drive/folders/1cR7ad5GRFNKKwJ7VbesYxP4rGFRW5JAB?usp=share_link
3	Arquivos no formato STL com parâmetros de impressão 3D	https://www.thingiverse.com/thing:5616754 .

Fonte: elaborada pelo autor.

Referências

CAMARGO, Felipe Galvão de Campos. **Dimensionamento e fabricação de uma extrusora de polímeros**. 2017. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

MICHAELI, Walter. **Tecnologia dos plásticos**. São Paulo: Editora Blucher, 1995.

ROZENFELD, Henrique. *et al.* **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**: Uma Referência Para Melhoria do Processo, 1ª edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

SILVA, Fabio Miguel Rodrigues. **Projeto de extrusora de filamento para impressora 3D**. 2018. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

SOUZA, Wander B. D.; ALMEIDA, Gustavo S. G. D. **Processamento de Polímeros por Extrusão e Injeção** - Conceitos, Equipamentos e Aplicações. São Paulo: Editora Saraiva, 2015.

TAN, Z. *et al.* Identification for Recycling Polyethylene Terephthalate (PET) Plastic Bottles by Polarization Vision. **IEEE**, vol. 9, p. 27510–27517, 2021.

VOLPATO, Neri. **Manufatura aditiva**: Tecnologias e Aplicações da Impressão 3D. São Paulo: Editora Blucher, 2017.

PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE PLANTAS DE COBERTURA EM CULTIVO DE ERVA-MATE

Divisão Temática

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

Autores: C. M. NIZER¹; V. A. SANTOS¹; J. C. ROMANCHUK¹; L. R. da CRUZ²; E. L. BENEDETTI².

Resumo: A cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é de grande importância econômica, especialmente no sul do Brasil, no entanto, o aumento da demanda por seus produtos tem impulsionado uma expansão considerável das plantações, exigindo medidas específicas para garantir a sustentabilidade e a produtividade desses sistemas agrícolas. Desafios como a degradação da fertilidade do solo, competição com plantas daninhas e práticas inadequadas de manejo surgem como obstáculos importantes nesse cenário, visando a implantação de novos modelos de manejo da cultura. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a produção de biomassa de diferentes espécies de cobertura do solo na cultura da erva-mate. O experimento foi conduzido em propriedade localizada no interior de Canoinhas - SC, em delineado em blocos casualizados, com quatro repetições e quatro tratamentos: T1 - *Sorghum sudanense*, T2 - *Cajanus cajan*, T3 - consórcio *Cajanus cajan* e *Sorghum sudanense* e T4 - testemunha sem plantas de cobertura. Em março de 2024, quando as plantas estavam em pleno florescimento, procedeu-se à roçada e coleta da biomassa. Houve diferença significativa de produção de massa seca. O consórcio juntamente ao capim sudão obtiveram maiores produções de matéria seca sendo iguais estatisticamente, o feijão guandu apresentou a menor produção.

Palavras-chave: capim sudão, feijão guandu, *Ilex paraguariensis*; adubação verde.

Introdução

Para maiores produtividades da erva-mate é indicado suprimento nutricional adequado, nesse caso, o intervalo de colheita pode ser realizado a cada 18 meses (Santin et al., 2019), no entanto a produtividade também é consequência de um período maior. Dentro dos fatores que interferem na produtividade está a fertilidade do solo, o ataque de pragas e a competição por plantas daninhas (Mayol et al., 2014). Neste sentido, para minimizar esses desafios o uso de plantas de cobertura solitárias ou em consórcio nas entrelinhas do erval é uma estratégia de manejo amplamente utilizada para manutenção da capacidade produtiva da cultura.

¹Estudante do curso de Agronomia do IFSC Câmpus Canoinhas, cleber.n2002@aluno.ifsc.edu.br; vilmara.s04@aluno.ifsc.edu.br; jose.cr12@aluno.ifsc.edu.br

²Docentes IFSC, Câmpus Canoinhas, leandro.cruz@ifsc.edu.br; eliziane.benedetti@ifsc.edu.br

Como cobertura de solo, o *Cajanus cajan* (feijão-guandu) se destaca com uma escolha promissora. Esta leguminosa apresenta alto potencial produtivo de massa aérea, rápido crescimento, sendo utilizado como adubação verde, podendo também minimizar a competição com plantas invasoras (Beltrame & Rodrigues, 2007). Além disso, é capaz de produzir 4,5 - 9,0 toneladas por hectare de massa-seca (Carvalho et al., 2022). Já o *Sorghum sudanense* (capim-sudão) é uma gramínea com alta velocidade de crescimento, boa capacidade de perfilhamento, bem como pouca exigência quanto à qualidade do solo (Dabul et al., 2018). Ademais, pode-se produzir 15 - 20 toneladas por hectare de massa-seca (Carvalho et al., 2022). Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a produção de biomassa de diferentes espécies de cobertura do solo na cultura da erva-mate.

Fundamentação teórica

O manejo inadequado dos sistemas de produção agrícola pode provocar degradação do solo, acarretando problemas como erosão, redução do teor de carbono orgânico e compactação do solo (França, 2021). No entanto, ao selecionar criteriosamente culturas com elevado potencial de produção e acumulação de biomassa, especialmente aquelas ricas em carbono e nitrogênio, os agricultores podem proporcionar benefícios significativos ao solo. Além disso, de acordo com Pereira (2019), o estudo de espécies nativas como a erva-mate, apresentam deficiências que impedem um processo de produção em larga escala comercial mais seguro e lucrativo. Portanto, há necessidade de realizar estudos que forneçam informações fundamentais para o manejo de ervais, e assim sugerir medidas que possam minimizar perdas, otimizar a produção e conservar o sistema.

Procedimentos metodológicos

O estudo foi conduzido pelo grupo de estudos Fertinutrican, vinculado ao curso de Agronomia do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), em propriedade do interior de Canoinhas - SC, localizada no Planalto Norte Catarinense, com latitude 26°20 '21.49 "S e longitude 50° 35' 44.15"O. O clima da região de acordo com Koppen é caracterizado como Cfb. O experimento foi delineado em blocos casualizados, com quatro repetições e quatro tratamentos, sendo o cultivo de: T1 - *S. sudanense*, T2 -*C. cajan* e T3 - consórcio *C. cajan* e *S. sudanense*.

No mês de novembro de 2023, procedeu-se à demarcação e semeadura a lanço das plantas entre as linhas de erva-mate, com 6 anos de idade. Em março de 2024, quando as plantas estavam em pleno florescimento, procedeu-se à roçada, seguida pela coleta da biomassa. Utilizou-se um gabarito, com dimensões de 50 x 50 cm (0,25 m²) lançado de forma aleatória em cada repetição e todo o material vegetal contido no gabarito foi coletado.

Após a coleta, o material foi seco em estufa por 72 horas, possibilitando então a determinação da matéria seca. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância seguido pelo teste de Tukey com nível de significância de 5%, utilizando o software estatístico SISVar.

Resultados e discussões

Houve diferença significativa de massa seca entre os tratamentos.

O consórcio se destacou representando os resultados mais promissores do estudo, pois propiciou maior incremento de matéria seca ao solo, alcançando produção de 5,2 t/ha, se igualando estatisticamente ao cultivo solitário do capim sudão com 4,9 t/ha, demonstrando em primeira avaliação, serem coberturas com maiores potenciais para cultivo em entrelinhas de erva-mate para produção de massa seca (Figura 1).

O feijão guandu obteve massa seca total de 2,4 t/ha, valor em torno de 53 % menor da obtida no consórcio.

Os estudos de Doneda et al. (2012) demonstram que a diferença na produção de biomassa entre os tratamentos do feijão guandu e capim sudão pode ser atribuída às características intrínsecas das plantas utilizadas.

O feijão guandu, mesmo possuindo menor biomassa é uma leguminosa e como plantas de cobertura é uma importante fonte de N, pois se associam simbioticamente com bactérias capazes de transformar o N₂ atmosférico em N disponível para as plantas no processo de fixação biológica (Doneda et al., 2012) porém, possui taxa de mineralização rápida, desaparecendo totalmente da superfície em torno de 90 dias, ocasionando menor tempo de cobertura do solo, em relação às gramíneas, que possuem uma decomposição mais lenta, já que possuem predomínio da produção de matéria seca quando comparado com às leguminosas (Alvarenga, 2001).

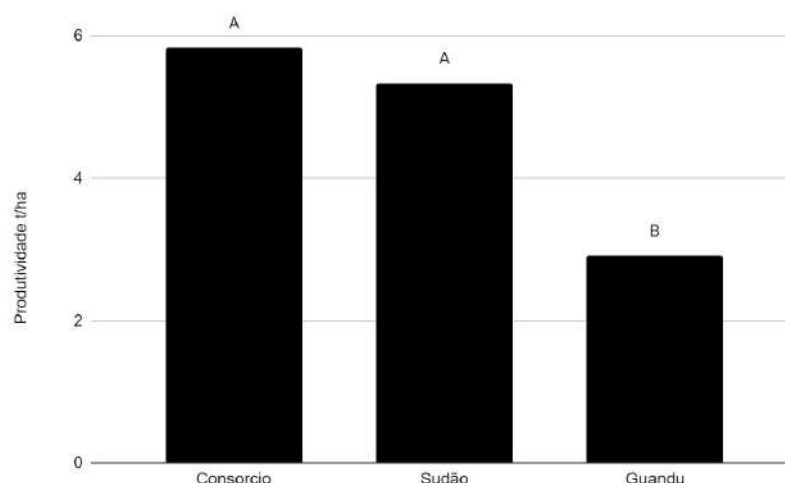


Figura 1: Produtividade de massa seca de capim sudão, feijão guandu e consórcio cultivadas na entrelinha da cultura da erva-mate. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O capim sudão é uma gramínea, com vários benefícios ao manejo da erva-mate, podendo se observar a maior produção de biomassa, favorecendo uma cobertura do solo por um período maior e minimizando problemas como erosão, umidade do solo entre outros, entretanto não realiza fixação de nitrogênio. Dessa forma, o consórcio entre guandu e capim-sudão resulta em material com relação C/N intermediária, minimizando a taxa de decomposição, proporcionando cobertura de solo por mais tempo e sincronia entre fornecimento e demanda de N pelas culturas (Teixeira 2009). Em trabalho realizado por Aita & Giacomini (2003) o consórcio de aveia e ervilhaca reduziu a velocidade de decomposição dos resíduos culturais em relação à ervilhaca solteira e consequentemente uma liberação de nitrogênio de forma mais sincronizada a cultura, diferentemente de uma leguminosa solteira, que segundo Giacomini et al. (2003) seus resíduos culturais são rapidamente decompostos e portanto há liberação mais rápida de seus resíduos, o que os tornam pouco eficientes no quesito proteção do solo.

Esses resultados reforçam a importância de selecionar cuidadosamente as espécies de plantas de cobertura e explorar estratégias de consórcio para maximizar a produtividade e sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

Considerações finais

A associação de diferentes plantas pode influenciar significativamente a produção de biomassa e, consequentemente a cobertura do solo, sendo possível maximizar a

produção de biomassa das espécies e prolongar a presença dos resíduos vegetais no solo.

O cultivo do capim sudão demonstra um maior potencial produtivo de biomassa quando comparado com o feijão guandu.

Referências

ALVARENGA, R. C. et al., **Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.25-36, jan./fev. 2001.

AITA, C; GIACOMINI, S. J. **Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, p. 601-612, 2003.

BELTRAME, T. P.; RODRIGUES, E. **Feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) na restauração de florestas tropicais**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 28, n. 1, p. 19-28, jan./mar. 2007.

CARVALHO, M. L. et al., **Guia Prático de Plantas de Cobertura: aspectos fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo**. ESALQ: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2019.

DABUL, J. G; VEIGA, J. P; GOBETTI, S. T. DE C. **Características e formas de manejo do capim sudão (*Sorghum sudanense*)**. Revista Ciência Veterinária. v. 1, n. 2, abr/jun 2018.

DONEDA, A. et al. **Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, p. 1714-1723, 2012.

FRANÇA, J. F. **Resistência do solo com cultivo de erva-mate e plantas de cobertura**. Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Santa Maria, RS, 2019.

GIACOMINI, S. J. et al., **Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, Fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo**. Seção VI - Manejo e conservação do solo e da água. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, p. 325-334, 2003.

MAYOL, R. M. et al., **Causas que afetam la adopción de tecnología en productores de yerba mate en la provincia de Misiones: enfoque cualitativo**. Buenos Aires: INTA, 2014.

PEREIRA, M. A. **Crescimento e produção de biomassa de erva-mate com diferentes plantas de cobertura do solo**. Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Santa Maria, RS, 2019.

SANTIN, D. et al., **Adubação nitrogenada e intervalos de colheita na produtividade e nutrição da erva-mate e em frações de carbono e nitrogênio do solo**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 1199-1214, jul./set. 2019.

TEIXEIRA, C. M. et al. **Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro**. Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, v. 31, n. 4, p. 647-653, 2009.

Projeto do Cabeçote de Impressão para uma Máquina de Prototipagem de Placas de Circuito Impresso (PCI) com Foco no Uso em Laboratório

Divisão Temática

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

Autores: L. S. PIUCCO¹; L. M. CUNICO²; V. M. BRISTOT³.

EDITAL 02-2023-COPPI-DP-CRI

Resumo:

No desenvolvimento de produtos eletrônicos, após o projeto final e durante a prototipagem é frequentemente necessário confeccionar uma PCI para suportar e interconectar os componentes específicos. Para o produto final destinado ao consumidor, usa-se o método de manufatura industrial seriada para confecção das placas, mas isso se restringe a grandes quantidades de produção e com tempo de espera significativo, limitando a capacidade de iteração veloz durante o projeto pré-lançamento. Assim, faz-se necessário uma tecnologia distinta, capaz de produzir rapidamente uma placa-protótipo para testes, diretamente no laboratório. É propósito do projeto de pesquisa desenvolver tal dispositivo, o qual se tornará propriedade do Campus Criciúma, para uso em aulas e outros projetos de pesquisa, propiciando melhor aprendizagem através de uma técnica mais próxima do utilizado no desenvolvimento industrial. Neste resumo relata-se o projeto assistido por computador de parte sistema mencionado, com o design atual baseado em um robô cartesiano bidimensional responsável por movimentar uma cabeça de impressão que desenha as trilhas na placa, sendo projeto e construção física da cabeça apresentada em mais detalhes.

Palavras-chave: prototipagem de PCI; movimento cartesiano 2D; impressão plana.

Introdução

Há uma dificuldade na produção de PCIs em laboratório, que está presente inclusive no Campus Criciúma do IFSC; este as usa para fins didáticos e como método de construção durante projetos de pesquisa e extensão. O processo é excessivamente trabalhoso, além de possuir alta taxa de falha. Em virtude disso, vê-se um problema no arcabouço tecnológico, que pode ser resolvido com a construção de uma máquina capaz de realizar a etapa mais difícil do processo, a impressão do desenho das trilhas na placa em bruto.

¹ Estudante do curso de Engenharia Mecatrônica do IFSC Campus Criciúma, luigi.sp@aluno.ifsc.edu.br.

² Servidor docente do IFSC Campus Criciúma, lucas.cunico@ifsc.edu.br.

³ Servidor docente do IFSC Campus Criciúma, vilmar.bristot@ifsc.edu.br.

O processo atual começa com o desenho extraído do projeto eletrônico feito no *software* de design. O design é exportado como uma imagem monocromática, que contém em cor os locais onde deve haver material condutor sobre o substrato e sem cor onde não deve haver. No momento, esse desenho é reproduzido em papel com uma impressora convencional; tendo o desenho, ele é sobreposto à placa, que vem coberta de cobre, e uma prensa é usada para fazer transferência térmica da tinta, do papel para a superfície condutiva.

Propõe-se que a máquina em desenvolvimento fará o desenho diretamente sobre a placa, eliminando a incerteza da transferência térmica, que frequentemente requer retrabalho ou ajustes posteriores.

Com a tinta depositada, seja por transferência térmica ou pela máquina, a placa é banhada em um agente corrosivo, visando remover o cobre em excesso; onde a tinta está presente, no entanto, o agente não corrói, fazendo permanecer trilhas que espelham o desenho anteriormente impresso. Daqui em diante, o procedimento mantém-se.

As vantagens trazidas incluem 1) menos retrabalho e tempo gasto com o procedimento manual, que poderia ser melhor utilizado na passagem de conhecimento por meio de aula ou desenvolvimento prático; 2) melhor qualidade do resultado final, tornando viável uso da placa produzida no desenvolvimento de projetos de pesquisa; 3) maior velocidade da produção, permitindo iteração e correção de falhas mais veloz. Como tal, faz-se válido o objetivo do projeto, projetar e montar uma máquina para prototipagem de PCI, que realize a etapa do desenho das trilhas. Desta máquina, decidiu-se montar primeiro a cabeça, de forma a validar o componente, que é crítico, e também apresentar neste resumo.

Fundamentação teórica

A PCI se tornou um elemento fundamental do desenvolvimento eletrônico. Trata-se de um substrato planar de material dielétrico onde são feitos furos e/ou colocados colchões metálicos (*pads*) para encaixar componentes passivos (como resistores e capacitores), componentes ativos (circuitos integrados/CIs) e fixadores (parafusos, conectores, pinos, solda etc.). Entre os terminais externamente acessíveis dos componentes montados, são passadas trilhas de material condutor (normalmente cobre) sobre o substrato de forma a interconectar os componentes e permitir sua interação eletromagnética, como fios em uma instalação elétrica (GROUT, 2008).

O robô cartesiano é um manipulador em configuração de movimento retângular ou cúbico, também conhecido como robô retilíneo ou de *gantry*. Possui 2 ou 3 eixos perpendiculares, com o manipulador do conjunto sendo posicionável em qualquer ponto dentro de seu espaço de trabalho, mas normalmente tendo uma orientação fixa.

Caminhos complexos/não-retilíneos podem ser percorridos com o movimento simultâneo de múltiplos eixos (UNIVERSAL ROBOTS, 2022).

Procedimentos metodológicos

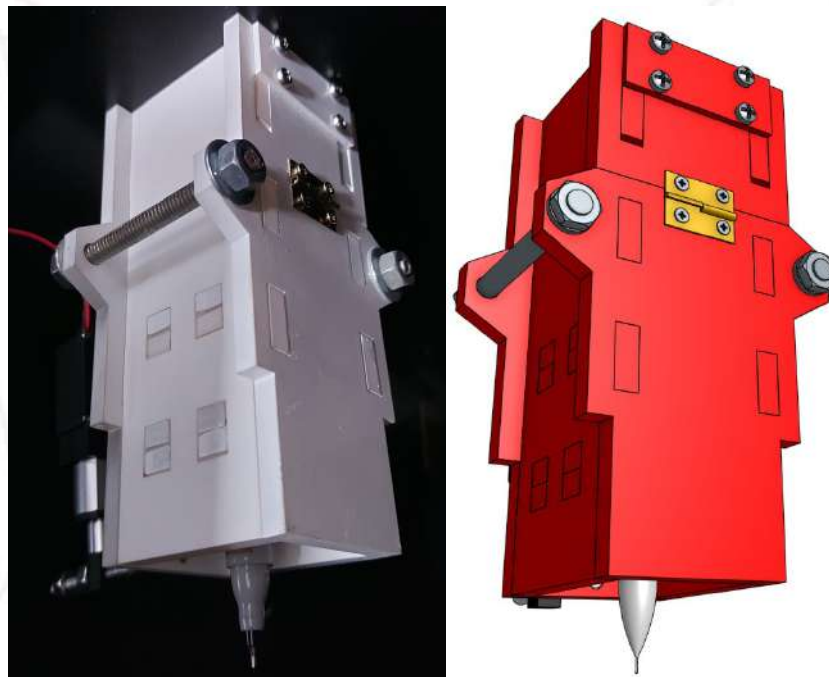
O projeto mecânico já completo do cabeçote foi feito por meio do software online Onshape, acessível publicamente por meio de [link web](#). Ele é um sistema de CAD originalmente mecânico, mas que recebe cada vez mais extensões para ser útil em outras áreas (ONSHAPE). Nele foi desenhado em 3D a cabeça de impressão, que em si é um suporte para caneta permanente com capacidade de subir e descer, de acordo com um atuador linear em forma de pistão; deve-se notar que ela é um componente de um sistema maior, e que o software permite desenvolvimento conjunto de todos os componentes, para que possam ser introduzidas inter-relações que recalculam componentes dependentes em caso de mudança feita em um componente pai. Portanto, o link contém também o robô cartesiano e elementos auxiliares, que embora não sejam foco deste resumo, são parte do projeto maior e brevemente descritos a seguir. O mecanismo usa guias lineares, motores de passo e correias sincronizadas para gerar o movimento 2D do cabeçote, em uma área quadrada de lado 200 mm, que é o tamanho máximo de placa no qual precisa ser capaz de imprimir. Todos os motores serão controlados por uma placa Arduino mega2560 que receberá o desenho das trilhas em um cartão SD e causará movimentos no sistema para reproduzir sobre a chapa de substrato. A etapa 1 foi o design do encapsulamento e robô, seguida da etapa 2 com o design da cabeça, e a etapa 3 prevê o projeto das conexões eletrônicas e passagem de fios condutores. Todo o projeto é feito para ser cortado a laser em chapas de acrílico, serviço disponibilizado sem custo pela Artpontocom. Com as peças do cabeçote cortadas e em mãos, foram pintadas, encaixadas, fixadas com os parafusos planejados para então introduzir a caneta.

Resultados e discussões

O cabeçote montado é apresentado na Figura 1. O formato geométrico ficou adequado, bem como a rigidez do conjunto. Na figura, foi aplicada uma rotação para

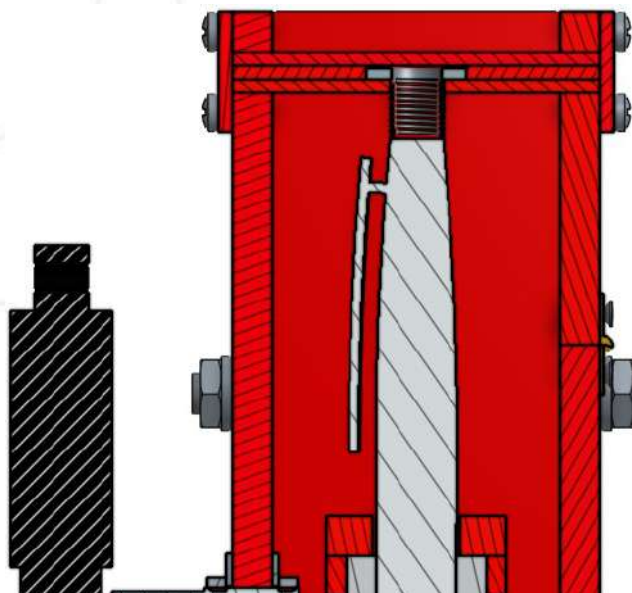
orientar o objeto na foto de acordo com o desenho. Na Figura 2 se mostra o detalhe interno do componente, com a mola que faz a caneta admitir desníveis na superfície da chapa sem sofrer danos; e a posição do atuador linear (em preto). Seu suporte foi omitido para melhor visualização.

Figura 1 – A cabeça montada (esquerda) ao lado do desenho 3D (direita).



Fonte: fotografado pelo autor.

Figura 2 – Vista em secção transversal esquerda do desenho 3D.



Fonte: do autor.

Considerações finais

O objetivo deste resumo, a validação do elemento de impressão, foi concluído com êxito. Ele será usado na conclusão do projeto posteriormente, que planeja-se apresentar como TCC do autor. Os trabalhos continuam, no entanto, havendo agora o projeto e design eletrônico. Este será dividido em duas etapas, colocar os modelos 3D de cada elemento no desenho do Onshape e passar sólidos para representar os cabos e sua fixação por meio dos prendedores. Tendo o sistema completamente projetado, ele será montado seguindo métodos de fabricação similares aos da cabeça. Por fim, a programação do sistema de controle será elaborada, já com a máquina física pronta para auxiliar em testes intermediários.

Por meio do projeto foi possível explorar e exercitar técnicas integradas de desenvolvimento em áreas distintas, envolvendo mecânica, elétrica e eletrônica. Essa contribuição é valiosa para o autor, e não se deve esquecer que a máquina, uma vez produzida, permitirá melhor aprendizagem dos alunos no laboratório, liberando tempo para técnicas mais importantes à sala de aula do que o retrabalho das placas falhas.

Referência ao fomento recebido

Projeto realizado com fomento do edital do IFSC Campus Criciúma número 2 do ano 2023, cujo título é “Programa de Apoio ao Desenvolvimento de Projetos de Pesquisa com Finalidade Didático Pedagógica em Cursos Regulares no Câmpus Criciúma” e código 02-2023-COPPI-DP-CRI. Serviços de corte a laser foram realizados sem custo pela empresa Artpontocom Comunicação Visual, de Cocal do Sul.

Referências

GROUT, I. CHAPTER 3 - PCB Design. Em: GROUT, I. (Ed.). **Digital Systems Design with FPGAs and CPLDs**. Burlington: Newnes, 2008. p. 123–176.
Tipos de Robôs Industriais e suas Aplicações. **Universal Robots**, 2022. Disponível em <https://www.universal-robots.com/br/blog/tipos-de-robôs-industriais-e-suas-aplicações/>. Acesso em: 22 de maio de 2024.
Página titular (em inglês). **Onshape**, 2024. Disponível em <https://www.onshape.com/en/>. Acesso em 24 de maio de 2024.

BALANÇO CONTROLADO VIA PID

Divisão Temática

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

Autores: J. CORREA ESTEVES¹; A. DA COSTA SABINO²; V. FARIAS DE BORBA³

PET mecatrônica

Resumo:

O controle de processos é amplamente utilizado na indústria para controlar sistemas dinâmicos complexos, sendo o controle Proporcional Integrativo Derivativo (PID) o método mais utilizado. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma gangorra de equilíbrio que possibilite a exploração dos princípios fundamentais relacionados a essa técnica. Com base nas pesquisas de modelos existentes, foram modeladas peças e realizadas montagens em um ambiente virtual. Posteriormente, para a fabricação, foram utilizados processos como impressão 3D e corte à laser. Após a integração eletroeletrônica e implementação da programação foi possível a realização de testes e ajustes em seu software. Os resultados obtidos demonstraram eficácia no controle da gangorra, permitindo o equilíbrio de uma esfera dentro de um espaço adequado. Dessa forma, o projeto demonstra viabilidade como uma ferramenta educacional, alinhando-se às necessidades de formação prática e teórica dos engenheiros mecatrônicos.

Palavras-chave: Controle PID; Automação; Modelagem 3D; Impressão 3D.

Introdução

A partir da Segunda Revolução Industrial, a automação tem aparecido como elemento principal para o desenvolvimento dos setores industriais, possibilitando o crescimento na qualidade e quantidade dos processos (SILVEIRA; LIMA, 2003). É neste sentido que os sistemas de controle automáticos são considerados ferramentas indispensáveis para o aumento da segurança e previsibilidade, bem como, para evitar a propagação de distúrbios na cadeia produtiva.

Dentro da engenharia mecatrônica, não é diferente, uma vez que o domínio das técnicas de controle e automação é essencial para o bom desempenho do profissional no mercado. O controlador do tipo Proporcional Integral Derivativo (PID) é o mais utilizado industrialmente e está presente em todos os sistemas de controle comerciais (FACCIN,

¹ Estudante do curso Engenharia Mecatrônica do IFSC Mauro Ramos, julia.ce@aluno.ifsc.edu.br.

² Servidor do Departamento de Metal-Mecânica do IFSC Mauro Ramos, asabino@ifsc.edu.br.

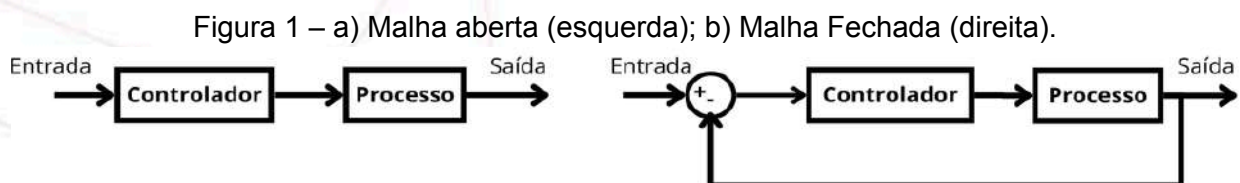
³ Servidor do Departamento de Metal-Mecânica do IFSC Mauro Ramos, vtor.borba@ifsc.edu.br.

2004). Dessa forma, a partir do estudo deste sistema, o objetivo foi desenvolver um aparelho capaz de delimitar o posicionamento de uma esfera que facilite o aprendizado desta técnica durante a graduação, promovendo maior familiaridade dos futuros engenheiros com o conteúdo e suas aplicações.

Fundamentação teórica

De acordo com Kluever (2015), os sistemas são definidos como conjuntos de elementos que operam em conjunto para alcançar um objetivo específico. Dentro do campo da engenharia, é comum a necessidade de análise e controle desses sistemas, com o intuito de alcançar resultados mais precisos e alinhados com as metas estabelecidas. Para tal, uma variedade de técnicas e métodos de controle são empregados, muitos dos quais se baseiam em modelos matemáticos para descrever e prever o comportamento dos sistemas em questão.

Os sistemas de controle podem ser classificados em duas categorias principais: malha aberta e malha fechada. Em linhas gerais, nos sistemas de malha aberta (Figura 1a), os controladores e atuadores são empregados para regular um processo sem utilizar informações de realimentação. Por outro lado, nos sistemas de malha fechada, o sinal de saída do sistema é comparado com um sinal de referência predefinido (Figura 1b), utilizando a realimentação para ajustar e manter o desempenho do sistema.



Fonte: Autoria Própria.

Neste contexto, os sistemas de malha fechada podem melhorar a exatidão do sistema, uma vez que possuem maior robustez, porém, exigem mais atenção quanto à estabilidade da resposta (DORF; BISHOP, 2018).

Dessa maneira, o método de controle mais comum dentro da indústria é o PID, que é utilizado em aplicações desde sistemas hidráulicos até sistemas aeronáuticos.

Operando em malha fechada, o erro do PID é somado a um conjunto de constantes que compõe a seguinte equação:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) + K_d \dot{e}(t)$$

O termo K_p refere-se à constante derivativa, este sinal é proporcional ao erro instantâneo, quanto maior o K_p , maior a velocidade de resposta do sistema. Por outro lado, o termo K_i refere-se a parte integrativa, ele é responsável por corrigir os erros acumulados ao longo do tempo. Por fim, o termo K_d está associado à parte derivativa; quanto maior o seu ganho, menor a ocorrência de sobrevalor e maior o amortecimento ao sistema de malha fechada (KLUEVER, 2015).

Assim, após a definição do objetivo principal do controlador, é importante uma cuidadosa determinação dos valores desses coeficientes, através da modelagem do sistema e ajustes subsequentes. Uma vez que, tais parâmetros, ocasionalmente, podem atuar em conflito. Isso porque uma resposta rápida tende a gerar sobressinal e, caso o controlador busque mitigar este sobressinal com a manutenção de um ganho elevado, pode-se induzir à instabilidade do sistema, impedindo a obtenção do equilíbrio.

Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento da proposta iniciou-se a partir da pesquisa na literatura de diferentes projetos que englobassem o controle PID. O objetivo era encontrar uma solução simples que pudesse ser utilizada para exemplificar a aplicação desta técnica a partir da parametrização do sistema.

Dessa maneira, o projeto base escolhido foi o *Pid Balance Control* disponibilizado por Electronoobs (2024), que apresenta um controle em malha fechada, tornando-o mais robusto. Este era um requisito importante, uma vez que, assim, haveria maior garantia de estabilidade devido à sua autocorreção, como o sistema representado na Figura 1.

Após a seleção do projeto base, foi iniciada a modelagem 3D dos elementos mecânicos. Para tal, utilizou-se o software *SolidWorks*, possibilitando simulações e correções já na forma virtual. Assim, a partir do projeto no software, foram gerados arquivos para impressão 3D em PLA (ácido polilático) e corte a laser em MDF das peças voltadas para o funcionamento do projeto.

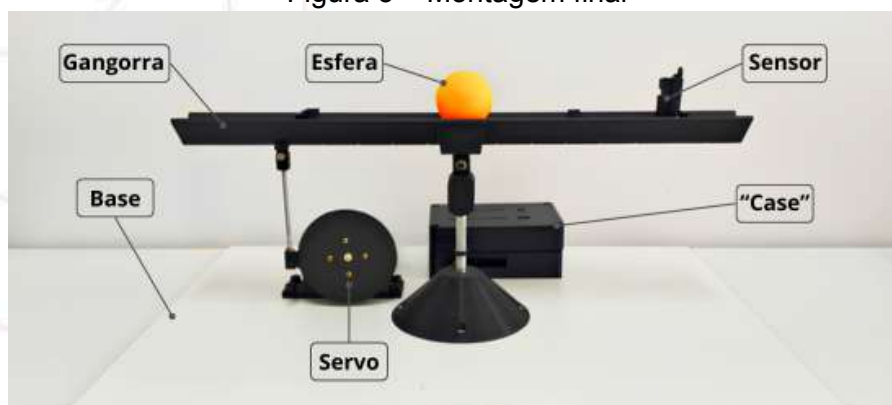
Diversas adaptações em relação ao projeto original foram realizadas, a fim de adicionar melhorias ao projeto e, também, para adequação dos materiais utilizados, sendo estas principalmente, quanto às proporções dos elementos. Além disso, desenvolveu-se uma case para acomodar os dispositivos eletrônicos.

Após testes eletrônicos utilizando o *software Tinkercad* para garantir o funcionamento do circuito, passou-se à fabricação e montagem da parte mecânica. Em seguida, deu-se início à integração eletroeletrônica do protótipo. Para posicionar a gangorra, optou-se pelo uso de um servo motor, integrado a um microcontrolador do tipo Arduino Uno para realizar o controle em malha fechada.

Resultados e discussões

Como descrito pelos fabricantes, o filamento PLA é de fácil utilização, mas não é ideal para acabamentos; por isso, foi necessária a repetição da impressão de algumas peças para melhor aspecto externo. Além disso, após testes de impressão, revelou-se a necessidade de correções em componentes estruturais, visando aprimorar questões dimensionais e facilidade de movimento, obtendo o sistema representado na Figura 3.

Figura 3 – Montagem final



Fonte: Autoria Própria.

Foram necessários ajustes de parâmetros da programação relativos às angulações mínimas e máximas que o mecanismo poderia alcançar. Por fim, para controlar a orientação da esfera, foi realizada a definição das constantes do controlador, por meio de cálculos simplificados e ajustes empíricos. Nota-se o potencial de ensino deste

experimento através da utilização de diferentes parâmetros, permitindo a geração de sistemas instáveis e sistemas com sobressinal, por exemplo.

Assim, após testes e as correções citadas, foi possível equilibrar uma esfera de ping pong no centro da gangorra, objetivo principal do seu funcionamento.

Considerações finais

O objetivo deste trabalho foi construir um projeto funcional capaz de demonstrar uma aplicação do PID e estimular o aprendizado dos alunos da Engenharia Mecatrônica. Dessa forma, após os resultados obtidos, conclui-se que o projeto final pode ser utilizado como exemplo em sala de aula, podendo apresentar a técnica e suas características.

A fim de facilitar a interação usuário-máquina, propõe-se desenvolver uma interface que permita mudanças em tempo real no projeto, ampliando sua utilidade pedagógica.

Referência ao fomento recebido

Trabalho realizado com fomento do FNDE, relativo ao Programa de Educação Tutorial do curso de Engenharia Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina.

Referências

DORF, Richard C.; BISHOP, Robert H. **Sistemas de Controle Modernos**. 13. ed. Rio de Janeiro: Gen, 2018. Tradução de Rubens Junqueira Magalhães Afonso. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521635147/>. Acesso em: 21 maio 2024

ELECTRONOBS. **PID BALANCE CONTROL**. Disponível em: https://electronoobs.com/eng_arduino_tut100.php. Acesso em: 02 fev. 2024.

FACCIN, Flávio. **Abordagem Inovadora no Projeto de Controladores PID**. 2004. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

KLUEVER, Craig A.. **Sistemas Dinâmicos**: modelagem, simulação e controle. Rio de Janeiro: Ltc, 2018. Tradução de: Mauro Speranza Neto

SILVEIRA, Leonardo; LIMA, Weldson Q. Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial. **Redes para Automação Industrial. Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, p. 16, 2003.

Aumento de velocidade em impressão 3D (SLM)

Divisão Temática

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

Autores: E. PREVEDELLO¹; G. FEITEN².

Edital 03/2023 Propicie 20

Resumo:

Este trabalho foi realizado em um projeto de intercâmbio do IFSC na Universidad de Deusto, Espanha. Se trata de deposição de metal a laser, um processo de manufatura aditiva, onde camadas de material metálico em pó são inseridas uma em cima da outra até que tenhamos um modelo 3D completo. Esta pesquisa é focada em SLM (Selective Laser Melting), processo de sinterização de partículas feito diretamente com metal sem matriz. Este é um processo ainda novo, lento e ainda em desenvolvimento. Como indagação fica a possibilidade de permitir que o processo de deposição de metal a laser possa ser mais rápido. Algumas das lacunas sobre o tema foram analisadas através da realização de simulações de DEM (Discrete Element Method) de deposição de partículas em processo de metal a laser com o software Altair EDEM. As simulações utilizaram velocidades diferentes, posteriormente analisando a densidade e rugosidade das camadas. Diferentes resultados foram obtidos de maneira positiva e negativa para velocidades distintas.

Palavras-chave: Selective Laser Melting, DEM, Discrete Element Method, Manufatura aditiva.

Introdução

Esta pesquisa foca na otimização do processo de deposição metal a laser, uma técnica de manufatura aditiva conhecida como SLM. Apesar de processos de manufatura aditiva com polímeros serem comuns, a utilização de metais tem ganhado atenção devido às suas propriedades mecânicas superiores, embora enfrentem desafios relacionados a custo e complexidade. O objetivo da pesquisa é analisar se o processo de deposição pode ser acelerado sem comprometer a qualidade estrutural do metal, explorando diferentes velocidades e técnicas. Estudos como Chen (2022) apontam que poderíamos

¹ Eduardo Flach Prevedello, Aluno CT Eletromecânica do IFSC Campus São Miguel do Oeste, eduardo.prevedello@gmail.com.

² Gabriel Feiten, Servidor Eletromecânica do IFSC Campus São Miguel do Oeste, gabriel.feiten@ifsc.edu.br.

utilizar velocidades mais altas. Simulações DEM e análises do estado da estrutura do metal sinterizado depositado são elaboradas.

Fundamentação teórica

O processo de SLM é utilizado para criar geometrias complexas, principalmente nas indústrias aeronáutica e médica. O processo envolve deposição e fusão de particulados metálicos. A fusão é amplamente estudada, já a deposição de particulados, tem menos foco.

A qualidade das camadas de deposição é avaliada pela espessura, densidade e uniformidade. Camadas finas, de 20-100 μm , são preferidas para minimizar defeitos.

A rugosidade da superfície e defeitos como poros impactam a qualidade final. Estudos mostraram que a alta rugosidade da superfície pode causar variações na espessura das camadas e problemas na absorção de calor. (Aurrekoetxea, 2022).

A morfologia e a distribuição do tamanho das partículas são cruciais. A morfologia inclui a forma, esfericidade e alongamento. Materiais como alumínio e metais preciosos são usados, a relação de alguns metais com oxigênio pode limitar a eficácia do processo.

Estudos mostram resultados variados sobre o efeito da velocidade transversal na densidade das camadas. Chen (2022) e Meier (2019) descobriram que velocidades mais altas geralmente diminuem a densidade, enquanto Seluga (2001) observou um aumento na densidade. As diferenças podem ser devido aos materiais utilizados, que respondem de maneira diferente às mudanças de velocidade (Aurrekoetxea, 2022; Lee, 1992).

Procedimentos metodológicos

Este projeto utiliza simulação de modelagem de DEM com software Altair EDEM 2022.3. Esta técnica simula a dinâmica de partículas em sistemas de pó usando as leis de movimento de Newton (Hager 2018). Aqui se divide em três etapas: EDEM Creator: Define material, partículas, geometrias e modelos físicos. EDEM Simulator: Configura e processa a simulação. EDEM Analysis: Analisa os resultados, gera e exportando dados.

Foi utilizado o material aço inoxidável 316L atomizado a gás, caracterizado em Nan (2018) e Aurrekoetxea (2022). As propriedades das partículas incluem diâmetro, densidade, módulo de Young, coeficiente de Poisson, fricção, restituição e energia

superficial. As partículas têm tamanhos variando de 15 a 55 μm , com a maioria entre 25 e 35 μm . Para otimizar a simulação, foi utilizado partículas esféricas.

É importante considerar os elementos em que a partícula vai interagir, como o rolo ou a base. Todas as geometrias nessas simulações são do mesmo material que as partículas, elas têm as mesmas propriedades. Para as simulações do projeto, a base tem comprimento de 18,000 μm e 450 μm de largura, com um rebaixo de 6000 x 450 x 195 μm . As forças de Van der Waals são significativas em partículas pequenas, calculadas pela teoria de adesão de Johnson-Kendall-Roberts, como mencionado em Chen (2023).

Os modelos físicos aplicados incluem: Hertz-Mindlin com JKR V2: Para calcular a adesão e ruptura das partículas. Standard Rolling Friction: Para considerar a fricção de rolamento. Linear Cohesion V2: Para acomodar tamanhos de partículas não uniformes.

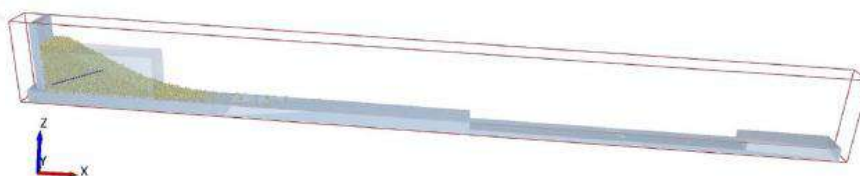
A ferramenta Dynamic Domain é uma ferramenta de otimização, mantendo ativas somente as partículas dentro da área de simulação.

Resultados e discussões

As simulações foram realizadas utilizando o software Altair EDEM, no laboratório Deusto Tech na Universidad de Deusto, Bilbao, Espanha. Nos testes de simulação foi contado com auxílio do Professor Alejandro López García e do assistente de pesquisa Lorenzo Pedrolli, do Deusto Tech. Orientação do Professor Gabriel Feiten do IFSC SMO. As simulações foram realizadas entre 28/11/2023 e 05/12/2023.

Como em Aurrekoetxea (2022), foi utilizado uma base com rebaixo para as simulações deste trabalho (Figura 1).

Figura 1 - Estado da simulação antes da deposição.

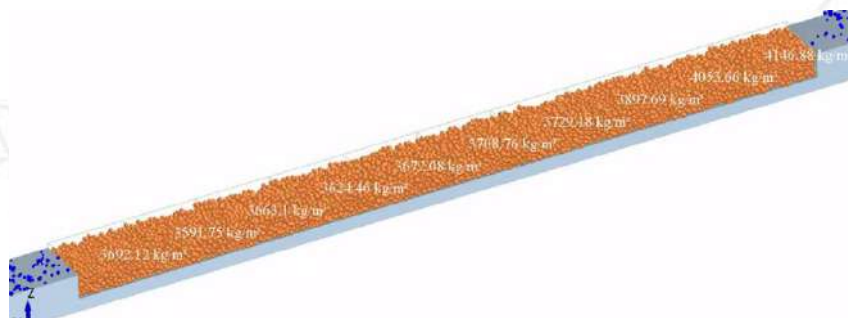


Fonte: gerado por Altair EDEM, 2022.

Simulação com deposição de 20 mm/s

As partículas azuis estão estacionárias e as coloridas em movimento. A simulação inicial com rebaixo mostrou boa uniformidade e maior densidade de partículas na primeira metade da base (Figura 2).

Figura 2 - Distribuição da Densidade Deposição 20mm/s.



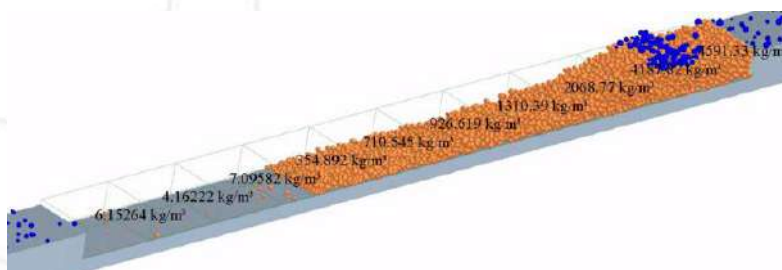
Fonte: gerado por Altair EDEM, 2022.

O rebaixo foi preenchido até quase o topo, com uma densidade de 3777.97 kg/m³, representando 47.34% do volume, próximo ao limite "natural" de 55%.

Simulação com deposição de 240 mm/s

Apenas metade do rebaixo foi preenchido pelas partículas devido à alta velocidade, causando projeção das partículas para frente, acúmulo no final do rebaixo e inércia das partículas. A densidade foi muito inferior, com apenas 17.75% do rebaixo preenchido, tornando a deposição inviável (Figura 3).

Figura 3. Distribuição da Densidade Deposição 240mm/s.



Fonte: gerado por Altair EDEM, 2022.

A simulação a 20 mm/s foi viável, mantendo boa qualidade de deposição apesar da variação de densidade ao longo do rebaixo. A simulação a 240 mm/s foi inviável apresentando baixa densidade e volume de partículas. Experimentos adicionais com bases rugosas e ou velocidades intermediárias, maior quantidade de partículas, podem melhorar os resultados, mas necessita mais pesquisa para comprovar isso.

Considerações finais

A manufatura aditiva com a deposição de material metálico é uma tecnologia em evolução. Analisamos o processo de sinterização sob a utilização de altas velocidades não convencionais de deposição, a fim de otimizar o processo.

As simulações mostraram que é possível usar velocidades maiores que as convencionais, exceto velocidades extremas. Então velocidades maiores que as convencionais podem ser utilizadas em casos específicos. As velocidades intermediárias podem apresentação de bons resultados em futuras pesquisas.

Referência ao fomento recebido

EDITAL IFSC/GAB Nº 03/2023 PROPICIE 20

Referências

AURREKOETXEA, Asier. Trabajo Final de Grado, Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales: **Revistas Científicas de La Universidad de Deusto**: Deusto, Espanha. 2022.

CHEN, Hui. Is high-speed powder spreading really unfavourable for the part quality of laser powder bed fusion additive manufacturing? **Acta Materialia**, 01 jun. 2022. doi: 10.1016/j.actamat.2022.117901.

CHEN, Jian. A force–displacement relation based on the JKR theory for DEM simulations of adhesive particles. **Powder Technology**, Japão. 2023. doi: 10.1016/j.powtec.2023.118742

HAGER, Dr. Alice. Combining Open Source and Easy Access in the field of DEM and coupled CFD-DEM: LIGGGHTS®, CFDEM®coupling and CFDEM®workbench. **Computer Aided Chemical Engineering**,

LEE, S. Powder Layer Generation for Three Dimensional Printing. **Massachusetts Institute Of Technology**, Massachusetts, Usa. 1992.

MEIER, Christoph. Critical influences of particle size and adhesion on the powder layer uniformity in metal additive manufacturing: .. **Journal Of Materials Processing Technology**, Cambridge, Usa. v.266 p.484-501, 1 abr. 2019. doi: 10.1016/j.jmatprotec.2018.10.037.

NAN, Wenguang. Jamming during particle spreading in additive manufacturing. **Powder Technology**, Leeds, Uk., p. 253-262, 14 jul. 2018. doi: 10.1016/j.powtec.2018.07.030.

SELUGA, K.J. Three Dimensional Printing by Vector Printing of Fine Metal Powders. Massachusetts, Usa. 2001.

Desenvolvimento de um aplicativo móvel (APP) para facilitar a comercialização de produtos orgânicos de produtores locais da região 2º fase.

Divisão Temática

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

**Autores: L. Mantelli¹; L. Jandrey²; E. Bedin³;
J. Sampaio⁴; J. Dantes⁵; J. Loterio⁶.**

EDITAL Nº 14/2023/PROPI/DAE

Resumo:

Acreditamos que o consumo de produtos orgânicos é importante para uma alimentação mais saudável. Entretanto, esse mercado, que vem crescendo, encontra impasses por conta dos desafios para a compra e venda, principalmente no que tange aos pequenos e médios produtores. O aplicativo Oeste Orgânicos busca auxiliar nessa comercialização estabelecendo uma relação direta entre os produtores de orgânicos com os consumidores, a partir de um e-commerce. Através dele busca-se promover a economia solidária, seguindo os princípios do comércio justo entre os produtores e os consumidores que buscam por produtos orgânicos, dessa forma, contribuindo com a solidariedade e coletividade, fortalecendo a agricultura familiar e fornecendo às pessoas meios para uma alimentação mais saudável. Metodologicamente, o processo ocorre por etapas, que iniciam com a pesquisa sobre onde estão os produtores e consumidores, melhorias no aplicativo, análise dos dados e realização de eventos, como a feira de economia solidária.

Palavras-chave: Economia Solidária; Matemática; Orgânicos; Aplicativo; Desenvolvimento de Sistema

Introdução

Os alimentos orgânicos são produzidos, na sua grande maioria, por pequenos agricultores, que geralmente têm muita dificuldade de levar seus produtos ao consumidor final. Em nossos estudos o consumo de produtos orgânicos é importante para uma alimentação mais saudável, entretanto, esse mercado, que vem crescendo, encontra impasses por conta dos desafios para a compra e venda, principalmente no que tange

¹ Estudante do curso Técnico Integrado em Informática do IFSC/Chapecó, lucas.m2006@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso Engenharia de Controle e Automação IFSC/Chapecó, lucasjandrey5@gmail.com

³ Estudante do curso ciência da computação UFFS/Chapecó, eduardo.robettibedin@gmail.com

⁴ Estudante do curso Técnico em Informática do IFSC/Chapecó, sampaiojulia028@gmail.com

⁵ Docente de informática IFSC/Chapecó, jackson.meires@ifsc.edu.br.

⁶ Docente de Matemática IFSC/Chapecó, janilson.loterio@ifsc.edu.br..

aos pequenos e médios produtores. Assim, o aplicativo oeste orgânicos é uma tecnologia que busca facilitar a comercialização desses produtos, estabelecendo uma relação direta entre os produtores de orgânicos com os consumidores, a partir de um aplicativo móvel estilo e-commerce. O aplicativo é composto por três elementos-chave: o banco de dados, a Interface de Programação de Aplicação (API) e as Interfaces de Usuário (UI), cujas mais de 40 telas foram desenvolvidas utilizando o framework React Native. Por meio dele, o usuário pode visualizar os produtos disponíveis e efetuar os pedidos deles. Ademais, há a sessão dos produtores, onde estes podem cadastrar seus produtos, bem como seus endereços e outros cadastros base. O software oferece uma abrangência de outras funcionalidades, incluindo o georreferenciamento dos produtores, avaliações, histórico de pedidos, dentre outras, contribuindo, assim, para uma experiência completa e informativa, tanto para os produtores que desejam vender seus produtos quanto para os consumidores que os buscam, auxiliando, dessa maneira, na divulgação e venda dos produtos orgânicos da região, mas pode expandir para outras regiões. Em suma, aponta-se que a ferramenta desenvolvida busca promover a economia solidária, ao se basear nas ideias de colaboração, solidariedade e coletividade, fortalecendo a agricultura familiar e fornecendo às pessoas meios para uma alimentação mais saudável.

Mas atualmente nosso problema é fazer com que a tecnologia seja utilizada pelos produtores, a fim de conseguirem aumentar suas rendas, nesse sentido, não basta ter um aplicativo é necessário fazer com que seja realmente utilizado pelos agricultores. Sabemos que ainda existe uma barreira entre a tecnologia e pequenos agricultores, acreditamos porém, que se conseguirmos produzir informações estatísticas, mostrando que através da tecnologia poderão ter uma renda maior, essa barreira pode ser reduzida. Dessa forma a justificativa deste trabalho é que através dele, existe uma possibilidade de ampliar o acesso à tecnologia a esses agricultores.

Fundamentação teórica

Quando analisamos pelo olhar tecnológico, segundo Fling (2009), o alcance dos telefones móveis na humanidade já é mais do que o dos carros, da TV ou da própria internet. Os dispositivos móveis irão trazer maiores mudanças na próxima década do que qualquer outro aparelho possa ter trazido, pois acrescentam a combinação do telefone

fixo, de internet, de computador, de cartão de crédito, de TV, entre outros. Um aplicativo móvel, requer conhecimentos específicos da área de programação e arquitetura de aparelhos. Na prática é possível encontrar ferramentas que possibilitam a criação destes aplicativos. Para o desenvolvimento do aplicativo está sendo utilizado o framework React-Native, no qual permite ao desenvolvedor criar aplicações mobile nativas utilizando JavaScript, na lógica, e React para estruturar as views. Através desta tecnologia é possível desenvolver aplicações híbridas, permitindo que o seu código-fonte possa compilar um aplicativo multiplataforma funcionando tanto no iOS quanto para Android, sendo suportado tanto para os dispositivos móveis como tablets e smartphones. Esses dispositivos móveis combinam recursos computacionais com diversas funcionalidades avançadas que podem ser programadas e estendidas por meio de aplicativos móveis executados pelo seu sistema operacional, capaz de conectar os produtores com pessoas que buscam estes produtos, certamente é uma contribuição importante.

Procedimentos metodológicos

O objetivo deste estudo foi desenvolver uma solução tecnológica completa para o cadastro e gerenciamento de agricultores e produtos, integrando funcionalidades tanto no backend quanto no frontend web e mobile. Para atingir este objetivo, implementamos uma série de procedimentos metodológicos descritos a seguir. Inicialmente, desenvolvemos o backend e o banco de dados necessários para o cadastro de agricultores e produtos. Entre as funcionalidades implementadas, destacam-se o cadastro de produtos, a listagem de estoque, o cadastro de novos usuários, login para usuários já cadastrados, o gerenciamento de pedidos com cestas montadas semanalmente e a geração de relatórios para gerenciamento de estoque e pedidos, permitindo maior controle para os produtores. O backend foi desenvolvido utilizando o framework Laravel, uma ferramenta open-source de PHP. Simultaneamente, modelamos o banco de dados utilizando MySQL para o gerenciamento eficiente das tabelas que armazenam os dados de toda a aplicação. O frontend web foi desenvolvido dentro do mesmo projeto Laravel, aproveitando a integração perfeita entre backend e frontend. Isso permitiu um desenvolvimento mais coeso e eficiente, resultando em interfaces intuitivas para que os usuários possam interagir com o sistema de forma simplificada. A aplicação mobile foi desenvolvida

utilizando o framework JavaScript React Native, que permite o desenvolvimento simultâneo para as plataformas Android e iOS, as duas mais utilizadas atualmente. No aplicativo mobile, diversas funcionalidades foram desenvolvidas para se comunicar com o backend, como a pesquisa de produtores da região, a pesquisa de produtos, a realização de pedidos com seleção do local de retirada e o acompanhamento de pedidos já feitos. A metodologia adotada para o desenvolvimento desta solução tecnológica visou a integração eficiente entre as diversas plataformas utilizadas (web e mobile), utilizando ferramentas e frameworks robustos como Laravel, MySQL e React Native. O resultado é uma aplicação integrada que atende às necessidades de gerenciamento de produtos e produtores, oferecendo uma experiência de usuário otimizada e intuitiva.

Resultados e discussões

Durante a execução do projeto temos participado de vários eventos relacionados a produtos orgânicos como o Circuito Macrorregional Oeste de Agroecologia, realizado na UFFS (03/2024). Também foi divulgado o aplicativo em uma reportagem realizada com a NDTV Chapecó, nesse mesmo período. Durante essa a parte inicial da 3ª etapa do projeto, foi dirigido um formulário ao FRES Oeste SC (Fórum de Economia Solidária do oeste de Santa Catarina), no qual havia o propósito de avaliar quem poderia se encaixar como possível comerciante no aplicativo, porém uma das maiores dificuldades que tivemos foi entrar em contato com essas pessoas pois como a maioria vive em área rural e somente algumas tem acesso à internet. No que tange ao aplicativo temos uma terceira versão desenvolvida pelos estudantes, onde estamos reorganizando o sistema de dados e atualizando o site do projeto. O resultado é uma aplicação integrada que atende às necessidades do produtor que deseja vender seus produtos e do consumidor que deseja encontrar produtores de produtos orgânicos próximos ao seu local. Foi-se desenvolvido uma versão inicial do sistema que está em fase de testes com agricultores parceiros do Instituto e uma lista de consumidores de tamanho restrito. No atual momento busca-se desenvolver uma versão estável do aplicativo para ser distribuída para o público geral.

Considerações finais

Quando o projeto foi pensado, não tínhamos a dimensão das possibilidades que ele poderia ter. No que tange aos produtores, mesmo receosos ainda com o uso da tecnologia, é visível um sentimento de que é possível melhorar seus ganhos buscando novos caminhos, como o uso do aplicativo. Os consumidores estão conseguindo ter acesso a produtos orgânicos que colaboram com uma alimentação saudável, e um dos reflexos mais significativos é notar nos estudantes envolvidos no projeto uma grande evolução pessoal na área da programação. Quando relacionada diretamente com um problema social, percebe-se que a tecnologia tem uma função social, capaz de melhorar a qualidade de vida de muitas pessoas, permitindo aos estudantes refletirem sobre a sua área no mercado de trabalho.

O sistema ainda está em sua versão inicial e em fase de desenvolvimento. No futuro, deseja-se adicionar outras funcionalidades, como entrega automatizada, pagamento pelo aplicativo, recomendações dinâmicas e conversa entre produtor e consumidor no aplicativo. No momento, busca-se desenvolver uma versão estável do aplicativo para ser distribuída ao público em geral nas principais lojas mobile, como Google Play Store e App Store.

Referência ao fomento recebido

EDITAL Nº 14/2023/PROPPI/DAE

Referências

Android Studio Release Notes. Disp.em:
<<http://developer.android.com/intl/ptbr/tools/revisions/studio.html>>. Acesso em 04/03/2022.

BOMBARDI, Larissa Mies. Pequeno Ensaio Cartográfico Sobre o Uso de Agrotóxicos no Brasil. São Paulo: Laboratório de Geografia Agrária – USP, 2016.

CARNEIRO, Fernando Ferreira (Org.) Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

FLING, B. Mobile Design and Development. Sebastopol: O'Reilly, 2009.

React-native. Showcase. Disponível em:
<<https://facebook.github.io/react-native/showcase.html>>. Acesso em: 02 mar. 2022.

ANÁLISE DO IMPACTO DA PANDEMIA NAS PERDAS NÃO TÉCNICAS DE ENERGIA

Divisão Temática

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

Autores: A. R. ROCHA¹; A. F. ZEITUNE²; J. B. PADILHA³; L. K. RIES⁴

EDITAL Nº 14/2023/PROPI/DAE

Resumo:

As perdas de energia elétrica podem ser classificadas como técnicas ou não técnicas. Neste trabalho é apresentada uma análise comparativa entre as perdas não técnicas do setor elétrico nas diferentes regiões brasileiras. Analisando dados oficiais da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) pode-se verificar que, embora não se aplique a todos os estados, a pandemia de Covid-19 teve maior impacto nas perdas não técnicas na região Nordeste.

Palavras-chave: Perdas não técnicas; Covid-19; sistema de distribuição de energia.

Introdução

As perdas de energia na distribuição de energia elétrica são um fato, e podem ter diversos motivos e origens. Essas perdas podem ser divididas em duas grandes categorizações, perdas técnicas e perdas não técnicas.

As perdas técnicas acontecem em decorrência da forma como a energia é gerada e distribuída. Elas não podem ser evitadas, sendo calculadas e previstas pelas empresas de energia (ANEEL, 2024a), que já as subtraem no cálculo de energia total distribuída.

As perdas não técnicas, têm origem em fatores não previstos e fora do controle das distribuidoras, como furtos, fraudes ou erros de medição, causando um prejuízo cobrado em partes nas faturas de cada consumidor, como compensação aos danos à empresa.

Com a pandemia da Covid-19, foi observado um aumento nas perdas não técnicas em boa parte dos estados do Brasil. Este documento visa agrupar, observar e expor esses dados de forma mais clara, a fim de trazer o assunto a mais pessoas.

¹ Estudante do curso de Eng. Mecatrônica no IFSC, Câmpus Florianópolis, amanda.rr@aluno.ifsc.edu.br.

² Professor no IFSC, Câmpus Florianópolis, Departamento de Eletrotécnica, anesio.felipe@ifsc.edu.br.

³ Professor no IFSC, Câmpus Florianópolis, Departamento de Eletrotécnica, juliano.padilha@ifsc.edu.br.

⁴ Professora no IFSC, Câmpus Florianópolis, Departamento de Eletrotécnica, lisandra.ries@ifsc.edu.br.

Fundamentação teórica

As perdas não técnicas já são um desafio antigo enfrentado pelas empresas de distribuição de energia elétrica em todas as regiões do Brasil, sendo, em algumas, mais acentuadas que outras.

Devido à intensidade de ocorrências e a diferença gritante no percentual entre regiões e estados do Brasil, a ANEEL criou uma lista de possíveis fatores socioeconômicos que melhor podem explicar a tendência do fenômeno de perdas não técnicas: homicídios por 100 mil habitantes; adensamento de pessoas em domicílios; domicílios com renda inferior a meio salário-mínimo; inadimplência; e PIB per capita.

De acordo com (CASTRO, 2020), estudos mostram que a pandemia influenciou fortemente no aumento das perdas não técnicas de alguns estados, principalmente nas perdas ocasionadas por fraudes e roubos.

Procedimentos metodológicos

Foi utilizada a metodologia de pesquisa documental. Os dados brutos foram obtidos no site oficial da ANEEL, onde foi possível encontrar um histórico das distribuições de energia em todo o Brasil entre os anos de 2008 e 2022. A partir destes dados, foram obtidos os gráficos utilizados neste trabalho.

Resultados e discussões

A Figura 1 apresenta um gráfico baseado nos dados disponibilizados pela ANEEL (ANEEL, 2024b), e mostra o total de perdas técnicas (em laranja) e perdas não técnicas (em azul), em todo o Brasil. Podemos ver um pico anormal em perdas não técnicas no ano de 2020, onde se iniciou a pandemia de Covid-19. Nota-se que a soma das perdas de energia em cada estado deu um salto extraordinário no primeiro ano da pandemia, sendo importante observar também o que aconteceu em cada estado individualmente.

Figura 1 - Perda Técnica (PTRealTot) e Perda Não Técnica (PNTRealTot) Real Total no Brasil - (2008-2022)

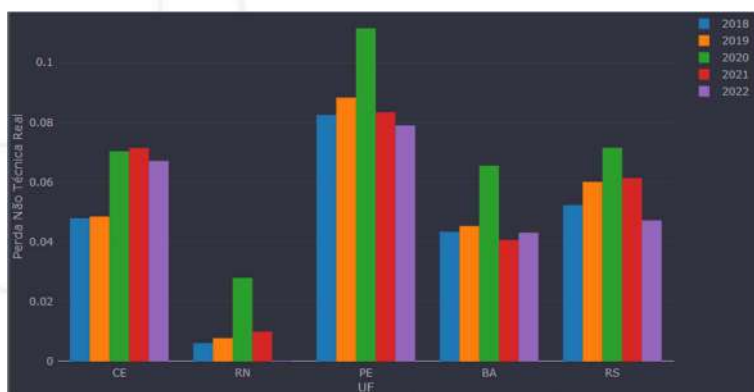


Fonte: elaborada pelo autor a partir de informações do site da ANEEL.

Por motivos de relevância para essas observações, os estados foram separados em três grandes categorias, baseadas no tipo de comportamento das perdas não técnicas entre os anos de 2018 e 2022, e será apresentado apenas os estados nos quais o comportamento ocorre de forma mais característica.

O primeiro agrupamento é dos estados que tiveram um aumento significativo de perdas não técnicas em 2020, o que foi a maioria, porém não a regra. Observa-se também que na maioria nesses estados houve uma grande queda no ano seguinte, e que as perdas voltaram a valores próximos do que poderia ser considerado normal.

Figura 2 - Perda Não Técnica Total Real dos estados de CE, RN, PE, BA e RS - (2018-2022).

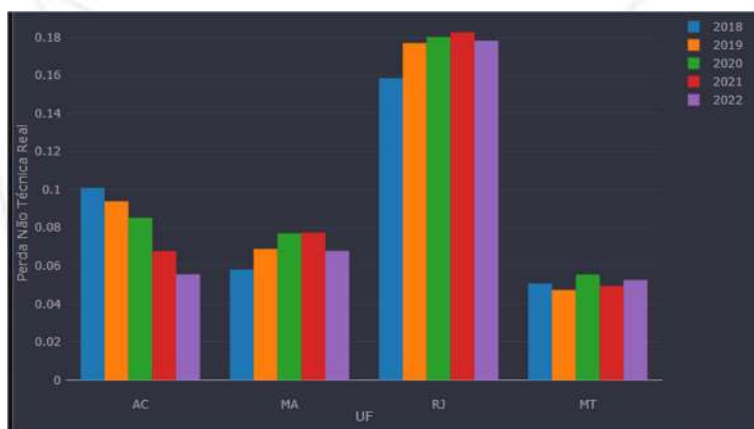


Fonte: elaborada pelo autor a partir de informações do site da ANEEL.

Porém, em alguns estados, como no Ceará, observa-se uma estagnação das perdas não técnicas em valores próximos ao salto de 2020. É pertinente observar os próximos anos e entender se esses valores diminuirão com o tempo ou se estagnarão e suas razões.

O segundo grupo é composto pelos estados em que não houve uma grande diferença aparente nas perdas não técnicas em 2020, nem nos anos seguintes. É necessário entender o que pode ter acontecido ou que medidas foram tomadas nesses estados que influenciaram na estabilidade das perdas não técnicas durante a pandemia.

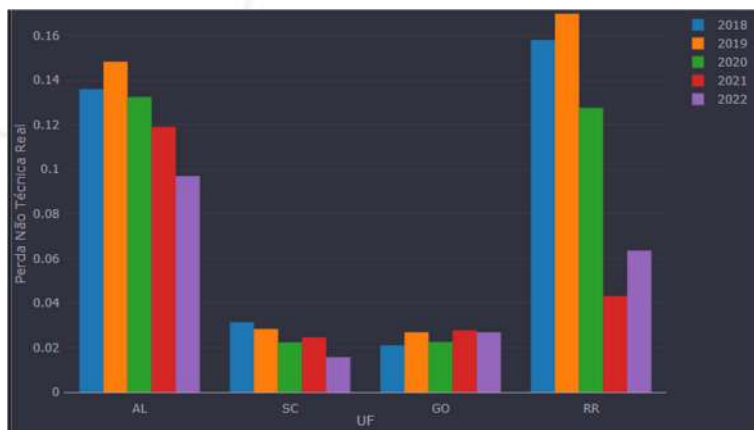
Figura 3 - Perda Não Técnica Total Real dos estados de AC, MA, RJ e MT - (2018-2022).



Fonte: elaborada pelo autor a partir de informações do site da ANEEL.

Por último, pôde ser observado que em alguns estados houve uma redução de perdas não técnicas em 2020 (Figura 5). Observa-se aqui também duas ocorrências, uma em que apenas no ano da pandemia houve uma diminuição singela nos valores, e outro caso em que, não só houve uma grande baixa nas perdas, como o valor permaneceu menor nos anos seguintes.

Figura 4 - Perda Não Técnica Total Real dos estados de AL, SC, GO e RR - (2018-2022).



Fonte: elaborada pelo autor a partir de informações do site da ANEEL.

Considerações finais

Embora haja exceções, é fato que houve um aumento significativo nas perdas não técnicas no início da pandemia. Seria interessante realizar novas pesquisas para entender quais fatores principais causaram essa intensificação e, principalmente, qual o padrão nos estados mais afetados e suas principais diferenças com as exceções citadas no segundo e terceiro grupo. É possível aproveitar as disparidades acentuadas pela pandemia e observar a influência do que a ANEEL apontou como possíveis fatores socioeconômicos que poderiam explicar o fenômeno do agravamento das perdas não técnicas em determinadas regiões.

Referência ao fomento recebido

O presente trabalho foi realizado com apoio da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PROPPI) do IFSC.

Referências

CASTRO, N. et al. O desafio do combate às perdas não técnicas de eletricidade no cenário de pandemia. Agência CanalEnergia. Rio de Janeiro, 03 de julho de 2020. Disponível em: <https://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/31_castro_2020_07_15.pdf> Acesso em: 04 jul. 2024.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica: Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST Módulo 7– Cálculo de Perdas na Distribuição. 2024a. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2017771_prodist_modulo_7_v5.pdf> Acesso em: 04 jul. 2024.

ANEEL, Relatório de Perdas de Energia. 2024b. Disponível em: <<https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/perdasenergias#!>>. Acesso em: 04 jul. 2024.

SUPOORTE A EXPERIMENTOS DE HIPERTERMIA E ELETROPORAÇÃO ATRAVÉS DE CONSTRUÇÃO DE APARATOS CUSTOMIZADOS

Divisão Temática

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

Autores: P.N.SIMAS¹; P.R.HOFFMAN²; R.S.GUSMÃO³; R.A.A.ROMERO⁴.

Resumo:

Este trabalho se propõe dar suporte à construção de configurações instrumentais customizadas para a realização de experiências de eletroporação e hipertermia em laboratório. Durante a vigência do projeto, foram idealizados e construídos diversos aparatos, tais como um *case* para acomodar dispositivos eletrônicos para medição de temperatura com uma interface para usuário, um invólucro de acrílico para realizar o controle de temperatura de uma amostra através de banho térmico, e eletrodos para controle de temperatura em contato direto com a amostra. O projeto, não só contribuiu para o avanço no estudo da eletroporação, mas também proporcionou um ambiente de aprendizado significativo para os discentes participantes.

Palavras-chave: Eletroporação; hipertermia; banho-térmico; instrumentação.

Introdução

A eletroporação é uma técnica avançada em biotecnologia e medicina, usada para introduzir substâncias em células e tratar cânceres. Contudo, a realização de experimentos precisos nessas áreas requer equipamentos especializados, cuja ausência pode limitar o progresso das pesquisas e o desenvolvimento de novas terapias.

Este projeto visa criar aparatos que integrarão algumas configurações de instrumentos customizados para a realização de experimentos de eletroporação com controle de temperatura da amostra, possibilitando também o estudo de técnicas combinadas de eletroporação e hipertermia. Utilizando o espaço IFMaker, a fábrica metalmecânica, assim como tecnologias como *software* de CAD e impressão 3D, foram desenvolvidos aparatos específicos. Esses desenvolvimentos facilitam não apenas a

¹ Estudante do curso de ensino médio integrado em mecânica do IFSC câmpus Itajaí, psimasneto@gmail.com.

² Estudante do curso de graduação em eng. elétrica do IFSC câmpus Itajaí, pablo.rh13@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso de ensino médio integrado em mecânica do IFSC câmpus Itajaí, rafael.s28@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Servidor professor EBTT da área de eletroeletrônica do IFSC câmpus Itajaí, roddy.romero@ifsc.edu.br.

condução de estudos, mas também promovem um ambiente de aprendizado prático para os estudantes envolvidos, integrando ensino, pesquisa e, futuramente, extensão.

Fundamentação teórica

A hipertermia é definida como o aumento de temperatura acima do nível corporal normal, entre 39°C e 45°C, e engloba uma série de técnicas térmicas que podem ser utilizadas como coadjuvantes no tratamento terapêutico de câncer pois sensibiliza as áreas aquecidas, preparando-as para os procedimentos de radioterapia e/ou quimioterapia, melhorando sua eficácia (PAULIDES, 2020). O princípio de funcionamento das técnicas de aplicação de hipertermia pode ser de tipo eletromagnético, ultrassônico, perfusão hipertérmica, e por condução de calor. Dentre as do primeiro grupo, o valor da frequência de operação e o comprimento de onda associado às subdivide em técnicas capacitivas, de radiofrequência (entre 3 kHz até 300 MHz), micro-ondas (entre 300 MHz até 300 GHz), e de luz infravermelha ou laser.

Já a eletroporação é um fenômeno biofísico no qual a prevalência de nanoporos nas membranas celulares é reforçada após a exposição dessas células a pulsos de campo elétrico de curta duração e de alta intensidade, aumentando assim a permeabilidade da membrana e facilitando o transporte de moléculas (WEAVER, 1996).

Mais recentemente, um efeito sinérgico do incremento de temperatura de até 43°C (hipertermia) foi relatado em medições in-vitro e in-vivo de eletroporação irreversível para aumentar a zona de ablação (HORNEF, 2020). No entanto, constata-se uma carência na literatura de caracterização elétrica de tecidos biológicos durante a eletroporação e com controle de temperatura na faixa de hipertermia. Além disso, modelos matemáticos para facilitar simulação e planejamento pré-tratamento não foram desenvolvidos nesse contexto. Dessa maneira, podemos afirmar que a eletroporação termicamente assistida continua sendo um campo aberto de pesquisa.

Procedimentos metodológicos

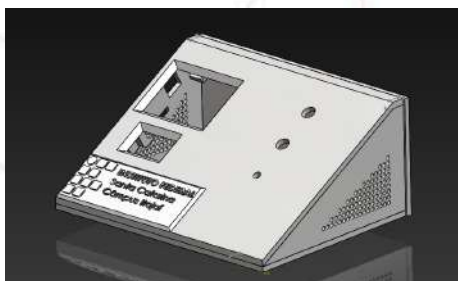
Na construção dos aparatos, dois alunos do integrado em mecânica estiveram à frente da concepção e desenvolvimento, com acompanhamento de aluno de eng. elétrica

para definição dos requisitos. Com base no conhecimento prévio em projeto mecânico, eles precisaram se aprofundar no uso do *SolidWorks* e *Inventor* para elaborar os desenhos em CAD. Um dos alunos, bolsista, desenvolveu em CAD uma caixa (case) para acomodar componentes eletrônicos para a monitoração de temperatura durante estudos de eletroporação. Prosseguiu-se com a impressão 3D no IFmaker do câmpus. Após algumas iterações para ajuste, as peças foram finalizadas. O aluno também desenvolveu uma caixa para o banho térmico com auxílio do coordenador do projeto, inspirado no modelo do artigo de Wardhana (2021). Após descartar algumas versões, foi decidido construir um recipiente quadrado e com encaixes para facilitar a montagem. Além disso, ele projetou um invólucro para conter a água do banho térmico, utilizando uma base de alumínio e laterais de acrílico reaproveitadas. O outro aluno, voluntário, desenvolveu o projeto de dois eletrodos acoplados a uma haste metálica e pinças, para experimentos relacionados a aquecimento de amostra durante experimentos de eletroporação. Para isso, seguiu a metodologia de projeto de produto. A fabricação das peças metálicas foi realizada em ambiente fabril do câmpus, com acompanhamento de técnicos e docentes.

Resultados e discussões

Os modelos (ver figuras 1, 2 e 3) foram construídos e validados em bancada através de testes de térmicos e junto à operação dos componentes eletrônicos.

Figura 1 – Case desenvolvida em CAD 3D: (a) vista dinâmica; (b) vista explodida



(a)



(b)

Fonte: Os autores

Figura 2 – Caixa de banho térmico: (a) primeira versão; (b) recipiente final; (c) invólucro final



(a)



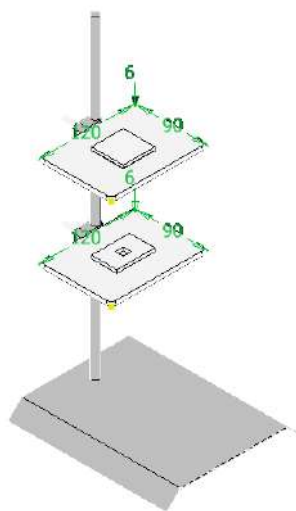
(b)



(c)

Fonte: Os autores

Figura 3 – Projeto CAD dos eletrodos para acoplamento em sistema de pinças e haste, considerando o acrílico com amostra e tamanho de placas Peltier.



Fonte: Os autores

Considerações finais

Durante o período de vigência do projeto, houve um aprendizado significativo em relação aos métodos de projeção e fabricação de instrumentos essenciais para o estudo da eletroporação. Os discentes se aprofundaram no uso de *softwares* especializados, adquirindo expertise numa gama de técnicas de produção, o que resultou em um desenvolvimento considerável de suas competências técnicas. Esse processo de

capacitação permitiu aos alunos aprimorarem suas habilidades na área de mecânica industrial e gestão de projetos, tornando-se mais proficientes e preparados para enfrentar desafios profissionais futuros. Além disso, a experiência prática adquirida consolidou seu conhecimento teórico, integrando a teoria e a prática de maneira eficaz, interagindo com pesquisas em nível de ensino superior, e contribuindo para seu crescimento na área de atuação técnica.

Referência ao fomento recebido

Os resultados foram parcialmente financiados através do edital de fomento à pesquisa 01/2023/PROPI PIBIC-EM.

Referências

HORNEF, James et al. Thermal analysis of infrared irradiation-assisted nanosecond-pulsed tumor ablation. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 5122, 2020.

PAULIDES, M. M. et al. Recent technological advancements in radiofrequency- and microwave-mediated hyperthermia for enhancing drug delivery. **Advanced drug delivery reviews**, v. 163, p. 3-18, 2020.

WARDHANA, Girindra et al. Development of a thermal model for irreversible electroporation: an approach to estimate and optimize the IRE protocols. **International journal of computer assisted radiology and surgery**, v. 16, n. 8, p. 1325-1334, 2021.

WEAVER, James C.; CHIZMADZHEV, Yu A. Theory of electroporation: a review. **Bioelectrochemistry and bioenergetics**, v. 41, n. 2, p. 135-160, 1996.

SISTEMA PARA MONITORAMENTO DE AÇÕES DE APOIO A ANIMAIS EM VULNERABILIDADE NA RESERVA INDÍGENA KONDÁ

Divisão Temática

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

Autores: T. BORDIN¹; M. COSTA²; V. COELHO³; L. SOUZA⁴

Edital de fomento n.º 15/2023 Chapecó

Resumo:

O município de Chapecó-SC, vivencia um problema social e de saúde pública crescente, o descarte de animais domésticos. Atualmente a prefeitura oferece os serviços de captura e castração, mas não disponibiliza abrigos nem tratamento veterinário cirúrgico ou contínuo. Desta forma a complementação do atendimento depende das Organizações Não Governamentais (ONG) e voluntárias(os). Esse trabalho em conjunto têm reduzido o número de animais em sofrimento e maus-tratos, mas é consenso que somente com as castrações será obtido um resultado efetivo na redução do número de animais abandonados. Um exemplo desse trabalho conjunto é o que está sendo conduzido na reserva Indígena Kondá, onde semanalmente a ONG Esquadrão 4 Patas (E4P) distribui alimentos doados, atua na atenção de saúde de casos urgentes e recolhe as fêmeas que estão no cio para que a prefeitura realize as castrações. Como a reserva indígena é aberta, sempre aparecem novos animais e desaparecem outros que ali estavam, dificultando o controle dos esforços realizados. Em face desse cenário surgiu a ideia de desenvolver um sistema de software para o registro das informações de identificação dos animais com foto, assim como todas as ações realizadas individualmente para cada um deles, como por exemplo se já foi castrado, vacinado, histórico de doenças tratadas, se ganhou casinha, etc.. Com a base de dados do sistema é possível mensurar quantitativamente e financeiramente o esforço que está sendo feito, através de relatórios e indicadores, inclusive apoiando a tomada de decisões para ações futuras.

Palavras-chave: animais em vulnerabilidade; software de registro; aldeia indígena.

Introdução

¹ Servidora do IFSC, atua no cargo de Auditora Interna, na Auditoria Interna da Regional Oeste, e-mail tamara.bordin@ifsc.edu.br.

² Servidor do IFSC, Câmpus Chapecó, Docente da área de Informática, e-mail marcos.virgilio@ifsc.edu.br.

³ Discente do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, Câmpus Chapecó, selecionada como bolsista do projeto.

⁴ Discente do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, Câmpus Chapecó, selecionada como bolsista do projeto.

A cidade de Chapecó, em Santa Catarina, possui um órgão municipal denominado Núcleo de Atendimento a Pequenos Animais (NAPA), que objetiva auxiliar protetores(as) individuais e Organizações Não Governamentais (ONG) no atendimento dos animais em situação de vulnerabilidade do município, no que se refere à alimentação, castração, denúncias de maus tratos e atendimento veterinário no local. O NAPA não disponibiliza abrigo temporário, atenção veterinária cirúrgica ou tratamentos contínuos para os animais, que são atendidos nesses quesitos pelas ONGs e protetores individuais.

Um dos pontos mais críticos da cidade em relação ao abandono e negligência com os animais é a aldeia indígena Kondá, que possui em torno de 250 (duzentos e cinquenta) animais em estado de vulnerabilidade, muitos em situação de desnutrição extrema, machucados, doentes e em sofrimento. É nessa aldeia que a ONG Esquadrão 4 Patas (E4P), em uma ação conjunta com o Napa, vem atuando semanalmente oferecendo alimentação oriunda de doações, tratamento imediato a casos de urgência e recolhimento de animais no cio para castração. O problema é que a reserva indígena é aberta e a cada semana aparecem novos animais e desaparecem outros que ali estavam, dificultando para o E4P o NAPA controlarem os esforços já realizados e principalmente identificar quais animais já receberam atendimento e foram castrados.

Este projeto oferece uma solução informatizada para o registro dos esforços realizados, por intermédio de um sistema de software para o cadastro individual dos animais com foto e demais informações básicas como: código do microchip subcutâneo (se existir), nome, cor predominante, porte, nome do tutor (se existir) e se está castrado.

Com a base de dados do sistema espera-se, através de indicadores e relatórios, mensurar quantitativamente e financeiramente o esforço que é realizado na aldeia. O acesso a tais informações é fundamental para diagnóstico atual e para o planejamento de decisões e ações futuras.

Fundamentação teórica

Segundo um levantamento realizado pelo Instituto Pet Brasil (IBP), estima-se que de 2018 a 2020 o Brasil saltou de 4 milhões de animais em condição de vulnerabilidade para 8,8 milhões, entre cães e gatos, ou seja, um aumento alarmante de 126% em dois

anos. No município de Chapecó, a maioria dos animais em vulnerabilidade estão nas aldeias indígenas.

Segundo nos traz Medico, Pedde e Silva (2018), foi por meio da promulgação da Constituição de 1988 que houve uma perspectiva multicultural e uma política de respeito à autodeterminação dos povos indígenas. Entretanto, observa-se que os mesmos estão renegados à marginalização, sem uma estrutura mínima de habitação, saneamento, higiene, saúde pública e sem perspectivas para jovens e crianças. Além disso, muitos animais que são abandonados nas aldeias estão doentes e acabam contaminando outros animais e os indígenas que têm contato com eles, agravando assim esse cenário que já é alarmante.

Procedimentos metodológicos

Como se trata do desenvolvimento de um sistema de software, o projeto seguiu as seguintes etapas: identificação dos atores envolvidos, levantamento de requisitos, desenvolvimento do protótipo, validação do protótipo com os atores envolvidos, modelagem do banco de dados, implementação do sistema, testes em campo e implantação.

Durante o levantamento de requisitos, foi identificado que não havia sinal de internet móvel de qualidade na aldeia, o que direcionou a implementação do sistema para um aplicativo para celular/ tablet onde o cadastro dos animais teria que ser *offline* e utilizar a câmera do próprio celular/tablet para tirar as fotos dos animais, no momento do cadastro individual dos mesmos.

Outro requisito incluído foi a captura do código dos microchips de identificação subcutâneos, uma vez que o NAPA começou a implantar juntamente com a aplicação de vacinas nos animais da cidade. Dessa forma, o aplicativo também passou a implementar a leitura dos código dos microchips de duas formas: através de conexão do celular/tablet com um leitor RFID *Bluetooth* ou lendo o código de barras da embalagem do microchip com a própria câmera do celular/tablet, sendo que as duas formas de obtenção do código podem ser escolhidas pelo usuário e inserem automaticamente a informação lida no campo correto no momento do cadastro.

O requisito mais solicitado pelos atores foi o relatório de animais, que deveria conter todas as informações cadastradas e a foto do mesmo, com a possibilidade de exportar os dados em formato PDF. Além disso, os atores envolvidos não queriam o relatório disponível no aplicativo (porque a tela era muito pequena) e por isso foi desenvolvido um novo módulo de relatórios na plataforma *web* para o sistema, disponível no endereço: <https://esquadrao4patas.com.br/e4pdes/reltodosanimais.php>

Figura 1: Relatório de animais cadastrados no sistema

Esquadrão 4 Patas - Sistema de Controle de Animais - Relatório de Animais Atendidos												
ID	Nr. Chip	Nome	Sexo	Chip Pai	Chip Mãe	Ano Nasc.	Tutor	Cor	Porte	Foto	ONG Cad.	Data Cad.
42	08283911	pretinho	M			2004	marcia	Caramelo Amarelo(a)	Médio		Esquadrão 4 Patas	01-02-2024
43	963003001191009	luna	M			2004	marcia	Caramelo Amarelo(a)	Toy Micro		Esquadrão 4 Patas	01-02-2024

Fonte: Autores (2024)

Nos testes de campo, utilizando o aplicativo em um tablet e um celular, a equipe da ONG E4P conseguiu cadastrar 98 (noventa e oito) animais da aldeia indígena Kondá com sucesso. Entretanto, um dos usuários leu o código de barras errado na embalagem do microchip, deixando o código inconsistente no banco de dados para cerca de 10 (dez) registros. Esse problema não foi considerado um erro do sistema pela equipe, mas sim uma falha no treinamento dos usuários. Mesmo assim, foi adicionada uma verificação no campo do código do microchip para verificar o número de dígitos antes de realizar o salvamento dos dados, alertando assim o usuário para códigos aparentemente inválidos.

Resultados e discussões

Ao viabilizar com sucesso o cadastro de 98 (noventa e oito) animais, assim como a visualização dos dados dos mesmos de forma consistente no módulo de relatórios *web*, a equipe do projeto considerou que o sistema atingiu seus objetivos primários.

Verificou-se no decorrer dos testes de campo uma dificuldade na busca e apreensão de alguns animais, em virtude da grande maioria deles serem ariscos e ao verem a equipe fogem para dentro do mato da área da aldeia, o que está impossibilitando o término do cadastramento de todos. Mas esse é um problema operacional e não do sistema.

Considerações finais

O sistema implementado no projeto já está ajudando no controle dos animais residentes na reserva indígena Kondá, uma vez que todos os animais que tenham o código do microchip no seu cadastro, automaticamente foram vacinados na data do registro. O próximo passo é ampliar o uso do sistema para as demais ONGs que demonstraram interesse em usá-lo, uma vez que o mesmo já foi projetado e desenvolvido para um cenário de uso paralelo entre várias instituições e usuários.

Os bolsistas, além de colocar em prática os conhecimentos técnicos obtidos nas aulas do curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas Integrado ao Ensino Médio, puderam vivenciar a triste realidade de uma das aldeias indígenas da cidade e também o negligenciamento da sociedade em relação aos animais, contribuindo assim para sua formação integral.

Referência ao fomento recebido

Fomento recebido via Edital Proex n.º 15/2023 Câmpus Chapecó.

Referências

IBP, Instituto Pet Brasil, texto extraído do site <https://institutopetbrasil.com/>, em 23 de maio de 2024; 2022.

SILVA, F.L.N. **Avaliação de Políticas Públicas Indígenas: novos elementos , novas estratégias.** Revista Habitus, Rio de Janeiro, v.13, n.1, 2015.

MEDICO, L.D; PEDDE, V; SILVA, R.H. **Políticas Públicas e os povos indígenas: uma discussão necessária.** I Seminário de Políticas Públicas e Sociais. Universidade Federal da Fronteira Sul, 2018.

ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ALIMENTAÇÃO DE CARGA EM CORRENTE ALTERNADA

Divisão Temática

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

Autores: E. B. MARTINS¹; F. W. BRANCO²; D. F. KLOTZ³;
T. H. MOMBACH⁴; R. D. SILVA⁵.

Edital Universal 02/2023 (PILGS3217-2023)

Resumo:

Este artigo trata do desenvolvimento de um projeto de geração de energia solar residencial utilizando tecnologia fotovoltaica. Explora-se a sustentabilidade das fontes renováveis de energia, especialmente a solar, em um contexto de usina solar de 2000 Watts para conversão eficiente de energia das placas fotovoltaicas de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA), adequando-a ao consumo residencial. Discute-se a implementação de topologias como conversores elevadores de tensão CC-CC e inversores CC-CA. O estudo enfatiza a integração entre ensino, pesquisa e extensão, com a participação ativa de discentes na construção do sistema, desenvolvimento de habilidades técnicas e científicas, e divulgação de resultados através de publicações acadêmicas. Os resultados práticos incluem a validação dos ensaios da potência e controle do conversor *Boost*, com a versão final em fabricação, além do protótipo do inversor em desenvolvimento para posterior fabricação. Por simulação, o sistema está fornecendo uma potência de 2096 watts. Os pesquisadores estimam estar próximos a 75% dos objetivos alcançados e esperam concluir dentro do prazo estabelecido.

Palavras-chave: Conversores de Eletrônica de Potência; Conversor *Boost*; Inversor Monofásico; Placas Fotovoltaicas; Geração de Energia Fotovoltaica.

Introdução

As fontes renováveis de energia, segundo Villalva (2015), são inesgotáveis para os padrões humanos de utilização, renovando-se continuamente, com destaque para a energia solar como principal fonte do planeta e garantidora da vida como a conhecemos. A geração fotovoltaica apresenta vantagens frente a outras fontes renováveis (He et al., 2016;

¹ Estudante [Engenharia Mecânica] do Instituto Federal de Santa Catarina, boeira050@gmail.com.

² Estudante [Engenharia Mecânica] do Instituto Federal de Santa Catarina, franciele_wbranco@hotmail.com.

³ Professor [Campus Lages/ Processos Industriais] do Instituto Federal de Santa Catarina, darlan.klotz@ifsc.edu.br.

⁴ Professor [Campus Lages/ Processos Industriais] do Instituto Federal de Santa Catarina, thiago.mombach@ifsc.edu.br.

⁵ Professor [Campus Lages/ Processos Industriais] do Instituto Federal de Santa Catarina, rogerio.silva@ifsc.edu.br.

Bo et al., 2010; Lo et al., 2008). Este projeto explora as possibilidades da energia solar em contexto residencial, implementando uma usina de 2000 watts que converte eficientemente a energia das placas fotovoltaicas de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA), viabilizando o abastecimento de equipamentos.

As placas fotovoltaicas convertem a radiação solar em energia elétrica em corrente contínua (CC), sendo necessário elevar essa energia para níveis adequados e converter para corrente alternada (CA) para uso residencial. O projeto visa construir e implementar as topologias necessárias: um conversor elevador de tensão CC-CC e um inversor CC-CA, ajustados às especificidades do projeto.

O projeto integra ensino, pesquisa e extensão, promovendo o desenvolvimento técnico-científico dos discentes. Eles participam ativamente na construção do sistema fotovoltaico, desenvolvendo habilidades práticas e teóricas, e são incentivados a publicar artigos científicos em congressos e revistas da área de engenharia elétrica, compartilhando suas experiências com a sociedade e o meio acadêmico.

Fundamentação teórica

A fundamentação teórica do projeto incluiu revisões bibliográficas sobre transição de fontes de energia, funcionalidade e tecnologias das placas fotovoltaicas, topologias de conversores CC-CC (*Boost*) e CC-CA (inversor), controladores e fabricação de protótipos. Esses temas são específicos da eletrônica de potência e controle de processos.

Procedimentos metodológicos

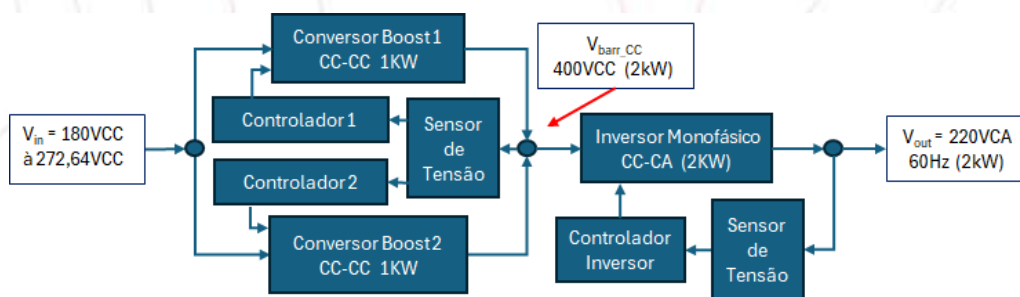
Os estudos e a implementação do projeto seguem um procedimento metodológico bem definido:

- Revisão bibliográfica e definições: Após a apreciação de artigos relacionados, foram definidos os parâmetros elétricos do sistema: tensão de saída eficaz de 220 Vrms, frequência de 60 Hz e potência de saída de 2 W. As características das placas fotovoltaicas foram analisadas, com potência máxima de 335 W, tensão de 38,1 Vmp e corrente de 8,79 A na máxima potência. Optou-se por utilizar seis placas fotovoltaicas conectadas em série. Definiu-se as topologias do conversor *Boost*, com

faixa de tensão de entrada de 180 VCC a 272,64 VCC, e do inversor monofásico, configurado para operar isoladamente (*off-grid*) para garantir independência do sistema.

- Proposta de Topologia de Controle: A Figura 1 mostra o fluxograma do sistema proposto com as topologias em controle de malha fechada. Os painéis fotovoltaicos são conectados em dois conversores *Boost* em paralelo, cada um com 1 kW de potência, e controle de tensão individual para manter o barramento CC em 400 V. Esse barramento é então ligado à entrada de um inversor monofásico de ponte completa, que regula tanto a tensão quanto a frequência para fornecer saída de 220 VCA e 60 Hz, adequada para consumo residencial.

Figura 1 – Fluxograma do inversor com as topologias em controle de malha fechada



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

- Modelagem e simulações do sistema: A modelagem e simulações foram realizadas para projetar controladores eficazes, utilizando o software Matlab®. O comportamento dinâmico dos conversores *Boost* e inversor foi analisado em diversos cenários, aumentando a robustez do projeto.
- Projeto das placas eletrônicas (PCB's): A Figura 2.a mostra o protótipo do *Boost* com circuito de controle em protoboard e fonte auxiliar de 24 V. Placas finais em fenolite serão fabricadas a partir deste protótipo. O inversor está sendo fabricado e a placa de controle está em simulação. Após conclusão, todas as placas serão instaladas em um painel elétrico industrial, seguindo normas de segurança vigentes.
- Ensaio funcionais: A Figura 2.b mostra o momento dos ensaios funcionais do protótipo do *Boost* com controle de malha fechada, onde foram realizados testes práticos para verificar sua funcionalidade com cargas variando de 160 W a 1000 W. O mesmo procedimento será realizado com o inversor após a conclusão da etapa de fabricação. Em campo, o sistema será testado em diversas condições de

operação, a fim de comparar os resultados reais com os simulados, concretizando a última etapa.

Figura 2 – (a) Versão do Protótipo do *Boost* com a Protoboard de Controle e Fonte Auxiliar de 24 V (esquerda); e (b) Registro dos Ensaio Práticos em Laboratório do Protótipo do *Boost* com Controle eM Malha Fechada (direita)

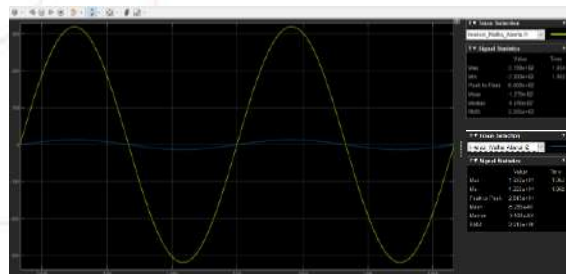


Fonte: Elaborado pelos Autores (2024).

Resultados e discussões

Os resultados obtidos até o momento são promissores. Foram definidas as características do projeto, realizada a modelagem do sistema, simulações e ensaios práticos do *Boost* em nível de potência e controle. A modelagem e simulação da topologia do inversor monofásico em malha aberta foram concluídas, enquanto o controle em malha fechada do inversor está em andamento, com o protótipo em fase de fabricação para os ensaios práticos.

Figura 3 – Formas de ondas da tensão e corrente na saída do inversor no simulador



Fonte: Elaborado pelos Autores (2024).

Os resultados práticos do conversor *Boost* CC-CC em termos de controle levaram à submissão de um artigo ao Congresso Brasileiro de Automática (CBA 2024), e os autores planejam submeter outros artigos relacionados ao projeto. Também foram realizadas simulações do inversor em malha aberta, demonstrando na Figura 3 as formas de onda da

tensão e corrente de saída do inversor em regime permanente, com valores eficazes (RMS) de 225 V e 9,319 A, correspondendo a uma carga de 2096 Watts.

Considerações finais

Os objetivos do projeto estão bem encaminhados, com procedimentos seguindo o planejado e desafios superados ao longo do caminho. Pesquisadores discentes atuam como proponentes, participando ativamente das decisões, planejamento e execução, com suporte dos docentes. Ensaio práticos são supervisionados de perto devido aos riscos envolvidos. Resultados e experiências estão sendo compartilhados em artigos científicos, contribuindo significativamente para a comunidade acadêmica e sociedade. Estima-se que 75% dos objetivos estejam concluídos até o momento, com expectativa de entrega total até o prazo final.

Referência ao fomento recebido

Agradecemos ao IFSC pelo apoio financeiro através do edital de pesquisa: 02/2023/PROPPI (UNIVERSAL) - Projeto: PILGS3217-2023.

Referências

- VILLALVA, Marcelo Gradella. **Energia Solar Fotovoltaica**: conceito e aplicações. 2. ed. São Paulo: Érica, 2015.
- Bo, Yuan; Xu, Yang; Donghao, Li. **Application of Power Compensating Concept for High Efficiency Maximum Power Point Tracking in Grid-Connected Photovoltaic System**. International Power Electronics Conference. 2010.
- He, Guannan; Chen, Qixin; Kang, Chongqing; Xia, Qing. **Optimal Offering Strategy for Concentrating Solar Power Plants in Joint Energy, Reserve and Regulation Markets**. IEEE Transactions on Sustainable Energy. 2016.
- Lo, Yu-Kang; Lee, Ting-Peng; Wu, Kuan-Hung. **Grid-Connected Photovoltaic System With Power Factor Correction**. IEEE Transactions On Industrial Electronics. 2008.

PROJETO DE DOMÓTICA EM ESCALA REDUZIDA PARA DEMONSTRAÇÕES EM EVENTOS INTERNOS E EXTERNOS AO CÂMPUS ARARANGUÁ

Divisão Temática

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

Autores: J.L.S. JUNIOR¹; E.S. SERAFIM²; C.R. KRUMREICH³

Edital 01/2023/PTOPPI Programa de Apoio ao Desenvolvimento de Projetos de Pesquisa com Finalidade Didático-Pedagógica em cursos regulares no câmpus Araranguá.

Resumo:

A domótica ou automação residencial é uma área relativamente nova no Brasil, portanto cara e desconhecida por muitos em nossa região. Ela permite muitas facilidades e comodidades, pois por comando de voz ou por meio de aplicativos de smartphone/tablet é possível verificar se uma janela ou porta está aberta, ligar ou desligar lâmpadas, etc. Então, temos como problema: como tornar a domótica mais conhecida e ajudar na divulgação dos cursos técnicos do câmpus Araranguá? Assim, o objetivo do projeto é construir uma maquete com uma impressora 3D, inserir componentes elétricos, programar e comandar através de aplicativo para smartphone/tablet, e por fim utilizá-lo em eventos internos e externos ao câmpus para divulgação do tema domótica e dos cursos oferecidos pelo câmpus. Para isto fez parte da metodologia, pesquisar, projetar e imprimir uma residência em 3D (a primeira versão era isopor), definir o que seria automatizado (manter ou acrescentar novos componentes), programar o aplicativo, testar, montar tudo sobre uma estrutura móvel para que possa ser utilizada como forma de divulgação em eventos internos e externos ao câmpus. Como foi finalizado em dezembro de 2023 e apresentar instabilidade na comunicação, o mesmo ainda não foi levado em eventos.

Palavras-chave: domótica; automação residencial; ESP32.

Introdução

A necessidade do homem de querer controlar algo de forma inteligente não é tão atual quanto se pensa. Em 1894, Nikola Tesla fez experimentos de comunicação sem fio e em 1898 mostrou à população um barco controlado por rádio (JUNIOR e FARINELLI, 2018). Esse equipamento deu origem ao controle remoto. Desde então, o homem teve a necessidade de possuir objetos automatizados. Em 2021, uma equipe de Projeto

¹ Jairo Lourenço dos Santos Júnior, estudante do curso Técnico Integrado em Eletromecânica do IFSC câmpus Araranguá, jairo.lsj2006@aluno.ifsc.edu.br.

² Emerson Silveira Serafim [docente câmpus Araranguá/ Eletromecânica] do IFSC, emersonserafim@ifsc.edu.br.

³ Cristian Rutz Krumreich [docente câmpus Araranguá/ Eletromecânica] do IFSC, cristianrutz@ifsc.edu.br.

Integrador do Integrado em Eletromecânica fez a seguinte pesquisa via formulário eletrônico para a comunidade: “*Você sabe o que é automação residencial?*”. Das 133 respostas, 54,9% respondeu que não conhece e 42,1% respondeu que conhece pouco. E quando perguntados se “*Você gostaria de controlar os equipamentos de sua casa através de um único aplicativo em seu smartphone/tablet?*”. Das 133 respostas, 91,7% gostaria que sim. Ou seja, a falta de informação sobre domótica e o desejo pela tecnologia são problemas reais e atuais. Assim, o objetivo geral foi readequar o projeto desenvolvido em 2021 para demonstrações práticas de domótica em eventos internos (visitas de escolas) e externos (feiras e exposições), divulgando assim, nossos cursos técnicos (subsequente de Automação Industrial e Integrado em Eletromecânica). Para realização deste projeto, o estudante precisou pesquisar um novo layout para a residência, utilizar a ferramenta de desenho que aprendeu em CAD (SANTANA e SILVEIRA, 2012) e utilizar a impressora 3D (LIRA 2021). Além de pesquisar sobre a programação da ESP32 e do aplicativo para smartphone/tablet. Com relação as atividades de extensão, pretende-se utilizar nos eventos internos e externos ao câmpus.

Fundamentação teórica

De acordo JUNIOR e FARINELLI (2018), o conceito de domótica/automação residencial pode ser resumido como algo que se controle de forma autônoma ou remota. A partir dos anos 80 surgiu a ideia de conforto em casa, dando às pessoas a oportunidade de controlar equipamentos a partir do sofá, com os controles remotos. Em 2010 surgiu a Smart TV, que permitia a interação com o usuário. Agora reflita: o que mais podemos controlar remotamente com as atuais tecnologias? A domótica atua e pode atuar em diversas áreas de uma casa, tais como: controle de iluminação; sistema de segurança (câmeras e alarmes); sistemas de irrigação; automação da abertura de persianas; sensores de presença (janelas e portas); sensores de fumaça ou vazamento de água; fechaduras eletrônicas. Para automatizar uma casa ou uma tarefa são necessários componentes eletrônicos. São várias as possibilidades, porém destacam-se aqui as mais importantes para a realização deste trabalho e disponíveis no mercado: sensor de temperatura e umidade (DHT11); sensor magnético (reed-switch); micro servo motor 9g; collar 5V; módulo de relés de 8 canais; fonte 220 Vac/ 5 Vdc; LED de alto brilho; módulo

ESP32. Para programação da ESP32 foi utilizado a linguagem C/C++ (JUNIOR e FARINELLI, 2018). O APP inventor utiliza uma linguagem própria baseada em blocos de instrução (MONK, 2014).

Procedimentos metodológicos

O projeto foi dividido nas seguintes etapas (objetivos específicos):

Etapa 1: Projeto 3D, bolsista e coordenador: com a definição da nova planta, foi utilizado o Woca Elétrica para gerar o layout em 2D e o Solidworks para gerar a imagem em 3D de cada cômodo da residência, além de janelas, portas e suportes.

Etapa 2: Impressão 3D, bolsista e coordenador: O Solidworks gerou os arquivos (STL) para utilização no software de fatiamento da impressora 3D, que gera o arquivo GCO, que por sua vez é utilizado pela impressora 3D.

Etapa 3: Fixação da maquete: Finalizada a impressão de toda as peças, o bolsista fixou cada cômodo da maquete na placa de madeira utilizando parafusos.

Etapa 4: Instalação do painel elétrico: O bolsista revisou os componentes do painel elétrico, e não foi necessário inserir novos componentes, em seguida o fixou na placa.

Etapa 5: Instalação dos componentes elétricos: O bolsista instalou os componentes elétricos na maquete: condutores, LEDs (três brancos, três amarelos e um vermelho), sensor de temperatura e umidade, sensor magnético, servomotor e cooler.

Etapa 6: Programação da placa ESP32: O bolsista precisou revisar a linguagem de programação da placa ESP32 devido a ampliação da quantidade de LEDs, da inclusão do servomotor e do sensor de temperatura/umidade.

Etapa 7: Revisão do comando sem fio: o bolsista precisou pesquisar o APP Inventor que gera aplicativos para smartphone/tablet e substituir a transmissão WiFi por Bluetooth.

Etapa 8: Teste das funcionalidades: O bolsista realizou os testes necessários no aplicativo instalado em um smartphone para validar todas as funcionalidades.

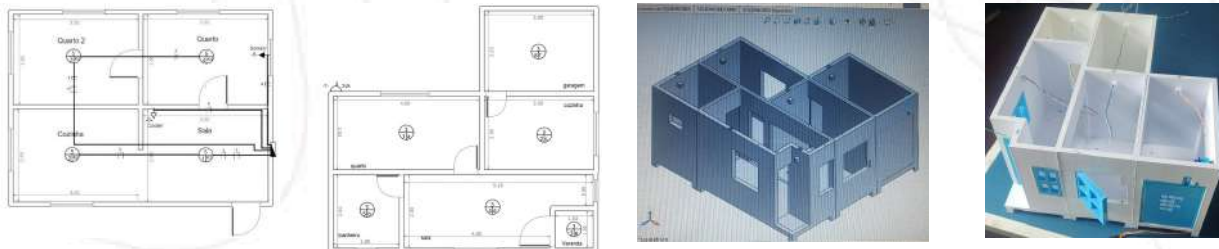
Etapa 9: Uso do projeto em eventos: Finalizados os testes pretendia-se utilizar o projeto nos mais variados eventos possíveis.

Para o **gerenciamento** das etapas, foram realizadas reuniões semanais e organização de um grupo no *whatsapp*.

Resultados e discussões

Destaca-se que foram realizadas melhorias em relação ao projeto de 2021, tais como: antes a maquete era de isopor, agora é de PLA (material utilizado na impressora 3D); temos cinco novos cômodos e sete LEDs de alto brilho para melhor visualização em locais com muita claridade; foi substituído o cooler por um menor; continuamos com o sensor magnético na janela; inserimos um servomotor para abrir a porta da garagem; inserimos um sensor de temperatura/umidade; agora o comando é por bluetooth (que dispensa internet nos locais de apresentação); a maquete está em uma placa de madeira que permite o transporte com mais facilidade e posicionamento sobre uma mesa, num ângulo que permite as pessoas verificarem o que está sendo comandado pelo aplicativo no smartphone/tablet; agora temos um suporte para o smartphone/tablet que permite as pessoas interagirem melhor com o projeto, uma vez que fica próximo a maquete.

Figura 1 – (a) Layout antigo da residência (2021); (b) Novo layout (2023), ambos produzidos no WOCA Elétrica; (c) Projeto 3D feito no solidworks. (d) Maquete impressa em 3D.



FONTE: Dos autores.

Figura 2 – Projeto completo inclinado sobre a mesa com o tablet no tripé.



FONTE: Dos autores.

Considerações finais

Ao final do projeto praticamente todos os objetivos foram alcançados. Dois específicos foram parcialmente concluídos: o novo sistema via Bluetooth ainda apresenta instabilidade na comunicação entre a ESP32 e o aplicativo desenvolvido no APP inventor, e falhas na comunicação com o sensor de temperatura/umidade DHT11. O objetivo não concluído foi a apresentação do projeto para o público externo. Vale destacar que o projeto foi finalizado em dezembro de 2023, o que impossibilitou a divulgação externa. Em 2024 este projeto terá continuidade como tema de Projeto Integrador do terceiro ano de nosso integrado em eletromecânica, em que um dos estudantes é o mesmo que desenvolveu o aplicativo, permitindo assim a solução dos problemas apresentados no aplicativo. Acredito que o projeto tenha sido de grande valia para o bolsista, desde a fase de pesquisa, utilização dos conhecimentos adquiridos no curso através do projeto da estrutura e programação. Ficando para 2024 a apresentação do projeto para o público externo.

Referência ao fomento recebido

Edital 01/2023/PTOPPI Programa de Apoio ao Desenvolvimento de Projetos de Pesquisa com Finalidade Didático-Pedagógica em cursos regulares no câmpus Araranguá.

Referências

JÚNIOR, Sérgio Luiz S.; FARINELLI, Felipe A. Domótica - Automação Residencial E Casas Inteligentes Com Arduino E ESP826. SRV Editora LTDA, 2018. E-book. ISBN 9788536530055. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536530055/>. Acesso em: 05 jul. 2024.

SANTANA, Fábio Evangelista; SILVEIRA, Jonatan Maceda. Meu primeiro livro de solidworks. Florianópolis: Ed. do IFSC, 2012. 120 p. ISBN 9788564426412.

LIRA, Valdemir M. Processos de fabricação por impressão 3D: Tecnologia, equipamentos, estudo de caso e projeto de impressora 3D. Editora Blucher, 2021. E-book. ISBN 9786555062960. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555062960/>. Acesso em: 06 jul. 2024.

MONK, Simon. Projetos com arduino e android: use seu smartphone ou tablet para controlar o arduino. Grupo A, 2014. E-book. ISBN 9788582601228. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582601228/>. Acesso em: 06 jul. 2024.

PROJETO E EXECUÇÃO DE UM EQUIPAMENTO DE ENSAIO DE IMPACTO POR PÊNDULO CHARPY

Divisão Temática

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

**Autores: V. SANTOS; M. BALDO; G. MENEGOTTO;¹
D. BELLE; A. DA SILVA; G. FEITEN.²**

Editais 15/2022 - Apoio a Grupos de Pesquisa/SMO e 04/2023/PROPI - Fluxo Contínuo.

Resumo:

Os ensaios de impacto determinam a tenacidade de um material, medindo a energia absorvida até sua ruptura. A construção de um equipamento de ensaio de tenacidade permite estimar propriedades mecânicas de materiais metálicos em projetos mecânicos. O projeto integra ensino, pesquisa e extensão, sendo usado em aulas práticas, experimentos e caracterização de materiais para a comunidade externa. Seguindo a norma ABNT NBR ISO 148, o projeto envolveu etapas de dimensionamento e a elaboração de desenhos 3D e 2D. A fabricação, realizada por alunos voluntários sob supervisão dos docentes, utilizou processos de usinagem, soldagem e tratamentos térmicos. Em fase de testes e calibração, os resultados preliminares são satisfatórios, destacando a qualidade do equipamento e o envolvimento dos alunos. Os procedimentos metodológicos permitiram o desenvolvimento do projeto de ensino, com expectativas de atividades de pesquisa e extensão após a conclusão do equipamento.

Palavras-chave: transição dúctil-frágil; fabricação; propriedades; tenacidade.

Introdução

Os ensaios de impacto têm a finalidade de determinar a propriedade de tenacidade de um material, ou seja, a energia que este absorve até sua ruptura. Apesar de ser um ensaio que fornece informações importantes, o projeto e construção são relativamente simples, de modo que existe na literatura especializada uma série de trabalhos como Herzmann et al., 2008; De Almeida et al., 2015 e Chitolina et al., 2013, que demonstram as etapas importantes para o seu projeto e fabricação.

A área de eletromecânica possui equipamentos para realização de ensaios de dureza, a partir do qual pode-se determinar a dureza e até estimar o limite de ruptura de

¹ Estudantes do curso Técnico em Eletromecânica Integrado ao Ensino Médio do IFSC São Miguel do Oeste.

² Servidores docentes da área de Eletromecânica do IFSC São Miguel do Oeste, eletromecanica.smo@ifsc.edu.br

um material. Com a construção de um equipamento de ensaio de tenacidade é possível estimar as principais propriedades mecânicas de um material metálico a ser utilizado em projetos mecânicos, seja por cargas estáticas ou dinâmicas.

O desenvolvimento deste projeto possibilita a atuação concomitante nos eixos de ensino, pesquisa e extensão. O primeiro, o ensino, relaciona o produto deste projeto como mais um equipamento a ser utilizado nas aulas práticas de tecnologia dos materiais para compreensão das propriedades e comportamentos mecânicos destes quando submetido a diferentes condições. Com relação à pesquisa, a possibilidade de quantificar a tenacidade de um material ou junta soldada possibilita em experimentos, resultando em uma linha de pesquisa com vasto potencial de publicações acadêmicas. A associação deste projeto com a extensão se dá através da caracterização de materiais que possam ser solicitados pela comunidade externa.

Fundamentação teórica

Quando se trata de projetos de equipamentos industriais, o aço e suas ligas são os mais amplamente utilizados. Os aços, são essencialmente ligas de ferro-carbono onde o teor de carbono deve ser no máximo 1,2% (Smith e Hashemi, 2013). À medida que o teor de carbono varia e que são adicionados diferentes elementos na liga, as propriedades do aço podem variar de forma bastante significativa. Observa-se ainda que a estabilidade das propriedades mecânicas para diferentes faixas de temperatura, e modos de fratura também são bastante influenciados pela composição da liga metálica.

Ocorre que um material pode romper de forma dúctil para determinado tipo de solicitação e temperatura e de forma frágil para mesma solicitação e diferente temperatura, isto porque existe uma temperatura de transição dúctil-frágil. A fratura frágil nos metais é definida pela propagação rápida de trinca, com baixa absorção de energia, apresentando pouca ou nenhuma deformação plástica, enquanto que a fratura dúctil absorve bastante energia antes da ruptura, apresentando assim uma grande deformação plástica (CALLISTER, 2000). Este comportamento está relacionado com o modo de fratura e tenacidade (resistência ao impacto) dos materiais. A resistência ao impacto ou tenacidade de um material depende da velocidade da aplicação da carga e da temperatura do material que está sendo solicitado (VAN VLACK, 1970).

Procedimentos metodológicos

Posteriormente ao estudo bibliográfico, com base na norma ABNT NBR ISO 148 Materiais Metálicos – Ensaio de impacto por pêndulo Charpy Parte 1: Método de Ensaio, Parte 2: Verificação de máquinas de ensaio e Parte 3: Preparação e caracterização de corpos de prova Charpy com entalhe em V usados na verificação indireta de máquinas de ensaios de impacto por pêndulo, o equipamento a ser projetado foi dividido em 11 componentes principais.

Figura 1 – Modelo 3D do equipamento



Fonte: os autores (2024).

Além disso, para iniciar o dimensionamento foram pré-estabelecidos alguns parâmetros de projeto como: Comprimento do cutelo: 30 mm; Diâmetro da extremidade do cutelo: 4 mm; Ângulo do cutelo: 180°; Velocidade de impacto: 5,5 m/s; Energia pretendida do projeto: 150 J; e Ângulo de queda: 160°.

Para facilitar o dimensionamento do equipamento o mesmo foi dividido em etapas: A - Dimensionamento do Cutelo; B - Cálculo do centro de percussão; C - Cálculo da massa do martelo; D - Cálculo do material do cutelo; E - Dimensionamento da haste; F - Dimensionamento da coluna; G - Dimensionamento do eixo; e H - Dimensionamento do encosto/apoio do corpo de prova.

Realizado o dimensionamento dos componentes do equipamento, foram desenvolvidos os desenhos em 3D e 2D com suas projeções ortogonais para realizar a manufatura dos mesmos. O desenho 3D do conjunto está ilustrado na figura 1.

Resultados e discussões

A fabricação dos componentes do conjunto foi executada pelos alunos voluntários do projeto com a supervisão dos professores, para tal foram empregados processos de usinagem em serra, torno mecânico e fresamento, além de técnicas de soldagem e tratamentos térmicos de materiais metálicos, conforme dimensionamento de projeto e detalhamento das peças. A medida que as peças foram sendo fabricadas a montagem do equipamento foi sendo realizada, como pode ser observado na figura 2.

Figura 2 – Equipamento em fabricação



Fonte: os autores (2024).

O equipamento se encontra na fase de testes e calibração, a etapa corrente visa a instalação do disco graduado e do ponteiro de arraste que indicará a energia dissipada para romper o material do corpo de prova e resultar em um valor de tenacidade. Os resultados obtidos até então, ou seja, a fabricação e montagem da estrutura se mostraram satisfatórios quanto à qualidade do equipamento e principalmente a participação e envolvimento dos alunos voluntários na resolução de problemas, na aplicação de técnicas de fabricação e montagem e no desenvolvimento de habilidades práticas.

Considerações finais

Observado o exposto acima, constata-se que os procedimentos metodológicos aplicados tornaram possível o desenvolvimento do projeto e execução do equipamento de ensaio por pêndulo Charpy, de acordo com o proposto inicialmente, buscando a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Até a etapa corrente, o eixo do ensino se fez mais presente, porém, após a conclusão do equipamento a pesquisa e a extensão se tornarão possíveis, assim como o ensino continuará sendo abordado durante as aulas práticas de ensaios mecânicos.

Referência ao fomento recebido

Editais 15/2022 - Apoio a Grupos de Pesquisa/SMO e 04/2023/PROPPi - Fluxo Contínuo.

Referências

CALLISTER, William. **Ciência E Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. Grupo Gen-LTC, 2000.

CHITOLINA, C.R.; ANTON, F.M.; SEVERO, R.F. Dimensionamento do Martelo de Uma Máquina de Ensaio de Impacto de 50 Joules Utilizando a Técnica Charpy. **3ª Semana Internacional das Engenharias da FAHOR**, Horizontina, 2013.

DE ALMEIDA, Maycon Douglas Leão; DA SILVA, Edson Roberto. Dimensionamento de um Equipamento para Ensaio de Impacto Charpy. **Fac. Eng. Mecânica, UniRV Univ. Rio Verde**, p. 1-22, 2015.

HERZMANN, Tiago Vinicius et al. MÁQUINA DE ENSAIO MECÂNICO CHARPY. **Anais da Mostra de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cidadania (MEPEC)-ISSN 2596-0954**, v. 3, p. 81-85, 2018.

SMITH, William F.; HASHEMI, Javad. **Fundamentos de engenharia e ciência dos materiais**. Amgh Editora, 2013.

VAN VLACK, Lawrence H. **Princípios de ciência dos materiais**. Editora Edgard Blucher, 1970.

PROPOSTA DE UMA FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DOS DADOS OPERATIVOS DE UMA USINA HIDRELÉTRICA

Divisão Temática

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

Autores: J. DE LEMOS¹; F. TAKIGAWA².

Resumo:

A operação do sistema elétrico brasileiro enfrenta desafios significativos devido à sua dimensão, complexidade e diversidade de fontes. Em 2022, aproximadamente 62% da energia elétrica no Brasil foi gerada por usinas hidrelétricas, que ilustra a relevância dessas instalações no sistema. No entanto, as usinas hidrelétricas estão espalhadas por todo território nacional e possuem diversas restrições operativas (no tempo real) relacionadas às instruções operativas vigentes e definidas pelo Operador Nacional do Sistema (ONS). Essas instruções normalmente estão relacionadas à hidrologia do rio e visam mitigar possíveis riscos ambientais na região. O ONS disponibiliza um histórico da operação, com diversas informações operativas das usinas e do sistema. No entanto, por mais que essas informações possam ser visualizadas em gráficos, não existe a possibilidade de agrupar ou de analisar conjuntamente as informações. Neste sentido, o objetivo principal do trabalho é desenvolver uma ferramenta computacional que possibilita o usuário efetuar análises operativas da usina, mesclando as informações disponíveis dos dados históricos de operação, disponibilizados pelo ONS. Os principais resultados obtidos até o momento é a ferramenta computacional proposta em Python e uma análise inicial dos dados horários coletados (2004 a 2023).

Palavras-chave: Histórico de operação; Usina hidrelétrica; Análise de dados; Programação em Python.

Introdução

A matriz energética brasileira é sustentada principalmente pela geração proveniente de Usinas Hidrelétricas (UHE), em especial das que possuem reservatórios e que proporcionam maior flexibilidade operativa ao sistema (EPE, 2024). Pode-se afirmar que a operação do sistema elétrico brasileiro é complexo e possui características matemáticas peculiares (estocástico, acoplado no tempo e no espaço, grande porte, inteiro-misto, não linear). Neste sentido, o sistema é controlado de forma integrada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que utiliza de diversos sistemas computacionais para realizar o

¹ Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Energia do IFSC - Campus Florianópolis, joneimarlemos17@gmail.com

² Professor do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica do IFSC Campus Florianópolis, takigawa@ifsc.edu.br

planejamento da operação (ONS, 2024), desde o longo prazo até a operação em tempo real.

No entanto, normalmente existe discrepância entre a programação diária da operação (resultado do planejamento da operação) e a operação em tempo real, devido a diversos fatores, como contingências de equipamentos e equívocos nos dados de previsão (afluências, geração e carga). Essa discrepância pode exigir reprogramações na operação em tempo real (SCHMITT, 2020).

O ONS disponibiliza em seu site o histórico de operação, com diversas informações operativas do sistema (dados de geração, carga, hidrologia, entre outros). No entanto, existe uma limitação relacionada à observação de apenas uma informação, que pode dificultar o entendimento do cenário operativo no período analisado. Neste sentido, o objetivo principal deste trabalho é propor o desenvolvimento de uma ferramenta computacional que possibilite integrar diversas informações operacionais de uma UHE. Essa integração permitirá visualizar e comparar os dados de forma expositiva, facilitando a identificação de possíveis padrões e anomalias, além de oferecer uma ferramenta útil tanto para a pesquisa acadêmica quanto para o ensino.

Fundamentação teórica

Neste trabalho foi escolhida a UHE de Machadinho que está localizada na bacia do Rio Uruguai e contém diversas restrições operativas no tempo real (SCHMITT, 2020). As restrições estão relacionadas ao controle na vazão defluente, pois a diminuição abrupta do nível do rio à jusante da usina pode afetar a ictiofauna, desregulando o ecossistema local. Assim, as diminuições de defluência precisarão seguir uma série de condições e horários estabelecidos conforme ilustrado por Schmitt (2020). Adicionalmente, a UHE de Machadinho está no meio de uma cascata, tendo duas usinas a montante e uma a jusante.

No histórico de operação do ONS, pode-se obter os dados operativos da usina, tais como as informações horárias de geração e diárias de vazão turbinada, vazão vertida, volume útil, nível de montante, nível de jusante, afluência e defluência. De acordo com ONS (2024), os dados são enviados pelas usinas, dentro de prazos determinados e seguindo protocolos e padrões exigidos. O ONS também disponibiliza um portal de *Application Programming Interface* (API) com os dados hidrológicos, que facilita a coleta dos dados por meio de algoritmos de programação e permite a escolha da usina, do intervalo e da

discretização (hora ou dia). No entanto, para fazer o *download* dos dados de geração via algoritmos de programação, o ONS disponibiliza apenas arquivos CSV (Valores Separados por Vírgula) contendo dados de geração de todas as usinas em base horária. Sendo que do ano 2000 até 2022 cada arquivo tem o intervalo de um ano, após isso, são intervalos mensais. Desse modo, não é possível escolher nem a usina, nem o intervalo e nem a discretização temporal.

Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos foram divididos em três etapas principais: revisão bibliográfica, escolha da linguagem e desenvolvimento computacional. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica para aprofundar o conhecimento sobre o funcionamento e operação das UHEs, com foco especial na UHE Machadinho e no contexto geral em que se insere. Em seguida, foi escolhida a linguagem de programação Python, por ser uma linguagem multifuncional e com uma comunidade ativa com diversos materiais e fóruns para consultas (MCKINNEY, 2018). A linguagem permite a automatização de tarefas repetitivas, assim como, oferece diversas bibliotecas úteis (manipulação dos dados, funções estatísticas, tratamento e visualização de dados, desenvolvimento web).

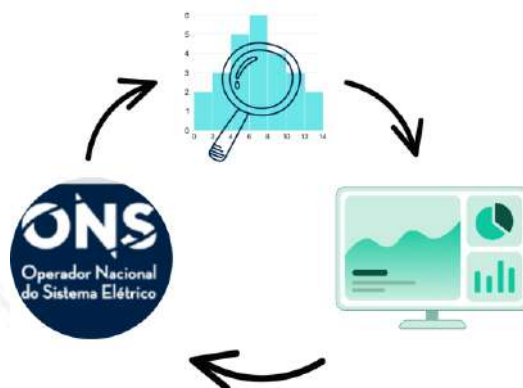
Por fim, o trabalho encontra-se na última etapa de desenvolvimento computacional que relaciona a coleta e tratamento dos dados até as análises/visualizações gráficas dos mesmos.

Resultados e discussões

A coleta dos dados do ONS foi automatizada por meio do desenvolvimento de dois programas (para acessar a API de hidrologia e para acessar os *links* de *download* dos dados de geração), resultando em um banco de dados com base horária de 2004 a 2023. Além dos dados da UHE Machadinho, foram coletados dados de defluência, vazão turbinada e vazão vertida das UHEs Campos Novos (CN) e Barra Grande (BG), localizadas a montante. Adicionalmente, foram coletados dados sobre as características físicas da UHE de Machadinho, como quantidade de unidades geradoras e suas respectivas potências, vazão turbinada máxima, produtividade específica, equação para cálculo de cota do reservatório, entre outras.

A Figura 1 ilustra o desenvolvimento computacional proposto, relacionando a coleta e tratamento dos dados até as análises/visualizações gráficas.

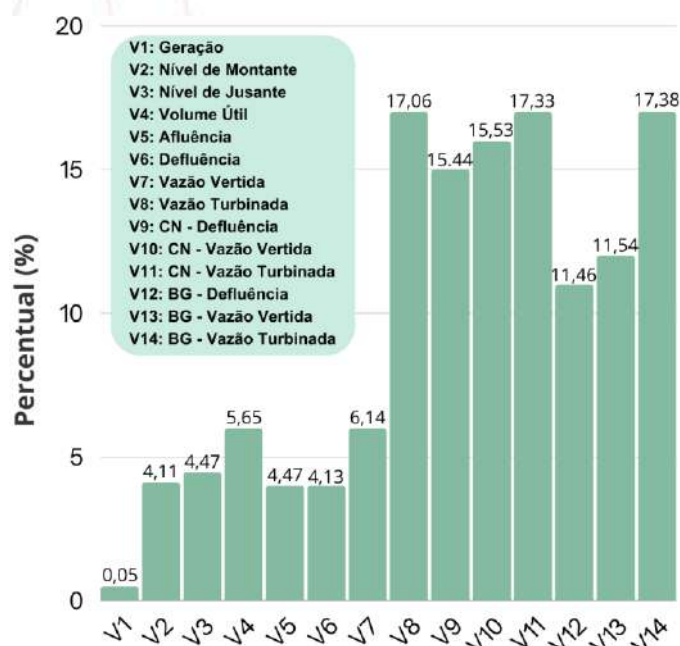
Figura 1 – Desenvolvimento computacional proposto.



Fonte: Elaboração própria.

No tratamento inicial dos dados, foram observados diversos problemas nos dados obtidos, tais como dados nulos, sem padronização e possíveis valores inconsistentes. Ilustra-se na Figura 2, os percentuais de valores nulos encontrados nas informações selecionadas. Como pode-se observar a quantidade de valores nulos nos dados de vazão turbinada para as três usinas estão próximas de 17%, sendo estas as variáveis com maior quantidade de valores nulos.

Figura 2 – Percentual de valores nulos por variável



Fonte: Elaboração própria.

Além disso, foram observadas discrepâncias nos dados que não condizem com as características físicas das usinas, como valor de vazão turbinada quase seis vezes maior do que a vazão turbinada máxima da usina. Outra análise que está sendo observada é confrontar valores de geração e vazão turbinada (por exemplo, não poderia ter geração da usina com vazão turbinada zerada), assim como efetuar o balanço hidráulico para a usina (analisar as vazões afluentes e defluentes e a alteração do reservatório). Tais pontos podem exigir tratamentos adicionais para correção e/ou padronização dos dados.

Considerações finais

As dificuldades encontradas na coleta e tratamento dos dados destacam a importância de APIs mais robustas e dados padronizados, que devem ser revisados. Conforme exposto, existe a necessidade da identificação e correção dos problemas citados (desde que sejam possíveis), proporcionando uma base de dados mais confiável para análises e simulações futuras.

A contribuição da atividade para a formação profissional do discente envolvido é significativa, proporcionando experiência prática em análise de dados e desenvolvimento de software. Futuramente, a ferramenta poderá ser aprimorada para incluir novas funcionalidades e análises, contribuindo tanto para a pesquisa acadêmica quanto para o ensino e a prática profissional.

Referências

- EPE. **Plano Nacional de Energia 2030**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Hidrel%C3%A9trica.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2024.
- MCKINNEY, Wes. **Python para análise de dados**. São Paulo: Novatec, 2018.
- ONS. **Procedimentos de rede**. Disponível em: <https://www.ons.org.br/paginas/sobre-ons/procedimentos-de-rede/vigentes>. Acesso em: 04 jul. 2024.
- SCHMITT, Marcos Roberto. **Proposta para reprogramação da geração hidrelétrica da região sul**. 2020. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Mestrado Profissional em Sistemas de Energia Elétrica, IFSC - Câmpus Florianópolis, Florianópolis, 2020.

PROJETOS INTEGRADORES: A PESQUISA E EXTENSÃO NO APRENDIZADO TECNOCIENTÍFICO DE PROJETO E CONSTRUÇÃO DE MÁQUINAS RECONFIGURÁVEIS

Divisão Temática

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

Autores: F. R. M. da MOTA¹; A. REGIS².

EDITAL Nº 16/2022/PROPPI/DPPE/DIREN/DP/FLN

Resumo:

Nas atividades de pesquisa e de execução vinculadas aos Projetos Integradores da Engenharia Mecatrônica é necessário trabalhar diversas áreas de conhecimento, incluindo o eixo temático de cada módulo/fase do curso. Na medida do possível, os temas de projeto são propostos visando o desenvolvimento de máquinas reconfiguráveis que possam ser reutilizadas no decorrer do curso (em outras unidades curriculares, projetos de pesquisa e extensão). O presente artigo objetiva apresentar os resultados obtidos na implementação dos temas dos Projetos Integradores ocorridos durante 2023/2.

Palavras-chave: projeto integrador; máquinas reconfiguráveis; mecatrônica.

Introdução

Os sistemas de manufatura flexíveis produzem uma variedade de produtos com alterações no volume e na forma, num mesmo sistema (Pereira, 2004). Esses sistemas são compostos por Máquinas Reconfiguráveis: equipamentos industriais construídos para serem flexíveis e se adaptarem às variações do ambiente de produção como, por exemplo, variações de demanda, de mão de obra disponível, de novas exigências mercadológicas, entre outras. O desenvolvimento desse tipo de equipamento tem como objetivo desafiar os alunos de engenharia a projetar e implementar máquinas específicas para diferentes arranjos produtivos. Nesses equipamentos, a modularidade construtiva é requisito para que uma nova máquina possa ser construída. Em um mercado altamente dinâmico, a possibilidade de reconfigurar máquinas no chão de fábrica confere a flexibilidade necessária para suprir as necessidades de manufatura cada vez mais personalizável,

¹ Servidor do campus Florianópolis/Mecatrônica do IFSC, francisco.mota@ifsc.edu.br.

² Servidor do campus Florianópolis/Mecatrônica do IFSC, adriano.regis@ifsc.edu.br.

sendo um diferencial para uma determinada indústria. Nos Projetos Integradores do curso de Engenharia Mecatrônica, tais máquinas são utilizadas na implementação de variadas funções, como impressoras 3D, máquinas de usinagem, de manipulação, de medição, de seleção, entre outras, permitindo o estudo de diversos conceitos apresentados em unidades curriculares no decorrer do curso.

Neste contexto, poder-se-ia utilizar máquinas comerciais disponíveis, mas que, normalmente, têm um alto custo de aquisição e apresentam limitações consideráveis em termos de reconfigurabilidade. Assim, justifica-se o desenvolvimento de módulos e máquinas reconfiguráveis nos Projetos Integradores da Engenharia Mecatrônica, conferindo aos alunos a possibilidade da aprendizagem através de projeto. Como resultado desse trabalho, foram construídas máquinas reconfiguráveis e adaptáveis em que soluções de *software* e *hardware* podem ser testadas.

Fundamentação teórica

Promover a ciência e a tecnologia é dever das instituições que disponibilizam ensino, extensão e pesquisa; atividades estas desenvolvidas permanentemente na busca da excelência pelo Instituto Federal de Santa Catarina. No Curso Superior de Engenharia Mecatrônica (IFSC, Florianópolis), as atividades (ensino, extensão e pesquisa) são estimuladas na solução de problemas relacionados ao mundo de trabalho e suas tecnologias. Nessa perspectiva, o método pedagógico para o processo de ensino aprendizagem que mais se aproxima da realidade a ser vivida pelos estudantes no ambiente profissional é o Projeto Integrador (PI). Ele foi experimentado, inicialmente, como principal eixo metodológico de curso do IFSC em 2001, no Curso Técnico em Mecânica. Atualmente é uma realidade em todos os cursos do Departamento Acadêmico de Metal Mecânica (campus Florianópolis) e em muitos cursos do IFSC.

Essa referência metodológica do PI, pela qual o departamento e instituição são reconhecidos, foi construída a partir do estudo do fazer pedagógico na linha construtivista e crítica do conhecimento. Ele também é estruturado em referenciais teóricos epistemológicos do conhecimento da ciência e tecnologia como os fundamentos para o processo ensino-aprendizagem. O PI sustenta-se no fazer pedagógico coletivo, do sempre aprender a aprender na dimensão horizontal das relações entre professores e estudantes,

da importância da pesquisa na busca de soluções tecnológicas e científicas, e da aplicação do produto do projeto como solução para problemas sociais. No entanto, o maior destaque pedagógico dos resultados dessa metodologia é o reconhecimento que os conhecimentos quando utilizados no PI não estão fragmentados, eles fazem parte de um todo a ser construído (IFSC, 2023).

Procedimentos metodológicos

Como pontos comuns, os seis projetos integradores do curso têm como atividade inicial a realização de revisão técnica, em material bibliográfico, banco de patentes e catálogos técnicos, acerca de soluções construtivas de custo efetivo para módulos/máquinas e componentes a serem tecnologicamente integrados. Concomitantemente a esta revisão, são relacionados os requisitos dos projetos integradores com as soluções construtivas possíveis em suas diferentes abordagens, por meio de conceitos de metodologias de projeto de produto. As etapas de desenvolvimento e construção de cada um dos diferentes módulos/máquinas segue um roteiro de atividades inerentemente práticas, sendo estas específicas a cada tema proposto. Os módulos produzidos são então avaliados quanto ao seu desempenho através de ensaios metrológicos, verificando o atendimento das especificações necessárias para utilização nos Projetos Integradores do curso. Após a qualificação, são realizadas as integrações entre os diferentes módulos produzidos, com posterior análise de resultados.

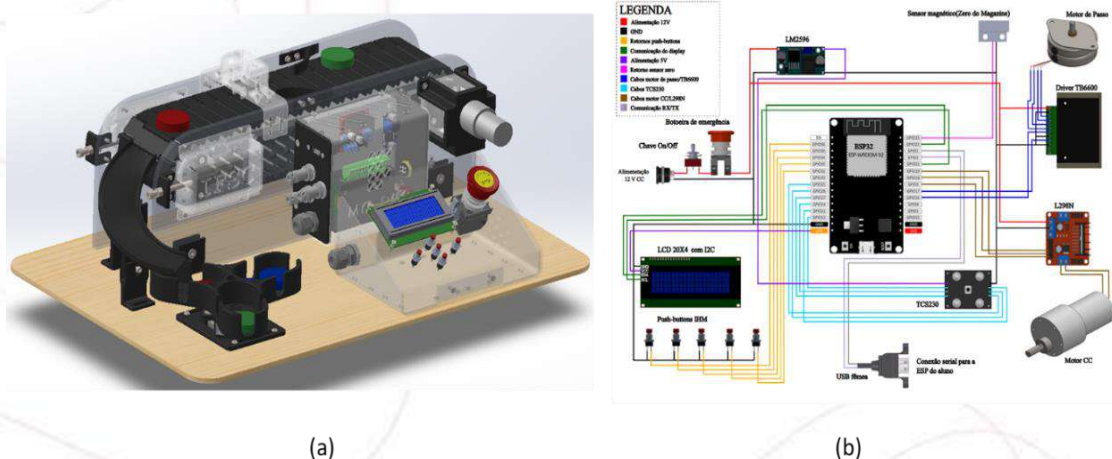
Em termos específicos, cada um dos Projetos Integradores têm particularidades correlatas com o módulo (fase) do curso em que se encontram. O PI-2 tem ênfase em fabricação de componentes mecânicos de máquinas, enquanto no PI-3 os estudantes projetam e montam circuitos eletrônicos contendo elementos digitais e analógicos. No PI-4, os estudantes propõem a criação de máquinas mais complexas incluindo as tecnologias hidráulicas e/ou pneumáticas para, a seguir, no PI-5 explorarem a modelagem dinâmica e os transitórios dos processos de controle. Por fim, nos projetos do PI-6 deve-se integrar a tecnologia CNC (Comando Numérico Computadorizado) de uma máquina com mecanismos robóticos, podendo utilizar todas as tecnologias dos semestres anteriores.

Resultados e discussões

Para o semestre 2023/2 foram propostos cinco temas para o Módulo 5, dois temas para o módulo 6, três temas para o Módulo 7, quatro temas para o módulo 8 e três temas para o módulo 9, totalizando, portanto, dezessete temas para desenvolvimento ao longo do semestre. Devido à limitação do número de páginas, será apresentado apenas o resultado obtido em um tema de Projeto Integrador do Módulo 5.

Um dos temas dos Projetos Integradores do módulo 5 foi o projeto, fabricação e montagem de uma Esteira Seletora, Figura 1. Todo o projeto mecânico foi executado, utilizando o *software* SolidWorks. A fabricação das peças foi realizada com os equipamentos disponibilizados pelo IFSC: o torno Nardini MS 175 para a usinagem dos eixos de tração; a máquina de corte a *laser* Automatisa Dua e a impressora 3D Endrer-3 Pro e Ender 3 para fabricação das demais peças estruturais.

Figura 1 – Desenvolvimento de uma esteira seletora: (a) protótipo conceitual, (b) circuito para acionamento e controle.



Fonte: elaborada pelo autor, a partir dos dados coletados no relatório de PI (2023).

Após a montagem estrutural e do circuito eletroeletrônico, foram realizados testes dos parâmetros de programação, verificando a velocidade de rotação da esteira, tempo de leitura do sensor e o tempo de resposta do *magazine*. A esteira seletora é uma máquina reconfigurável que pode ser utilizada como componente de diferentes células de manufatura.

Considerações finais

A partir dos recursos obtidos no EDITAL Nº 16/2022/PROPPI/DPPE/DIREN/DP/FLN, foi possível o desenvolvimento e conclusão exitosa de 17 Projetos Integradores com a geração de 8 artigos e 9 relatórios técnicos. Para mais detalhe sobre cada projeto, pode-se consultar o link <https://drive.google.com/drive/folders/1ScsdT3evVnrvJmE2kN3qAz-cdKBiBN75?usp=sharing>.

Os projetos desenvolvidos, principalmente nos Módulos 8 e 9, são geralmente convertidos em pré-TCC. Ou seja, alguns alunos adotam o tema desenvolvido no PI e geram a proposta de TCC.

É importante salientar que as equipes de PI participaram ativamente nos desenvolvimentos das atividades propostas, principalmente, no levantamento e pesquisa de mercado para a aquisição dos componentes/materiais para a construção dos protótipos. As atividades relativas aos diversos processos de fabricação, montagem, programação e teste dos protótipos são realizadas pelos alunos.

Referência ao fomento recebido

O recurso financeiro utilizado para execução dos Projetos Integradores foi obtido por meio do EDITAL Nº 16/2022/PROPPI/DPPE/DIREN/DP/FLN.

Referências

PEREIRA, Milton. Metodologia de projeto para sistemas mecânicos de precisão reconfiguráveis. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Programa de pós-graduação em engenharia mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

IFSC. Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Mecatrônica. Florianópolis, 2023.

FUSOR DE FILAMENTOS PARA IMPRESSORA 3D

Divisão Temática

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

Autores: L. RUZYCKI¹; B. CABRAL²; P. PASINATO³; A. NETTO⁴; V. BORBA⁵

PET mecatrônica

Resumo:

A impressão 3D por filamento utiliza um material polimérico fornecido em carretel. O filamento é consumido pela impressora por meio da deposição camada-por-camada formando o objeto 3D desejado. Como o carretel tem uma quantidade finita de material, o planejamento da impressão deve prever sempre que exista uma quantidade suficiente para que o objeto seja reproduzido. Assim, muitos carretéis são postos de lado por possuírem quantidade insuficiente de material o que gera desperdícios de matéria prima. Este projeto tem como objetivo geral, desenvolver um dispositivo capaz de unir duas extremidades de filamentos poliméricos para impressão 3D. O projeto utiliza dois blocos de alumínio com pinos de alinhamento que juntos formam a cavidade do filamento. Em cada bloco foi instalada uma resistência com 40W de potência. A temperatura dos blocos é controlada por arduino nano e sensores de temperatura. Os blocos foram fixados em um alicate de pressão que serve para o fechamento do molde. Após a integração eletroeletrônica do projeto, foram realizados testes de junção de filamentos de PLA. Foi constatado que o conector de filamentos conseguiu controlar a temperatura das resistências aquecendo as extremidades dos filamentos à serem unidos, realizando uma conexão aceitável sendo de tamanho compatível com a entrada de filamentos da impressora 3D e apresentando resultados satisfatórios para o que foi proposto.

Palavras-chave: junção; filamento; impressão 3d; PLA; temperatura.

Introdução

De acordo com Cunico (2014), a crescente demanda dos consumidores por produtos mais complexos, tornou necessário o desenvolvimento de novas tecnologias para atender as necessidades do mercado, entre elas, a impressão 3D.

¹ Estudante do curso Engenharia Mecatrônica do IFSC Mauro Ramos, leonardo.g23@aluno.ifsc.edu.br.

² Egresso do curso Engenharia Mecatrônica do IFSC Mauro Ramos, breno.ac@aluno.ifsc.edu.br.

³ Egresso do curso Engenharia Mecatrônica do IFSC Mauro Ramos, pedro.p25@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Servidor do damm do IFSC-campus Florianópolis, asabino@ifsc.edu.br.

⁵ Servidor do damm do IFSC-campus Florianópolis, [vitorborba@ifsc.edu.br](mailto: ritorborba@ifsc.edu.br).

Quando se analisa o funcionamento de uma impressora 3D, nota-se a utilização de fios poliméricos(filamentos) para realizar a impressão, estes filamentos são empurrados pelo sistema trator da impressora até um bico metálico onde são aquecidos até o seu ponto de fusão, para então serem depositados em uma superfície plana camada-por-camada formando o objeto 3D desejado. Em geral é realizado o planejamento para que o filamento disponível seja suficiente para a fabricação da peça desejada. Quando o filamento chega ao final durante a fabricação de uma peça, o usuário é obrigado a interromper a impressão quebrando a sequência de empilhamento realizada pela impressora, ocasionando em perda de qualidade.

Este projeto busca uma maneira de unir duas extremidades de filamentos poliméricos para impressão 3D, possibilitando o re-abastecimento de filamento da impressora 3D sem que haja a interrupção do processo de impressão, além disso, este dispositivo abre a possibilidade de realizar um impressão com filamentos de cores diferentes dando um melhor aspecto estético para a impressão.

Fundamentação teórica

Atualmente existem vários processos de fabricação enquadrados sobre a alcunha de “impressão 3D”, em sua maioria baseados no mesmo método de construção, gerando objetos tridimensionais adicionando material camada por camada. O processo de impressão 3D mais comum atualmente é realizado por fusão e deposição de material (FDM), no qual um filamento do polímero desejado é empurrado através de um bico aquecido. Primeiro utiliza-se um modelo computadorizado feito em programas de desenho assistido por computador(CAD), em seguida, o modelo digital é convertido em um outro tipo de arquivo no qual estarão contidas as informações de como será feita a divisão das camadas de deposição, além do planejamento da geometria destas camadas e outras características de controle, permitindo a impressora 3D realizar a construção da peça.

O processo de impressão 3D FDM possui certas limitações quanto ao acabamento das peças fabricadas, estas limitações são inerentes ao processo mas podem ser amplificadas pela redução da precisão utilizada no software de modelagem 3D, ou por limitações da própria máquina a ser utilizada. É muito comum na impressão 3D por fusão e deposição de material, a peça apresentar as marcas na deposição dando o aspecto de

“degraus” nas áreas inclinadas da peça exigindo um acabamento de pintura com tinta de recobrimento para cobrir tais marcas.

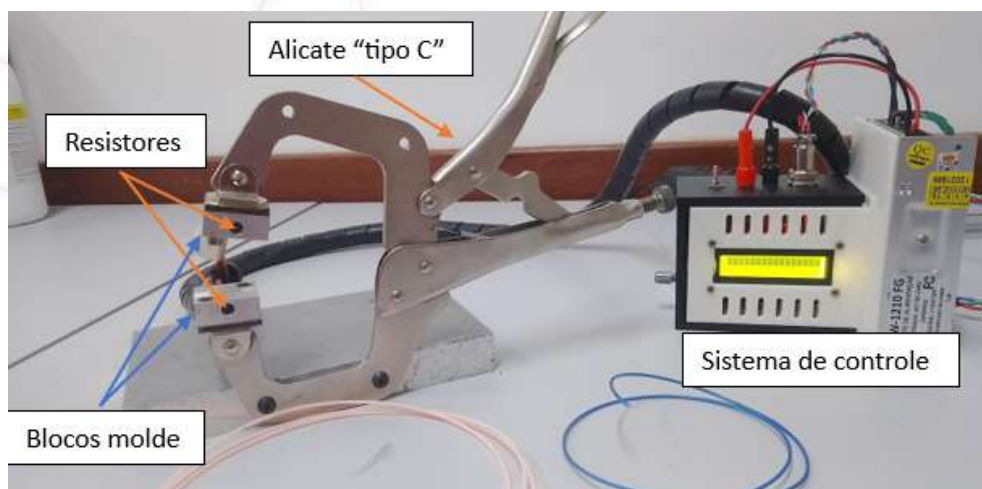
Apesar das restrições, a impressão 3D possui um conceito inovador, permitindo a construção de peças com geometria complexas, impulsionando seu uso nas áreas de engenharia, saúde e design, além de produtos gerais de baixo custo.

Procedimentos metodológicos

Inicialmente foi realizada uma pesquisa em projetos similares visando encontrar alternativas viáveis para a construção de um protótipo que realizasse o proposto.

A análise de protótipos resultou na concepção escolhida, a qual consiste em duas matrizes complementares, com pinos de alinhamento, as quais ao serem fechadas, pressionam e aquecem um tubo polimérico resistente à temperatura, assim constituindo uma câmara de fusão com dimensões similares às do filamento. Estes blocos são equipados com resistências elétricas de 40W cada, semelhantes às de impressoras 3D, acopladas na ponta de um alicate de pressão tipo C, com um sensor de temperatura(termistor) em cada resistência, controladas por um arduino nano, deste modo permitindo a fusão controlada dos materiais poliméricos com as características dimensionais desejadas. Esta configuração pode ser observada na figura 1.

Figura 1 - protótipo montado



Fonte: Autor

O sistema de controle foi alojado em um gabinete impresso em 3D para que seu uso fosse mais seguro e intuitivo, contando com um visor para acompanhamento das leituras de temperatura dos termistores e conectores para manutenção do sistema.

Resultados e discussões

Uma das principais métricas a ser analisada é a capacidade de impressão do filamento, alterações no diâmetro podem ocasionar em entupimentos da extrusora o que impossibilitaria a extrusão e poderia até mesmo danificar a impressora. Os primeiros testes realizados com o protótipo geraram filamentos com este problema, indicando que a câmara de fusão estava com dimensões superiores às desejadas.

Para contornar o problema de sobredimensionamento da união, foi utilizado um pedaço de tubo PTFE, semelhante ao utilizado nas impressoras 3D. Este tubo foi utilizado como “bucha” de preenchimento na câmara de fusão, tornando o resultado mais uniforme e próximo do desejado. Após a fusão nota-se a necessidade de acabamento através de lixamento da união para remoção de material indesejado.

Para testar a qualidade da união e por consequência do protótipo, foram feitas múltiplas junções de filamentos de PLA em um único carretel e então foi feita uma peça com impressão 3D utilizando este mesmo carretel para que pudéssemos analisar a qualidade da impressão além de constatar se as junções possuem dimensões compatíveis com as impressoras utilizadas. A impressão contou com aproximadamente 12 uniões e foi possível realizar a impressão sem maiores problemas, sendo que o resultado foi similar ao obtido por filamentos sem união. Estes resultados podem ser evidenciados através das Figura 2a e 2b.

Figura 2a - Impressão padrão

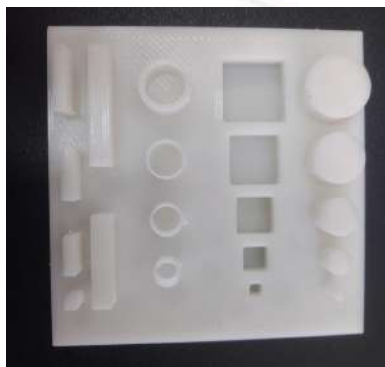


Figura 2b - Impressão de teste de junções



Fonte: Autor

Fonte: Autor

O processo de união dos filamentos leva cerca de 5 min pois é necessário que a câmara atinja a temperatura desejada, o filamento seja inserido e depois é necessário aguardar o resfriamento do bloco para que a junção possa ser removida. Este tempo inviabiliza que o protótipo seja utilizado em tempo de execução da impressora, mas possibilita o reaproveitamento de filamentos conforme o observado nos testes. Uma outra possibilidade é a união de filamentos experimentais como aqueles produzidos através da reciclagem de garrafas PET, o qual gera filamentos de comprimento limitado.

Considerações finais

Ao final do projeto, após a integração eletroeletrônica, foram realizados testes de junção de filamentos de PLA. Foi constatado que o conector de filamentos conseguiu controlar a temperatura das resistências aquecendo as extremidades dos filamentos à serem unidos, realizando uma conexão aceitável sendo necessário apenas um lixamento na região da conexão para que fique de tamanho compatível com a entrada de filamentos da impressora 3D e apresentando resultados satisfatórios de impressão, atingindo os objetivos propostos para o que foi idealizado para o projeto.

Referência ao fomento recebido

Trabalho realizado com o fomento do FNDE, relativo ao Programa de educação e Tutorial do curso de engenharia mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina.

Referências

CUNICO, Marlon Wesley Machado. **Impressoras 3D**: o novo meio produtivo. Curitiba: Concep3D Pesquisas Científicas Ltda, 2014.

SANTOS., Kelly Vinente dos. **Fundamentos de eletricidade**. Manaus: Centro de Educação Tecnológica do Amazonas, 2011.

MCROBERTS, Michael. **Arduino**: básico. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora Ltda., 2015. Tradução: Rafael Zanolli Título original: Beginning arduino.

CRIAÇÃO DE DASHBOARD PARA APRESENTAÇÃO DE DADOS SOBRE A JORNADA DO USUÁRIO EM SITES E-COMMERCE

Divisão Temática

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

Autores: R. REIS¹; T. REIS²; A. PACHECO³; V. XAVIER⁴; G. FRANZEN⁵; N. KONIG⁶.

Edital da Chamada Pública IFES Nº 109/2022

Resumo:

Um dashboard é um painel de controle que tem como função principal fornecer uma visão acessível de informações relevantes e importantes para a tomada de decisão em uma organização, sistema ou processo. Empresas de comércio eletrônico necessitam de dados atualizados e precisos sobre as vendas realizadas, o público-alvo e outros dados necessários à gestão do negócio. O objetivo deste artigo é apresentar o protótipo de um dashboard para análise de sites e-commerce a fim de apresentar, além de dados estratégicos já mencionados, informações sobre a experiência dos usuários e dos problemas identificados no site. A metodologia foi composta de 4 (quatro) etapas: primeiramente foi estudado diferentes tipos de elementos para a visualização de dados em dashboards; em seguida foi realizada uma análise em diversas bibliotecas gráficas para identificar quais elementos seriam utilizados (como gráficos, tabelas, indicadores e outros elementos visuais); a terceira etapa consistiu em identificar as informações mais relevantes para o dashboard; e por fim, foi criado o protótipo da tela. Como resultados obtidos, apresenta-se o protótipo do dashboard.

Palavras-chave: dashboard; e-commerce; loja virtual; tomada de decisão; monitoramento de desempenho; desenvolvimento web.

Introdução

Este artigo busca apresentar uma das atividades realizadas no projeto de pesquisa "eUSABLY - Avaliação Rápida, Automática e Constante para um e-commerce de alta performance". Este projeto foi aprovado no Edital da Chamada Pública IFES Nº 109/2022 e tem como objetivo desenvolver uma ferramenta para avaliar automaticamente métricas

¹ Rodrigo Balbinot Reis [Contador] do IFSC câmpus Garopaba, rodrigo.reis@ifsc.edu.br.

² Thaiana Pereira dos Anjos Reis [Professora de informática] do IFSC Garopaba, thaiana.anjos@ifsc.edu.br.

³ Angelita de Souza Pacheco [CST Sistemas para Internet] do IFSC Garopaba, angelita.p2004@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Victor Fioravante Xavier [Curso Téc. em Informática] do IFSC Garopaba, victor.f2006@aluno.ifsc.edu.br.

⁵ Gabriel Reis Franzen [CST Sistemas para Internet] do IFSC Garopaba, gfranzen005@gmail.com.

⁶ Natan de Camargo Catapan Ghizzo Konig [Curso Téc. em Informática] do IFSC Garopaba, natan.gk25@aluno.ifsc.edu.br.

de utilização de um site e-commerce e propor melhorias de usabilidade. O projeto proporciona uma inovação para a Economia 4.0 visto que permitirá às empresas que possuem sites e-commerce a tomarem decisões eficientes e com mais agilidade baseadas na análise de dados gerados pela ferramenta a ser desenvolvida.

Neste artigo é apresentado o passo a passo para a construção de um dashboard, o qual auxiliará gestores de e-commerce a identificarem problemas e obstáculos na sua loja virtual. O projeto é realizado no IFSC câmpus Garopaba e é composto por 2 (dois) estudantes do ensino médio técnico em Informática, 2 (dois) estudantes do ensino superior em Tecnologia em Sistemas para Internet, 1 (um) coordenador Técnico Administrativo da Educação, cujo cargo é contador, 1 (uma) docente da área de Informática e 1 (uma) colaboradora externa formada em Ciência da Computação, a qual possui uma vasta experiência no desenvolvimento de aplicações web.

Fundamentação teórica

Com o avanço da tecnologia da informação, as empresas transformaram seus modelos de negócios para a era digital, surgindo o e-commerce, que permite a compra e venda pela internet (SANTOS NETO ET AL., 2018). Em 2023, o e-commerce no Brasil faturou R\$254,4 bilhões, um aumento de 0,7% em relação a 2022, segundo dados da EBit (2024). Esse crescimento não só transformou os hábitos de consumo, mas também redefiniu estratégias empresariais, exigindo ferramentas avançadas para gestão e análise de dados. No competitivo cenário do e-commerce, dashboards são essenciais para gestores, consolidando dados em tempo real e permitindo o acompanhamento de métricas como taxas de conversão, ticket médio e eficácia de campanhas de marketing. Além de oferecer uma visão geral da saúde empresarial, facilitam análises preditivas para prever tendências e demandas futuras, otimizando planejamento de estoque e estratégias de precificação. Assim, dashboards apoiam uma gestão eficiente e são aliados estratégicos no comércio digital (SILVA, 2018; LI ET AL., 2020; MONIZ, 2018).

Procedimentos metodológicos

A metodologia deste trabalho foi composta de 4 (quatro) etapas. A primeira etapa consistiu no entendimento de quais elementos visuais são geralmente utilizados para a

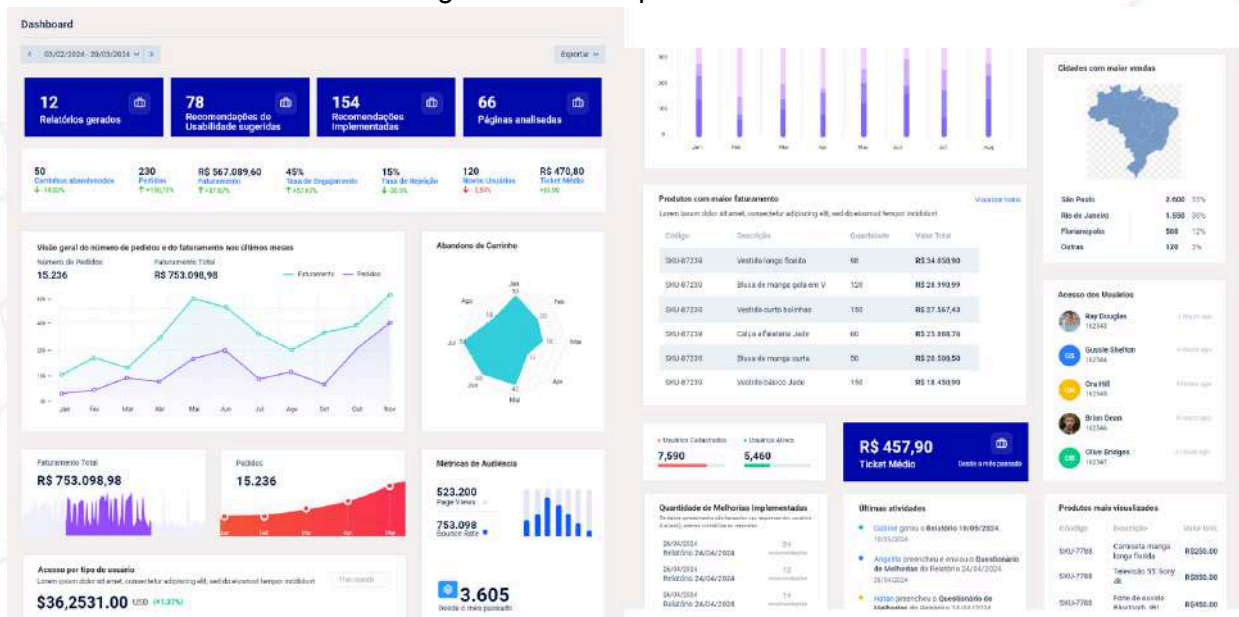
visualização de dados em dashboards. Os bolsistas do projeto alocados no desenvolvimento FrontEnd e a docente membro da equipe realizaram pesquisas em artigos científicos e livros disponíveis na Biblioteca Virtual, a qual a comunidade acadêmica do IFSC possui acesso. A segunda etapa consistiu no estudo de algumas bibliotecas gráficas para web, a fim de identificar quais elementos estão disponíveis para uso, como gráficos, tabelas, indicadores e outros elementos visuais. As bibliotecas gráficas analisadas pelos bolsistas do desenvolvimento FrontEnd e pela docente orientadora foram: Highcharts, Google Charts, ZingChart e Chart.js. A terceira etapa consistiu na identificação de informações relevantes para os donos de e-commerces se apropriarem, a fim de possuírem dados e informações estratégicos para o seu negócio. Porém, essas informações deveriam ser suficientemente objetivas para serem adicionadas ao dashboard. Todos os membros da equipe auxiliaram nesta etapa. Por fim, a última etapa consistiu na criação do protótipo da tela. O protótipo foi desenvolvido com a ferramenta Adobe XD pelos bolsistas do desenvolvimento FrontEnd e pela docente orientadora.

Resultados e discussões

Foram identificadas métricas fundamentais para um dashboard de e-commerce, que incluem a taxa de conversão, ticket médio, localizações com maior taxa de vendas, além do número de vendas e lucro obtido por mês. Essas métricas foram cuidadosamente selecionadas por sua relevância em melhorar a usabilidade e o desempenho do site, oferecendo insights valiosos para os gestores de e-commerce.

O foco principal foi desenvolver uma interface de dashboard que não apenas apresentasse as métricas de maneira clara e intuitiva, mas também facilitasse a interpretação dos dados pelos usuários. Para atingir esse objetivo, optou-se por implementar gráficos interativos, tabelas comparativas e filtros utilizando a robusta biblioteca Chart.js (Figura 1). Esses recursos permitiram uma análise detalhada e eficiente das métricas encontradas, proporcionando aos gestores e analistas uma visão abrangente do desempenho do e-commerce em diferentes aspectos.

Figura 1 – Protótipo do dashboard



Fonte: elaborado pelos autores.

Ao longo do desenvolvimento do dashboard, focou-se não apenas na funcionalidade técnica, mas também na usabilidade da interface.

Considerações finais

Em resumo, o desenvolvimento do protótipo do dashboard para análise de sites de e-commerce foi uma jornada de aprendizado e aplicação de técnicas de visualização de dados estratégicos. Através das etapas metodológicas, foi possível identificar informações cruciais para a tomada de decisão e explorar diversas ferramentas gráficas e visuais disponíveis.

Este projeto destacou a importância de uma interface intuitiva e fácil de interpretar, adaptada às necessidades específicas de gestores e equipes de comércio eletrônico, com o objetivo de melhorar a experiência do usuário e a eficiência operacional. O dashboard final não apenas integra dados de vendas e público-alvo, mas também oferece uma visão detalhada dos problemas encontrados no site, promovendo uma gestão mais informada e ágil.

Além disso, o projeto desempenhou um papel crucial na formação profissional dos participantes, proporcionando uma experiência valiosa no desenvolvimento de soluções analíticas complexas e na resolução de problemas reais do mercado. As dificuldades

enfrentadas ao longo do processo não apenas foram superadas, mas também proporcionaram aprendizados significativos sobre a importância da precisão dos dados, da interpretação dos resultados e da adaptação contínua das soluções tecnológicas. Com isso, espera-se que a integração entre ensino, pesquisa e extensão se fortaleça ainda mais em futuras iniciativas, consolidando um ciclo virtuoso de inovação e impacto positivo no campo da análise de e-commerce e além.

Referência ao fomento recebido

Este projeto recebeu fomento do Edital da Chamada Pública IFES Nº 109/2022 - Seleção de Projetos voltados à promoção do empreendedorismo inovador, com foco na economia 4.0, destinado às instituições integrantes da RFEPECT.

Referências

SANTOS NETO, A. S.; BARBOSA, D. L. G.; ANDREON, M. M.; MARQUES, K. E-commerce – facilidades e dificuldades para empresas e clientes. 2018. Disponível em: <<https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/08/e-commerce-facilidades-e-dificuldades-s-para-empresas-e-clientes.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2024.

EBIT - NIELSEN IQ. Relatório sobre e-commerce brasileiro. WebShoppers 49º Ed. Versão Free. 2024. Disponível em: <<https://company.ebit.com.br/webshoppers/webshoppersfree/>>. Acesso em: 05 jul. 2024.

SILVA, R. F. Desenvolvimento de dashboard para análise de dados de agronegócio. Trabalho de conclusão de Curso (Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

LI, J. et al. Predictive analytics in business: A roadmap for research and practice. European Journal of Operational Research, v. 281, n. 3, p. 789-804, 2020.

MONIZ, B. A. P. Modelo de criação de dashboards clínicos. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Sistemas Informáticos Web) Universidade Aberta, Brasília, 2018.

A UTILIZAÇÃO DO GOOGLE ANALYTICS 4 PARA O MAPEAMENTO DE MÉTRICAS PARA COMPREENDER A JORNADA DO USUÁRIO EM SITES E-COMMERCE

Divisão Temática

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

Autores: R. REIS¹; T. REIS²; G. FRANZEN³; N. KONIG⁴; A. PACHECO⁵; V. XAVIER⁶.

Edital da Chamada Pública IFES Nº 109/2022

Resumo:

O Google Analytics 4 é uma plataforma de análise de dados do Google. Ele foi projetado para oferecer uma visão avançada do comportamento dos usuários em diversos dispositivos e plataformas, incluindo em sites e-commerce. O objetivo deste artigo é apresentar o funcionamento da API (*Application Programming Interface*) do GA4 para coletar as métricas e compreender a jornada do usuário de sites e-commerce. A metodologia é composta por 3 (três) etapas: primeiramente buscou-se compreender a linguagem de programação responsável para se comunicar com a API; em seguida foi necessário compreender a nomenclatura das métricas utilizadas pela API e nas documentações do Google Desenvolvedor e por fim; mostrar os valores das métricas em uma interface com o usuário. Como resultados, pode-se citar a criação da tabela com as principais métricas analisadas e o desenvolvimento de um software para apresentação das mesmas.

Palavras-chave: métricas; Google Analytics 4; Application Programming Interface; e-commerce; jornada do usuário.

Introdução

Este artigo busca apresentar uma das atividades realizadas no projeto de pesquisa "eUSABLY - Avaliação Rápida, Automática e Constante para um e-commerce de alta performance". Este projeto foi aprovado no Edital da Chamada Pública IFES Nº 109/2022 - Seleção de Projetos voltados à promoção do empreendedorismo inovador, com foco na economia 4.0, destinado às instituições integrantes da RFEPCT, e tem como objetivo

¹ Rodrigo Balbinot Reis [Contador] do IFSC câmpus Garopaba, rodrigo.reis@ifsc.edu.br.

² Thaiana Pereira dos Anjos Reis [Professora de informática] do IFSC Garopaba, thaiiana.anjos@ifsc.edu.br.

³ Gabriel Reis Franzen [CST Sistemas para Internet] do IFSC Garopaba, gfranzen005@gmail.com.

⁴ Natan de Camargo Catapan Ghizzo Konig [Curso Téc. em Informática] do IFSC Garopaba, natan.gk25@aluno.ifsc.edu.br.

⁵ Angelita de Souza Pacheco [CST Sistemas para Internet] do IFSC Garopaba, angelita.p2004@aluno.ifsc.edu.br.

⁶ Victor Fioravante Xavier [Curso Téc. em Informática] do IFSC Garopaba, victor.f2006@aluno.ifsc.edu.br.

desenvolver uma ferramenta para avaliar automaticamente métricas de utilização de um site e-commerce e propor melhorias de usabilidade. A ferramenta, que será desenvolvida como um sistema web, analisará as métricas obtidas por meio da ferramenta Google Analytics 4, já incorporado ao site e-commerce do cliente, e fará recomendações de usabilidade.

O projeto proporciona uma inovação para a Economia 4.0 visto que permitirá às empresas que possuem sites e-commerce a tomarem decisões eficientes e com mais agilidade baseadas na análise de dados gerados pela ferramenta a ser desenvolvida. Sites e-commerce que apresentam problemas de usabilidade geram o abandono do carrinho de compras, o aumento nos custos de manutenção e a baixa taxa de conversão no site.

Neste artigo é apresentado o passo a passo do estudo do funcionamento da API (*Application Programming Interface*) do GA4 para coletar métricas de utilização dos usuários em sites e-commerce. A compreensão da API é fundamental para a criação da ferramenta proposta, visto que os dados analisados sobre a jornada do usuário no site serão coletados do GA4.

O projeto é realizado no IFSC câmpus Garopaba e é composto por 2 (dois) estudantes do ensino médio técnico em Informática, 2 (dois) estudantes do ensino superior em Tecnologia em Sistemas para Internet, 1 (um) coordenador Técnico Administrativo da Educação, cujo cargo é contador, 1 (uma) docente da área de Informática e 1 (uma) colaboradora externa formada em Ciência da Computação, a qual possui uma vasta experiência no desenvolvimento de aplicações web. Os estudantes foram divididos em duas equipes: sendo que 1 (um) estudante do técnico e 1 (um) estudante do superior compõem as áreas de desenvolvimento FrontEnd e desenvolvimento BackEnd.

Fundamentação teórica

O Google Analytics 4 (GA4) se trata de uma plataforma integrada ao Google, de análise de dados, projetada para fornecer uma perspectiva abrangente do comportamento dos usuários em diversos dispositivos e plataformas (GOOGLE, 2024a). O GA4 adota

uma abordagem orientada em eventos, onde cada interação do usuário é considerada um evento separado.

O GA4 oferece métricas fundamentais para a análise de e-commerce, como a taxa de conversão e o valor médio do pedido; e também métricas de usuário, como usuários ativos e taxa de retenção, que ajudam a entender o comportamento dos visitantes (GOOGLE, 2024b).

Para realizar a coleta das métricas disponibilizadas pelo serviço GA4 a equipe se apropriou da linguagem de programação Java, apropriado para o desenvolvimento de ferramentas que interagem com a API do GA4. O Java é uma das linguagens amplamente utilizadas para esse propósito por possuir um vasto ecossistema de bibliotecas; ser orientada a objetos, o que facilita a reutilização de código; ter alta portabilidade visto que pode ser executado em qualquer sistema que tenha uma Máquina Virtual Java (JVM).

Procedimentos metodológicos

A metodologia deste trabalho foi composta de 3 (três) etapas. A primeira etapa consistiu no estudo das possíveis linguagens de programação que estão aptas para a comunicação com a API do GA4. O estudo foi realizado na plataforma web do Google Desenvolvedor (GOOGLE, 2024d).

A segunda etapa consistiu na identificação e criação de métricas coletadas pela API. Esse estudo foi realizado na plataforma web do Google Desenvolvedor (GOOGLE, 2024e) e algumas métricas criadas pela equipe.

Por fim, foi realizada a programação de um software básico cujo objetivo era coletar as métricas e apresentá-las em uma interface para o usuário. A IDE (*Integrated Development Environment*) utilizada para a criação do código foi o Eclipse e a linguagem utilizada foi o Java.

Resultados e discussões

Com a atual etapa de criação do protótipo do projeto "eUSABLY - Avaliação Rápida, Automática e Constante para um e-commerce de alta performance" é demonstrado o potencial da ferramenta em proporcionar relatórios importantes para a

melhoria da usabilidade de sites e-commerce. Algumas métricas obtidas e calculadas utilizando a API podem ser visualizadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Exemplos de métricas obtidas no Google Analytics 4

Métrica	Descrição
<i>sum_sign_up</i>	Número de usuários que se inscreveram em uma conta
<i>sum_login</i>	Número de usuários que fizeram login em uma conta
<i>sum_form_start</i>	Número de usuários que interagiram com um formulário em uma sessão
<i>sum_form_submit</i>	Número de usuários que enviaram um formulário
<i>sum_guest_customer</i>	Número de usuários que acessaram como convidado
<i>checkouts</i>	Número de usuários que iniciaram o processo de finalização da compra.
<i>newUsers</i>	Número de usuários que interagiram com o site ou acessaram o app pela primeira vez
<i>addToCarts</i>	Número de usuários que adicionaram itens ao carrinho de compras
<i>scrolledUsers</i>	Número de usuários únicos que rolaram pelo menos 90% da página para baixo
<i>totalPurchasers</i>	Número de usuários que registraram eventos de compra no período selecionado.
<i>shippingAmount</i>	Valor do frete associado a uma transação.

Fonte: elaborado pelos autores.

Usando a capacidade de coletar e analisar automaticamente as métricas, é permitido uma abordagem rápida na identificação e resolução de problemas, encaixando-se aos objetivos de inovação da Economia 4.0.

Considerações finais

Com a realização do projeto podemos afirmar que foi desenvolvido habilidades práticas essenciais, juntamente com uma compreensão médio/avançada na criação de códigos Java para ferramentas Web; Conexões com API's baseadas em serviços Web; Configuração da ferramenta Google Analytics 4 para coleta de informações sobre as interações dos usuários dentro de um website.

Apesar de ainda estarmos enfrentando desafios na integração com diferentes plataformas de e-commerce, a equipe está continuamente aprendendo e adaptando diferentes abordagens para superá-los.

Os esforços para integrar ensino, pesquisa e extensão foram bem-sucedidos, preparando os estudantes para desafios reais do mercado, promovendo a experiência profissional e acadêmica dos mesmos.

Referência ao fomento recebido

Este projeto recebeu fomento do Edital da Chamada Pública IFES N° 109/2022 - Seleção de Projetos voltados à promoção do empreendedorismo inovador, com foco na economia 4.0, destinado às instituições integrantes da RFEPECT.

Referências

GOOGLE (org.). **Introdução ao Google Analytics 4**. Disponível em: <<https://developers.google.com/analytics/devguides/collection/ga4?hl=pt-br>>. Acesso em: 5 jul. 2024a.

GOOGLE (org.). **[UA→GA4] Comparação de métricas: Google Analytics 4 x Universal Analytics**. Disponível em: <<https://support.google.com/analytics/answer/11986666?hl=pt-BR#>>. Acesso em: 5 jul. 2024b.

GOOGLE (org.). **[GA4] A próxima geração do Analytics, o Google Analytics 4**. [S. l.], 2024. Disponível em: <<https://support.google.com/analytics/answer/10089681?hl=pt-BR>>. Acesso em: 5 jul. 2024c.

GOOGLE (org.). **Visão geral da API Google Analytics 4 Data**. Disponível em: <developers.google.com/analytics/devguides/reporting/data/v1?hl=pt-br>. Acesso em: 5 jul. 2024d.

GOOGLE (org.). **Dimensões e Métricas da API**. Disponível em: <developers.google.com/analytics/devguides/reporting/data/v1/api-schema?hl=pt-br#metrics>. Acesso em: 5 jul. 2024e.

Cortes e Educação: A importância da máquina de corte a laser na síntese de materiais didáticos no processo de ensino e aprendizagem

Divisão Temática

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

L. SIQUEIRA¹; I. DANTAS²; G. BOAVENTURA³; SALES. V⁴; Amorin, P.H.O.P⁴.

Resumo:

O presente projeto pôde proporcionar uma experiência educacional enriquecedora aos alunos através do desenvolvimento de materiais didáticos para utilização em matemática. Uma das iniciativas é a criação de "Quebra-Cabeças com figuras geométricas", que são projetados para ensinar conceitos matemáticos de forma interativa e acessível. Estes materiais didáticos não apenas ajudam na compreensão dos conceitos matemáticos, mas também introduzem um ambiente lúdico de maneira que seja fácil para os estudantes assimilarem. Utilização de tecnologia como a "Máquina de Corte a Laser" busca potencializar a aprendizagem por meio de materiais educativos, os quais são projetados para complementar o aprendizado em sala de aula.

Palavras-chave: Máquina de Corte a Laser; Desenvolvimento; Aprendizado; Produção.

Introdução

O trabalho apresentado tem como objetivo apresentar de uma forma didática os modelos matemáticos e geométricos e diversos objetos produzidos pela, "Máquina de Corte a Laser", ao integrar tecnologia avançada como a máquina de corte a laser, o projeto não só moderniza o processo educacional, mas também prepara os alunos para o uso de ferramentas e técnicas contemporâneas que são relevantes no mundo profissional. Através de um software(inkscape e/ou geogebra), desenvolvemos diversos

¹ Acadêmico de Engenharia de Telecomunicações Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus São José, luis.v2005@aluno.ifsc.edu.br

² Acadêmico de Engenharia de Telecomunicações Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus São José, juri.d2003@aluno.ifsc.edu.br

³ Acadêmico de Refrigeração e Climatização Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus São José, gabriel.b2007@aluno.ifsc.edu.br

⁴ Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina campus São José

modelos para auxiliar em sala de aula, personificando conteúdos distantes da realidade dos estudantes. Desenvolvemos materiais como, quebra cabeça geométrico, 3D, pitagórico e de geografia, além disso, produzimos, pentadominó, tangram, dominós e jogo da memória. Os materiais foram criados pelos estudantes e pelos professores envolvidos nesse trabalho, bem como cortamos no laser materiais já amplamente divulgados,

Fundamentação teórica

O projeto apresentado visa, sobretudo, melhorias para o ambiente de aula, produzindo materiais didáticos para o uso de docentes, auxiliando o discente no conteúdo abordado, fazendo com que desperte atenção e curiosidade dos alunos e assim tenham a oportunidade de poder observar de perto o conteúdo abordado. Segundo PASSONI

um Material Didático, com conteúdo completo, atualizado e adequado à estratégia pedagógica [...] impacta significativamente os resultados da aprendizagem, além de contribuir de forma substancial para o engajamento dos professores e para as interações entre eles e os educandos

Papert nos apresentou o construcionismo na qual os estudantes produzem conhecimento por meio de materiais concretos em oposição aos conhecimentos adquiridos por meio de proposições abstratas, o construcionismo está apoiado em “aprender fazendo” e “aprender a aprender”, onde o objetivo do construcionismo é “[...] ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino, enquanto se deixa todo o resto inalterado”(PAPERT, 2008), assim como através da programação(muito citada por Papert em seus trabalhos), a tecnologia do corte laser fornece tal autonomia para os estudantes trabalhar com materiais concretos e também produzi-los..

Procedimentos metodológicos

Primeiramente foi usado de vídeos para a capacitação dos estudantes para o desenvolvimento do projeto e manuseio da máquina. Em seguida, foi feita uma pesquisa na instituição para mapear as principais necessidades de materiais didáticos para a formação profissional, científica e tecnológica dos estudantes. com a necessidades em mente, os discentes iniciaram os trabalhos utilizando os softwares “Inkscape” e

“LaserGRBL”. Através do Inkscape foi desenhado os objetos que seriam desenvolvidos e produzidos, e com o LaserGRBL o sistema identifica o que será cortado e marcado na máquina. Desenvolvido os desenhos, o próximo passo foi a máquina realizar os cortes para então o material chegar nas salas de aula. Durante o desenvolvimento dos materiais conseguimos adquirir uma máquina DUE FLOW, que permite cortar com mais rapidez os materiais e possui software próprio para a modelagem chamado DueStudio.

Resultados e discussões

A imagem abaixo é um exemplo dos materiais produzidos durante o projeto. Através dele é possível trabalhar noções de geometria plana e espacial com estudantes dos mais diversos níveis acadêmicos, fazendo integração entre sala de aula e tecnologia.

Figura 1 - “Quebra Cabeça com Figuras Geométricas”



Fonte: Elaborado pelo autor

Também desenvolvemos jogo da memória de frações e números decimais e outros materiais geométricos, no primeiro semestre estamos desenvolvendo materiais no segundo semestre utilizaremos no PROEJA de São José, pois nesta disciplina é estudado geometria plana e espacial, utilização da máquina de corte a laser na disciplina de matemática será utilizada de 2 formas, 1) produzir os materiais e apresentar para os estudantes, dessa forma os estudantes usam os resultados produzidos pelo corte a laser;

II) os estudantes desenvolvem materiais, acreditamos que essa segunda forma tem mais potencial de aprendizado, pois os estudantes estão como sujeitos ativos do aprendizado.

Considerações finais

O presente projeto demonstrou a necessidade de investimento na educação, a fim de proporcionar uma educação de qualidade na qual integre educação, ciência e tecnologia e torne o estudante protagonista do seu processo de ensino e aprendizagem. Importante destacar que os estudantes que no primeiro semestre estiveram envolvidos na produção dos materiais obtiveram diversos aprendizados no uso da tecnologia de corte a laser.

Referências

PASSONI, C. A importância de ter um material didático completo e atual, blog.etapa.com.br.

PAPERT, S. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 2008.

Implicações do uso de um Sensor Optical Flow no voo de um Veículo Aéreo Não Tripulado

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

Autores: A. OLIVEIRA¹; E. TRALLI²; L. SEBASTIÃO³; T. FEITOZA⁴; R. OLIVEIRA⁵; N. PASSOS⁶.

Resumo:

Este trabalho avalia o impacto do sensor *optical flow* no voo de drones RPA de pequeno porte em ambientes confinados para a Competição Brasileira de Robótica (CBR), uma vez que ambientes fechados dificultam a triangulação por GPS. A pesquisa envolveu a instalação do sensor em um drone quadrotor, onde utilizamos como fontes a documentação do desenvolvedor e do sistema operacional do drone. O sensor usa imagens de sua câmera e medições de altura pelo *rangefinder* acoplado para calcular a velocidade do drone, com o modo de voo *Loiter* ajudando a manter posição e altura. Durante os testes comprovou-se que o sensor é eficiente em manter a posição do drone durante voo, no entanto, foi observado que o sensor exige boas condições de iluminação e superfície para funcionar de maneira ideal e seu *range finder* acoplado não funciona satisfatoriamente após 1,5 metros. O estudo conclui que apesar das limitações, as quais podem ser contornadas com ajustes próprios, o sensor *optical flow* é uma solução viável e boa para a navegação em ambientes confinados.

Palavras-chave: Sensor *Optical Flow*; Drones; Voo Autônomo; Precisão; Estabilidade;

Introdução

O objetivo do trabalho tem como avaliar o impacto de um sensor *Optical flow* no voo de um veículo RPA de pequeno porte, no contexto de criação de um drone que possa voar autonomamente em ambientes confinados, como túneis e tubulações, galpões ou

¹ Antonio Augusto Groehs de Oliveira [Tecnólogo em Sistemas de Energia] do [Campus Florianópolis], antonio.ag@aluno.ifsc.edu.br.

² Enzo Renan Moreira Tralli [Engenharia Mecatrônica] do [Campus Florianópolis], enzo.rmt@aluno.ifsc.edu.br.

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

⁴ Thauan Felipe Silva Feitoza [Engenharia Mecatrônica] do [Campus Florianópolis], thauan.s2004@aluno.ifsc.edu.br.

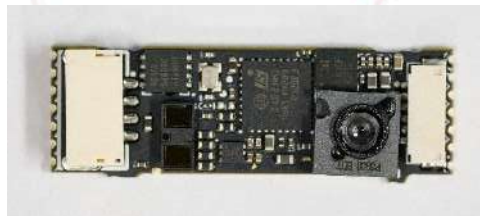
⁵ Rodrigo Arruda Pereira Oliveira [Tecnólogo em Sistemas de Energia] do [Campus Florianópolis], rodrigopoliveira2112@gmail.com.

⁶ Nicolly Saturnino dos Passos [Técnico Integrado em Eletrotécnica] do [Campus Florianópolis], nicollysaturnino0758@gmail.com.

interiores de edifícios, visando a Competição Brasileira de Robótica (CBR) (RoboCup Brasil - Flying Robot Trial League, 2024, p. 2).

Uma vez que ambientes fechados impedem o funcionamento da triangularização por um módulo de GPS embarcado, os drones perdem sua capacidade de se orientar no espaço, interferindo no controle de posição durante o voo. (“Is it Possible to Find Drones After Link/GPS Loss?”, 2024)

Figura 1 - Sensor *Optical Flow*



Fonte: Cube Pilot (2023, online)

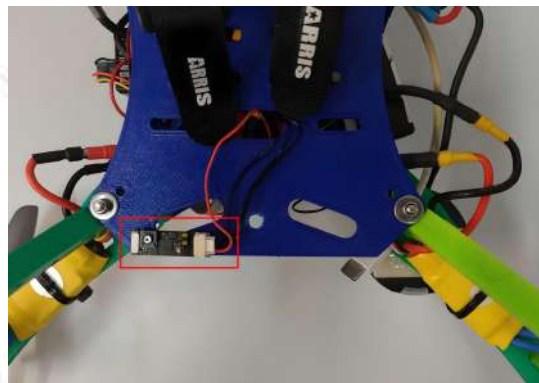
Fundamentação teórica

O processo inicial para este trabalho se constituiu em pesquisar sobre o sensor *optical flow*, sendo utilizado como principais fontes, a documentação presente no site do desenvolvedor do dispositivo, Cube Pilot, e do sistema operacional do drone, Ardupilot. Para melhor análise e estudo do sensor, ele foi instalado em um drone quadrotor para que seu funcionamento pudesse ser observado e avaliado.

O funcionamento do sensor *Optical Flow* é possível por meio das imagens captadas pela sua câmera aliadas ao seu *RangeFinder*, que mede a altura do dispositivo em relação ao solo (Yu Gong e Liu, 2023). Dessa forma, o sensor é capaz de medir a velocidade na qual o drone foi submetido. Outro aspecto importante, é a capacidade do drone voar em *Loiter*, este modo de voo permite que o drone mantenha automaticamente a sua posição, direção e altura, caso haja alguma mudança não intencional de sua posição.[Ardupilot, 2024]

Assim, a comunicação entre o sensor e a controladora de voo permite que o drone realize o movimento contrário ao que fora registrado e com a mesma velocidade, buscando voltar próximo à posição em que ele estava.

Figura 2 - Drone com Sensor *Optical Flow*



Fonte: Autoria Própria (2024)

Procedimentos metodológicos

A estrutura mecânica e componentes eletrônicos para a construção da plataforma utilizada para testes e análise do sensor, foram fornecidos pelo Laboratório de Drones do Câmpus Florianópolis, local onde também foram realizados os voos a fim de estudar a eficiência do sensor *Flow* na estabilização do drone durante os voos.

Figura 3 - Drone utilizado para testes

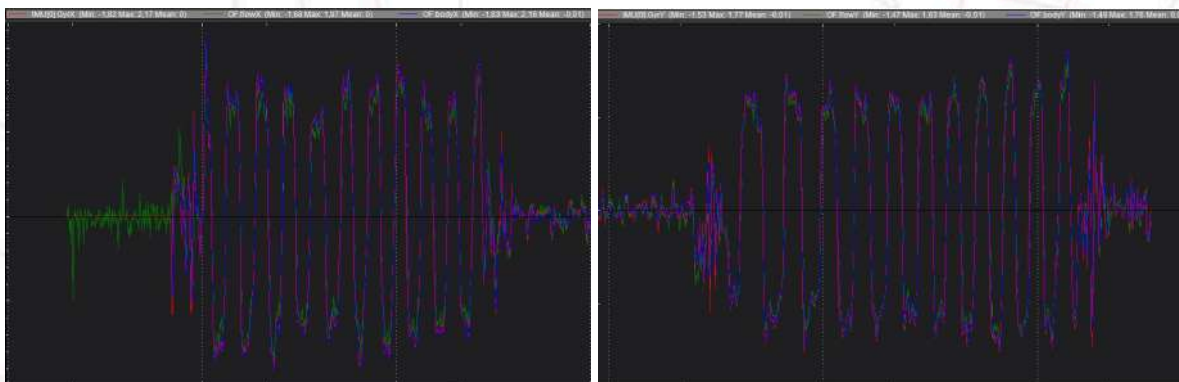


Fonte: Autoria Própria (2024)

Resultados e discussões

Com base nos voos realizados, foi identificado claramente a influência e eficácia do sensor óptico, auxiliando o drone a manter sua posição durante voos sem a presença de um módulo GPS. No entanto, foi identificado uma limitação de altura para o *range finder* acoplado ao sensor (não operando de maneira eficiente após os 1,5 metros), embora seja possível contorná-la utilizando outro sensor *range finder* com maior alcance e precisão. Além disso, é fundamental que o local de operação esteja em condições ideais para sua “câmera” operar com melhor efetividade. Ou seja, iluminação acima dos 60 lux e de preferência, uma superfície com texturização, facilitando a medição de velocidade da aeronave pelo sensor, caso contrário o drone pode perder sua referência e derivar durante voo (“Here Flow | CubePilot”, 2023).

Figura 4 - Funcionamento sensor, eixo X e eixo Y.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Acima, podemos observar um log de voo (da esquerda para direita) do eixo X e eixo Y do drone, o qual demonstra o funcionamento adequado do sensor *optical flow*. As leituras registradas pelo sensor acompanham precisamente a inclinação do corpo da aeronave ao longo do voo, indicando uma resposta eficaz e coerente às mudanças de posição (“Optical Flow Sensor Testing and Setup — Copter documentation”, 2024).

Considerações finais

Durante este estudo foi identificado que o sensor *optical flow* teve um impacto positivo no voo de um drone RPA de pequeno porte para operações em ambientes confinados, onde o uso de GPS não é viável. Dessa forma, foi demonstrado que o sensor é capaz de manter a estabilidade e a posição do drone.

Apesar das limitações do sensor quanto à altura de operação do *range finder*, estas podem ser contornadas com sensores de maior alcance e precisão. Além disso, a performance ideal do sensor depende de condições adequadas, como iluminação suficiente e uma superfície texturizada, a qual na precisão das medições e na prevenção de deriva durante o voo.

Referências

Here Flow | CubePilot. Disponível em:

<https://docs.cubepilot.org/user-guides/flow-senor/here-flow>. Acesso em: 24 jun. 2024.

Hex HereFlow Optical Flow Sensor — Copter documentation. Disponível em:

<https://ardupilot.org/copter/docs/common-hereflow.html> Acesso em: 24 jun. 2024.

Optical Flow Sensors (landingpage) — Copter documentation. Disponível em: Optical Flow Sensor Testing and Setup — Copter documentation (ardupilot.org). Acesso em: 24 jun. 2024

Regulamento da Competição Brasileira de Robótica. Disponível em:

RegrasDesafioDrones_v2.9-1.pdf (robocup.org.br). Acesso em: 04 jul. 2024

Is it Possible to Find Drones After Link/GPS Loss? Disponível em:

<<https://insidefpv.com/blogs/news/is-it-possible-to-find-drones-after-link-gps-loss>>. Acesso em: 5 jul. 2024.

Optical Flow Sensor Testing and Setup — Copter documentation. Disponível em:

<<https://ardupilot.org/copter/docs/common-optical-flow-sensor-setup.html#common-optical-flow-sensor-setup>>. Acesso em: 6 jul. 2024.

Radware Bot Manager Captcha. Disponível em:

<<https://iopscience.iop.org/issue/1742-6596/2561/1>>. Acesso em: 6 jul. 2024.

Yu Gong and Xiaohong Liu 2023 J. Phys.: Conf. Ser. 2561 012025

PROGRAMAÇÃO DE DRONES POR LINGUAGENS GRÁFICAS¹

Divisão Temática

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

WAGNER, R.²; SIQUEIRA, L.V. ¹; FLORENTINO, S.³; SALES, V.²;

FINANCIAMENTO INTERNO (2023_PROEX 01 - Apoio a Projetos de Extensão)

Resumo:

Este é um projeto de extensão desenvolvido no Instituto Federal de Santa Catarina - campus São José, que tem como objetivo apresentar tanto para a comunidade interna quanto para a externa uma introdução a programação através da linguagem de programação em blocos utilizando drones como ferramenta, além de, paralelamente, contribuir para que os alunos que ainda não conhecem a nossa instituição passem a conhecê-la e criem laços com ela. Para tanto, são realizadas apresentações onde comentamos sobre a programação e como utilizaremos ela para operar os drones. A seguir, os alunos realizam atividades onde montam a programação dos movimentos que o drone terá que fazer em celulares dispostos por nós e então conectam eles nos drones para ter o resultado. De maneira geral, até o momento os resultados indicaram que nossos objetivos foram contemplados, com os alunos mostrando muito interesse, curiosidade e felicidade durante as dinâmicas.

Palavra-chave: drones; programação; introdução.

Introdução

A Ciência e a tecnologia são essenciais para que possamos entender e lidar com o mundo. Nesse escopo, destaca-se a programação, uma área que se relaciona a incontáveis áreas do conhecimento e que possui uma infinidade de aplicações práticas. Diante disso, possuir conhecimentos básicos de programação é uma questão de inclusão digital e social. No entanto, sabemos que muitos jovens brasileiros não dominam esses conhecimentos por diversos fatores. Buscando contribuir para a superação dessa problemática, o presente projeto de extensão tem como objetivo introduzir alunos de

¹ Esse trabalho foi submetido ao SEURS 24

² Aluno Engenharia de Telecomunicações do campus São José.

³ Professor de matemática do campus São José

oitavo e nono anos e alunos do ensino médio a esse mundo. Além de contribuir para que eles criem laços com o IFSC/SJ ou ao menos conheçam a instituição de ensino.

Fundamentação teórica

Hoje em dia a programação pode abrir um leque de oportunidades para as pessoas, segundo Helder (2023) “O número de vagas no setor de tecnologia cresceu 34,3% entre janeiro e outubro de 2022 [...]. Nesse período, mais de 70 mil novas oportunidades foram abertas. Programação foi a segunda área com mais demanda, atrás apenas de desenvolvimento.”. Com isso, ter conhecimentos sobre essa área é muito importante para a inclusão social.

A programação em um primeiro momento pode parecer desafiadora pela forma como ela é feita, por isso utilizamos a programação em blocos para facilitar esse primeiro contato, como mostra Marji (2014, 21-22) “Um programa de computador nada mais é do que um conjunto de instruções que dizem o que um computador deve fazer. Essas instruções são escritas por meio de uma linguagem de programação [...]. A maioria das linguagens de programação é baseada em texto, o que significa que você deve dar comandos ao computador no que parece ser uma forma encontrada de inglês. [...] Aprender essas linguagens e entender suas regras de sintaxe pode ser um desafio aos iniciantes. O Scratch, por outro lado, é uma linguagem de programação visual. Ele foi desenvolvido no Massachusetts Institute of Technology (MIT) Media Lab para tornar o aprendizado de programação mais fácil e mais divertido.”. No caso do autor anterior, ele utiliza o Scratch para a introdução a programação, que é uma das ferramentas para programar em blocos, no nosso caso utilizaremos a ferramenta Tello Edu. Entendemos o uso do drone numa perspectiva construcionista de Papert, onde o estudante aprende fazendo, Papert nos diz:

as crianças farão melhor descobrindo (‘pescando’) por si mesmas o conhecimento específico de que precisam; a educação organizada ou informal poderá ajudar mais se certificar-se de que elas estarão sendo apoiadas moral, psicológica, material e intelectualmente em seus esforços. O tipo de conhecimento que as crianças mais precisam e o que as ajudará a obter mais conhecimento (PAPERT, 2008, p. 135)

Portanto os projetos de extensão que nos permite sair do currículo e potencializar construção de conhecimentos de forma interessante, ludica motivando o estudante no “aprender a aprender”.

Procedimentos metodológicos

Em primeiro plano, via Coordenação de Extensão do IFSC/SJ, adquirimos 6 drones de baixo custo. Além disso, a partir da solicitação do Diretor do câmpus, recebemos uma doação de 11 celulares da Receita Federal.

Com a posse dos drones e celulares, fizemos as configurações necessárias para a utilização dos alunos, além de vários testes para entendermos o funcionamento dos drones junto com o aplicativo Tello Edu (utilizado para programar o drone pelo celular) e soluções para possíveis erros que poderiam vir a acontecer.

Como o aplicativo utilizado é em inglês, desenvolvemos tabelas com seus blocos e suas determinadas traduções, além de blocos em EVA, que também contam com a tradução, mas estes para caso o aluno venha a ter dificuldade em programar pelo celular. Utilizamos eles para mostrar de maneira física como fazê-la no celular, pois acreditamos que desta maneira, com ele fazendo isso com o toque de suas próprias mãos na prática, seja uma maneira eficiente de sanar esse problema.

As atividades são tanto no campus, como em escolas da grande Florianópolis. Em ambas ocasiões, utilizamos veículos do campus para o deslocamento tanto dos alunos para o IFSC/SJ, quanto o nosso para as escolas participantes.

Nas atividades fazemos uma apresentação de introdução a programação para os alunos, com foco em mostrar que a programação é uma sequência de instruções e dar uma breve visão sobre estruturas de repetição e funções, mostrando como essas duas opções facilitam a vida de um programador. A linguagem utilizada é a de programação em blocos, que é amplamente utilizada para ser o primeiro contato de pessoas com a programação. Também apresentamos o aplicativo Tello Edu, junto com as operações que eles utilizarão através de alguns exemplos. Para então, em forma de atividades proposta por nós em dificuldade crescente, os alunos irem programando e vendo o resultado dela com o drone realizando os movimentos programados por eles. Como temos apenas 11 celulares, dispomos os alunos em duplas ou trios, dependendo do tamanho da turma.

Durante as atividades fazemos perguntas aos alunos para observar o entendimento deles sobre o que estão fazendo e também avaliar se estamos atingindo os objetivos propostos.

Resultados e discussões

As avaliações ocorrem de forma processual e durante todo o projeto. Nelas são realizadas conversas com os alunos em que o objetivo é verificar se eles se apropriaram dos conhecimentos relacionados a programação e como ela funciona, além de terem criado laços com o IFSC/SJ e conhecerem a instituição de ensino. De maneira geral, as falas dos alunos indicam que esses objetivos são contemplados. Além disso, regularmente a equipe executora se reúne para analisar aspectos que estão sendo bem elaborados e outros que necessitam de aprimoramentos.

Do ponto de vista quantitativo, já atendemos mais de 500 alunos. Consideremos esse valor bastante relevante.

Considerações finais

Durante nossas oficinas os alunos assumiram, de forma ativa, interativa e experimental, o comando das ações pedagógicas. De maneira específica, eles manipularam os drones a partir dos celulares disponibilizados, dialogaram entre si e com a equipe executora, conjecturaram, testaram e executaram as suas soluções frente às atividades. Nesse processo, todos pareciam curiosos, interessados e felizes.

Sabemos ainda que alguns dos alunos que participaram das oficinas se tornaram alunos do IFSC, o que vai ao encontro de nosso objetivo de fazer com que os alunos criem laços com o IFSC.

Diante desse cenário, avaliamos positivamente nosso projeto e, inclusive, neste ano nos motivamos de tal forma que o projeto já está mais uma vez sendo executado. Por fim, avaliamos que ratificamos o compromisso social com a comunidade da região no qual o IFSC/SJ está inserido. Destacamos ainda que o apoio e incentivo da Gestão do IFSC/SJ e da Coordenação de Extensão foi fundamental.

Referência ao fomento recebido

O projeto foi financiado pelo campus no edital 2023_PROEX 01

Referências

- GADOTTI, Moacir. Concepção dialética da educação: um estudo introdutório. São Paulo: Editora Cortez, 1995.
- FIORENTINI, D.; MIORIM, M. A. Uma reflexão sobre o uso dos materiais concretos e jogos no ensino da matemática. *BOLEMA*, n.7, p. 5-10,1990
- A. R. GONÇALVES e A. L. SILVA. O uso do Laboratório no Ensino de Matemática. Dia a dia Educação. Secretaria do governo do Paraná.
- PIAGET, J. Psicologia e pedagogia. 9. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006
- R. C. SILVA e J. R. SILVA. O Papel do Laboratório de Ensino de Matemática. VIII Encontro Nacional de Educação matemática, SBEM, 2004.
- PAPERT, S. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 2008.

ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE MÓDULO DE UMIDIFICAÇÃO DE UMA 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 Pesquisa 13/2023/PESQUISA/ITJ

Resumo:

A prematuridade é a principal causa de mortalidade na primeira infância, no mundo todo. São considerados prematuros (ou pré-termos), os bebês nascidos antes de completar 37 semanas de gestação. Os recém-nascidos prematuros (RNP) possuem capacidade limitada de manter estável sua temperatura interna, quando a temperatura externa (do ambiente) varia. Assim, é imprescindível garantir-se o conforto térmico do RNP mantendo-o em uma incubadora neonatal, para facilitar seu desenvolvimento e evitar complicações. O objetivo deste trabalho é estudar e construir um protótipo de uma incubadora com aprimoramentos no sistema de umidificação. Para isto, o Estado da Arte em sistemas de umidificação foi levantado. A partir disto, foi criado um sistema para controlar a potência do umidificador através de um servo motor conectado a um arduino, com programação C++. A validação do sistema foi realizada a partir de sensores calibrados, e os resultados obtidos foram analisados.

Palavras-chave: recém-nascido; prematuro; incubadora neonatal; umidade.

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 este último o assunto escolhido para ser abordado/elaborado 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 acondicionamento (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.

Assim, os objetivos deste trabalho são:

- Obter um sistema de umidificação eficiente através de um umidificador ultrassônico e que supra as necessidades dos RNP;
- Elaborar um código de programação em C++ para realizar o controle do potenciômetro do umidificador;
- Realizar os testes dos componentes adquiridos;
- Fazer a validação dos sensores utilizados, por meio de um sensor de umidade calibrado.

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 termoneutro, 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 primeira etapa do trabalho foi fazer uma pesquisa exaustiva acerca do funcionamento, sensores e atuadores da incubadora neonatal, através da leitura de artigos, projetos de pesquisas, trabalhos de conclusão de curso, entre outros materiais. Também foi feito o estudo da estrutura de uma incubadora neonatal comercial disponível.

Após o levantamento do estado da arte em umidificação de incubadoras neonatais e uma maior compreensão e critério sobre o assunto, foi possível fazer a seleção dos materiais a serem utilizados, quais sejam:

- Umidificador de 2 litros de capacidade utilizado como a principal fonte de umidade;
- Servo-motor - acoplado no potenciômetro do umidificador, controlando a potência;
- Sensor de umidade capacitivo e termistor DHT22 - sensor de fácil acesso, com preço acessível e que atende às especificações impostas pela norma;
- Microcontrolador Arduino mega 2560 - utilizado para realizar a leitura do sensor e fazer o controle do servomotor.

Logo que os produtos adquiridos chegaram, foram testados para verificar sua integridade. Após os testes, com a ajuda de estudos e dos docentes do Campus, foi desenvolvido o código C++ para o Arduino, responsável pela leitura do sensor e o controle de posição do servo motor.

O funcionamento do programa consiste em ler o valor da umidade presente na incubadora através do sensor, em seguida, se o valor lido for maior que 80% o servomotor

irá girar no sentido anti-horário fazendo com que a umidade gerada pelo umidificador diminua, já que os eixos do servomotor e do potenciômetro do umidificador estarão conectados. Caso o valor lido seja menor do que 75%, o servomotor vai girar no sentido horário, fazendo com que o umidificador aumente sua potência, gerando mais umidade.

Uma vez que a parte de software do protótipo estava funcionando, iniciou-se os testes de calibração dos sensores de umidade. Para este conjunto de testes, utilizou-se uma incubadora real, da marca Fanem e modelo 1186C, cedida ao campus pela empresa Squadra Manutenção de Equipamentos Hospitalares. Nesta foram dispostos o umidificador, os sensores DHT22 ligados ao Arduino, e um sensor termo higrômetro já calibrado, disponível no campus, para validação.

Com os componentes posicionados, os testes foram realizados, divididos em quatro etapas: Etapa 1: Medição da umidade sem a interferência do umidificador. Etapa 2: Medição após o umidificador ser ligado por 1 min. Etapa 3: Medição após o umidificador ligado durante 2 min. Etapa 4: Medição com o umidificador ligado durante 3 min.

Cada medição foi realizada após o sensor calibrado estabilizar-se, o que significa que este precisava manter sua medida de 10 a 15 minutos, sem alteração. Somente então eram realizadas as leituras, durante cerca de 6 minutos, tendo um intervalo de 5 segundos entre cada leitura.

Por fim, os dados obtidos pelas leituras foram colocados em uma planilha no Excel para se ter uma melhor visualização dos valores e consequentemente poder tabular os dados adequadamente. Sendo assim, foi feito a média dos valores lidos por cada sensor durante cada etapa, também foram coletados os valores máximos e mínimos medidos, além de ser calculado o erro percentual e desvio padrão das leituras.

Resultados e discussões

O código desenvolvido consegue adquirir a leitura dos sensores, e nos casos em que a umidade é maior que 80%, faz o servo motor girar no sentido anti-horário, de forma a reduzir a produção de umidade, uma vez que o servo está conectado ao potenciômetro do umidificador. Quando a umidade é inferior a 75%, o servo gira no sentido horário, aumentando a produção de umidade. Com uma umidade entre 75% e 80%, condição ideal para o RNP, não há ajuste.

Após a tabulação dos dados de leituras dos sensores (Figura 1), foi possível analisar que os sensores 2, 3 e 5 tiveram um ótimo desempenho, com medidas dentro da norma prevista, já os sensores 1 e 4 tiveram um erro de medida máximo maior do que os 10% previstos.

Figura 1 – Dados de leituras do sensor

SENSOR 1				SENSOR 2			
Erro mín.	Erro máx.	Desvio mín.	Desvio máx.	Erro mín.	Erro máx.	Desvio mín.	Desvio máx.
3,88%	13,76%	1,48%	9,44%	0,82%	5,93%	0,57%	2,26%
SENSOR 3				SENSOR 4			
Erro mín.	Erro máx.	Desvio mín.	Desvio máx.	Erro mín.	Erro máx.	Desvio mín.	Desvio máx.
3,51%	5,72%	1,34%	3,92%	1,51%	10,37%	0,92%	3,96%
SENSOR 5							
		Erro mín.	Erro máx.	Desvio mín.	Desvio máx.		
		3,33%	6,70%	1,41%	4,60%		

Fonte: Elaborada pelos autores a partir das leituras dos sensores.

Considerações finais

A maioria dos objetivos traçados foram alcançados, mesmo assim é possível que eles recebam melhorias futuras, como, por exemplo, realizar uma calibragem dos sensores para que sejam mais precisos. Também é necessário achar um método eficiente para conectar o eixo do servomotor com o eixo do potenciômetro do umidificador de ar. Por fim, é necessário fazer um teste do sistema completo dentro da incubadora, para analisar seu comportamento.

Referência ao fomento recebido

Este projeto foi financiado pelo Edital de Pesquisa 13/2023, IFSC Campus Itajaí.

Referências

- 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.
- Controle de Incubadora Neonatal - Grupo de Pesquisa em Automação, Controle e Robótica**. Disponível em: <https://gpar.ufc.br/?page_id=981>. Acesso em: 5 de jul. 2024.
- IAIONE**, Fábio et al. Desenvolvimento de equipamento eletrônico para ensaio de incubadoras infantis. 1999.
- NBR IEC 601-2-19 **Equipamento eletromédico - Parte 2: Prescrições particulares para segurança de incubadoras para recém-nascidos**. ABNT, 2023.

Eletrificação de Sistemas Hidráulicos Embarcados em Veículos de Utilidades

Divisão Temática

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

Autores: E. W. TEICHMANN¹; E. Y. SAKURADA²; E. A. LINCK³; D. DALTOÉ⁴;
E. LICHT⁵; R.R.BERGAMASCHI⁶.

Código EMBRAPII do projeto: PFLN-2309.0017

Resumo:

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema eletrificado de tomada de força para veículos de serviço. Os sistemas tradicionais usam um motor a combustão interna para transmitir potência aos sistemas auxiliares. A proposta é desenvolver um sistema de tomada de força elétrico, denominado ePTO (Electric Power Take-Off), que utiliza energia proveniente de um banco de baterias, dispensando o uso motor a combustão. Isso resulta em vantagens como menor consumo de energia, redução de emissões de poluentes e ruído. O projeto, desenvolvido pela MVP e-Solutions, está sendo construído nos laboratórios do Departamento Acadêmico de Metal Mecânica do IFSC, Câmpus Florianópolis, e encontra-se na fase final de fabricação. Testes em bancada hidráulica com simulação das condições de aplicação serão realizados no IFSC, e os testes de performance serão executados em bancada dinamométrica em laboratórios da UFSC.

Palavras-chave: ePTO (*Electric Power Take-Off*); eletrificação; tomada de força.

Introdução

Este projeto aborda a eletrificação dos sistemas conhecidos como PTO (*Power Take-off*), em português “tomada de força”, utilizados em máquinas (veículos ou equipamentos). O conjunto PTO é basicamente uma interface que liga o motor a combustão de um veículo ao sistema de acionamento de uma máquina. Geralmente, esta máquina funciona com um sistema hidráulico de potência e sendo assim, a energia mecânica que vem do motor a combustão é transmitida por meio de um eixo-árvore que aciona uma bomba hidráulica.

¹ Professor Departamento Acadêmico de Metal Mecânica, IFSC Campus Florianópolis, erwin@ifsc.edu.br

² Professor Departamento Acadêmico de Metal Mecânica, IFSC Campus Florianópolis, yuji@ifsc.edu.br

³ Professor Departamento Acadêmico de Metal Mecânica, IFSC Campus Florianópolis, eduardo.linck@ifsc.edu.br

⁴ Estudante do curso de Engenharia Mecatrônica - Câmpus Florianópolis, douglas.d3@aluno.ifsc.edu.br

⁵ Estudante do curso Técnico em Mecânica - Câmpus Florianópolis, eduarda.lc@aluno.ifsc.edu.br

⁶ Estudante do curso de Engenharia Eletrônica - Câmpus Florianópolis, renata.rb@aluno.ifsc.edu.br

Nesta pesquisa está sendo desenvolvido um equipamento denominado ePTO (*Electric Power Take-Off*), que visa substituir por meio de um conjunto composto por motor elétrico, acionado eletronicamente com inversor de frequência e alimentado por um banco de baterias, o acionamento de equipamentos tradicionais via motor a combustão.

Este trabalho é aderente à área de “Eficiência Energética”, e faz parte do projeto de pesquisa intitulado “Eletrificação de Sistemas Hidráulicos Embarcados em Veículos de Utilidades – Tomada de Força” e conta com a parceria da empresa MVP e-Solutions, professores e técnicos do Departamento Acadêmico de Metal Mecânica do IFSC, bolsistas de graduação do curso de Engenharia Mecatrônica, Engenharia Eletrônica e do curso Técnico em Mecânica. Portanto, o projeto engloba várias áreas do conhecimento como elétrica, eletrônica e fabricação mecânica.

Além do uso em veículos elétricos e híbridos que estão chegando no mercado, o ePTO pode ser aplicado na conversão de veículos com PTO convencional, o que oferece uma oportunidade de modernização e melhoria do desempenho. Ao substituir o sistema mecânico por um sistema elétrico, é possível obter benefícios como maior economia de combustível, flexibilidade de controle e redução de emissões. A conversão permite que o veículo se beneficie das vantagens dos veículos elétricos, como a recuperação de energia regenerativa e a integração de sistemas auxiliares elétricos, proporcionando uma atualização significativa na funcionalidade e na sustentabilidade do veículo.

Fundamentação teórica

A Tomada de Força (PTO) é um mecanismo que permite a transferência de potência do motor do veículo para outro equipamento acoplado a ele, como um guindaste, cesto de elevação, escavadeira, entre outros, sendo frequentemente usada em veículos de serviço. A energia mecânica disponível na PTO vem por meio de uma engrenagem ou embreagem conectada diretamente ao virabrequim do motor. O equipamento aciona um sistema hidráulico que permite que os veículos de serviço realizem uma variedade de tarefas, proporcionando potência mecânica e hidráulica para diferentes aplicações (MUNCEI, 2024). Esses sistemas são essenciais em muitos setores, incluindo construção, agricultura, serviços públicos, entre outros (WEBFLEET, 2024).

A eletrificação do sistema de PTO é uma solução com impactos ambientais e econômicos substanciais. De acordo com Joffrey (2024) a redução ou eliminação do tempo

ocioso dos motores a diesel, bem como a redução do tamanho do motor, contribuem para a diminuição das emissões de carbono e de ruído, atendendo às normas ambientais e às demandas por operações urbanas mais silenciosas. Adicionalmente, a redução do ruído melhora a segurança e a comunicação entre a equipe, além de agradar aos residentes vizinhos às áreas de construção.

Procedimentos metodológicos

O projeto ePTO foi desenvolvido pela empresa MVP e-Solutions, e conta com três etapas principais: pesquisa, fabricação, e testes. Na primeira delas fez-se uma revisão bibliográfica a respeito do funcionamento dos sistemas PTO, sua possível eletrificação, aplicações viáveis, performance e consumo energético dos sistemas PTO presentes no mercado, comparações e um estudo prévio de *payback*.

A segunda etapa engloba a fase de fabricação do motor elétrico e demais componentes da montagem mecânica do sistema. Utilizou-se dos laboratórios do câmpus do IFSC para os processos de usinagem convencional em tornos e fresadoras, máquinas CNC (eletroerosão e Centro de Usinagem CNC), e outras ferramentas diversas disponíveis para a concepção dos componentes necessários.

Essa fase de construção envolve conhecimentos interdisciplinares relacionados com os processos de usinagem, soldagem, desenhos mecânicos, metrologia, GD&T, CAD e CAM, gerando forte interação entre o grupo de professores, pesquisadores e alunos.

Posteriormente, na última etapa realiza-se a montagem e testes de funcionamento do protótipo. No Laboratório de Automação Hidráulica e Pneumática (LAHP-IFSC), será verificada a capacidade do protótipo acionar um sistema hidráulico operando com pressão e vazão previamente estipuladas. Também neste momento serão realizados e analisados em laboratórios da UFSC, ensaios dinamométricos do conjunto ePTO, visando checar o atendimento do protótipo aos requisitos inicialmente propostos. Nessa etapa, os fundamentos envolvidos são relacionados aos conceitos de hidráulica e eletrônica, sendo necessário monitorar os sinais como pressão e vazão de óleo e rotação do motor.

Resultados e discussões

Um ponto chave que a eletrificação do sistema PTO visa atender diretamente é a economia de combustível, visto que essa é uma das variáveis que impactam diretamente nos gastos de um veículo. É possível estimar de forma aproximada o consumo anual de

óleo diesel utilizado durante operações que exigem a tomada de força (PTO), e compará-lo com os custos associados a um sistema PTO eletrificado. Para simplificação, de cálculos, será considerado que o veículo opera predominantemente em marcha lenta.

Em um sistema ePTO, por sua vez, estima-se um menor consumo de energia. Para esta análise, considera-se uma potência de $P = 12 \text{ kW}$, que atende a diversas aplicações conforme pesquisas realizadas. Deve-se considerar-se ainda o fator de trabalho (φ), esse fator é baixo, pois o sistema só consome energia quando está em operação. Estima-se que, para aplicações de ePTO, o fator de trabalho seja de aproximadamente 10%.

No Quadro 1, apresentam-se valores comparativos dos custos anuais envolvidos durante a operação de um sistema PTO tradicional em relação a um sistema ePTO. Foram considerados turnos diários de 12 horas, durante 365 dias, para ambos os casos.

Nesta análise está sendo considerado apenas o gasto de energia consumida pela operação da PTO, não levando em conta o desgaste e danos gerados ao motor diesel pelo seu uso prolongado em marcha lenta (NORMAN; CORINCHOCK, 2016).

Considerou-se que uma hora de operação em marcha lenta, um veículo de serviço consome aproximadamente 1 litro de diesel.

Quadro 1 - comparação de consumo entre sistema PTO tradicional e ePTO

Parâmetro	Sistema a Diesel	Sistema ePTO
Consumo por hora	1 litro/hora	1,2 kWh/hora
Horas de operação por dia	12 horas	12 horas
Dias de operação por ano	365 dias	365 dias
Horas de operação por ano	4380 horas	4380 horas
Consumo anual	4380 litros	5356 kWh
Preço unitário	R\$ 5,94 / litro ⁷	R\$ 0,59 / kWh ⁸
Custo anual	R\$ 26.017,00	R\$ 3.101,04
Potência	N/A	12 kW
Fator de trabalho	N/A	10%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Considerações finais

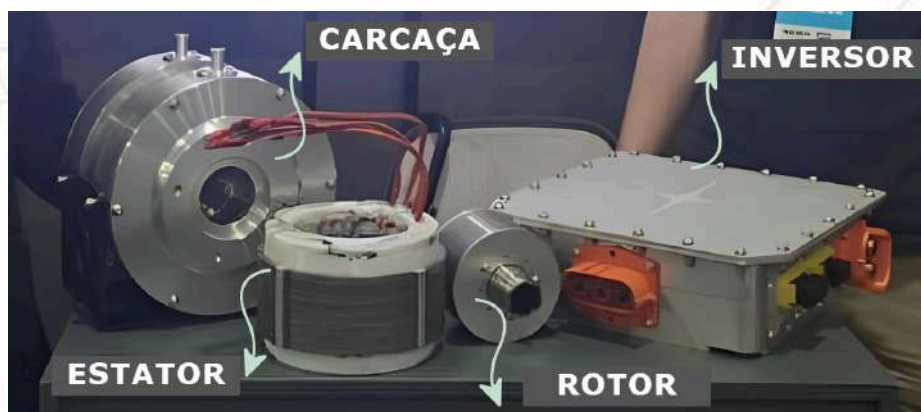
A pesquisa mostrou que existe a possibilidade de utilizar o novo sistema ePTO para uma variedade de aplicações como plataforma/guincho, cesto aéreo, caminhão guindaste entre outros, pois a potência exigida é compatível com o que está sendo entregue pelo

⁷ Fonte: [Petrobras] (<https://precos.petrobras.com.br/sele%C3%A7%C3%A3o-de-estados-diesel>). Acesso em 04 jul. 2024.

⁸ Fonte: [Celesc] (<https://www.celesc.com.br/tarifas-de-energia>). Acesso em 06 jul. 2024.

motor elétrico. Para aquelas aplicações que apresentam potência um pouco acima, o sistema também tem capacidade para atender, mas ficaria mais lento do que o original. A Figura 1 abaixo, apresenta alguns componentes do sistema ePTO fabricados neste projeto.

Figura 1 – Componentes do sistema ePTO



Fonte: Autor (2024)

O projeto ePTO encontra-se atualmente na fase final de fabricação mecânica e início da montagem para testes. Sendo assim, ainda não é possível apresentar resultados conclusivos sobre o alcance dos objetivos propostos inicialmente. Porém, já é válido afirmar que a execução do mesmo, proporcionou grande crescimento profissional e acadêmico aos envolvidos, principalmente no aprimoramento da técnica em operação de máquinas para fabricações mecânicas e nas relações de comunicação entre o grupo.

Referência ao fomento recebido

O investimento total do projeto é de R\$268.098,90, com fomentos recebidos via SEBRAE, EMBRAPPI e IFSC.

Referências

- [1] JOUFFREY, Bruno. **Electric Power Take-Off (ePTO)**. Parker Hannifin Corporation. Disponível em: <<https://discover.parker.com/ePTO>>. Acesso em 02 de Julho de 2024.
- [2] MUNCIE. **Understanding Power Take-off Systems**. Disponível em: <<https://www.munciepower.com/cms/files/Products/Literature/Documents/Training/TR-G94-01.pdf?ver=a5TU6GguWxhP2Zrv>>. Acesso em: 08 dez. 2023.
- [3] NORMAN, Andrew; CORINCHOCK, John. **Diesel Technology: Fundamentals, Service, Repair**. 8. ed. Tinley Park, IL: The Goodheart-Willcox Company, Inc., 2016. 640 p.
- [4] WEBFLEET. **What is PTO**. Disponível em: https://www.webfleet.com/en_us/webfleet/fleet-management/glossary/power-take-off/. Acesso em: 06 jul. 2024.

Primeira equipe de robótica do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do IFSC, Câmpus Chapecó

Divisão Temática

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

Autores: A. A. LUCIETTO¹; G. V. RUTZ²; M. DEBARBA³; J. LOTERIO⁴

Proppi Universal

Resumo:

A robótica tem se tornado cada vez mais utilizada em instituições de ensino, pois permite aplicar conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas de diversas unidades curriculares. O objetivo deste trabalho é apresentar as atividades da Tech Goats, primeira equipe de robótica do IFSC, Câmpus Chapecó. A equipe iniciou suas atividades em setembro de 2022 e, desde o princípio, tem utilizado muitos recursos e equipamentos da instituição para aplicar conhecimentos básicos de robótica aos estudantes do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio. Ao longo de quase dois anos, a equipe participou de cinco competições e aprendeu diversos estilos de programações, além de ensinamentos que apenas a robótica competitiva pode proporcionar, como trabalho em equipe, inovação, impacto, inclusão, tudo isso realizado sob a pressão de tempo.

Palavras-chave: robótica; atividades; equipe; tecnologia; ensino integrado.

Introdução

Atividades de robótica estão cada vez mais presentes em instituições de ensino municipal, estadual e particular, na região de Chapecó. Fortalecer essa área, que contribui tanto para a qualidade do ensino e aprendizagem, além de melhorar o desenvolvimento pessoal dos estudantes, tem sido um dos esforços de docentes e gestão do IFSC, Câmpus Chapecó. Nesse sentido, com a aprovação de um projeto de pesquisa no edital 02/2023/PROPPI-UNIVERSAL, foi possível inserir a robótica aos estudantes do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do IFSC, Câmpus Chapecó

¹ Estudante do curso Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio IFSC, angelolucietto@gmail.com.

² Profa. Dra. Área de Matemática, grazielli.vassoler@ifsc.edu.br.

³ Prof. Esp. Área de Informática, miguel.debarba@ifsc.edu.br.

⁴ Prof. Me. Área de Matemática, janilson.loterio@ifsc.edu.br..



(INF-IFSC-CCO) impulsionando várias atividades, dentre elas, a criação de uma equipe de competição de robótica institucional.

A Tech Goats surgiu de uma demanda apresentada pelos estudantes do Curso INF-IFSC-CCO, que já participavam de competições de robótica representando outras instituições municipais. Os estudantes perceberam que a instituição possui infraestrutura adequada e profissionais capacitados para orientar a equipe tanto em competições utilizando kits da Lego como também produzir robôs com materiais alternativos utilizando a plataforma Arduino. Atualmente a equipe é coordenada e acompanhada por docentes do câmpus e constituída por oito estudantes do INF-IFSC-CCO. Os treinos são elaborados e conduzidos por um estudante/bolsista do PIPCIT/IFSC. Neste texto apresenta-se o relato das atividades desenvolvidas pela equipe, bem como sua contribuição para a melhoria na qualidade do ensino, da pesquisa e extensão.

Fundamentação teórica

Vários autores destacam a importância da robótica educacional no ambiente escolar. Nascimento (2014), descreve a experiência da robótica com o uso de Materiais Alternativos na Escola Estadual Professor Luís Soares. Segundo a autora, os estudantes que participaram do workshop obtiveram melhoras no conhecimento sobre robótica, aumento no desempenho na matéria de matemática e circuitos elétricos.

No mesmo caminho, Dâmaso (2023), apresenta o Projeto Sementes: Uma Introdução à Programação e à Robótica para Escolas Públicas de Nível Médio, apontando que: “Apesar dos resultados expressivos, o mais importante foi comprovar na prática a motivação e dedicação dos participantes na busca por novos conhecimentos e da aceleração da aprendizagem alcançada.”

Estudos têm mostrado que a robótica educacional pode contribuir para a melhoria da aprendizagem, comunicação, socialização e habilidades motoras dos alunos. Além disso, a participação de alunos nessas equipes tem sido relatada como uma experiência enriquecedora e inclusiva, que favorece o desenvolvimento de habilidades sociais, emocionais e cognitivas conforme descreve Souza (2023), no trabalho sobre Experiência de inclusão de aluno com TEA na equipe de robótica competitiva em nível escolar.

Procedimentos metodológicos

A metodologia utilizada pela equipe baseia-se em treinos semanais para criação e programação dos robôs, e tornam-se mais frequentes ao se aproximar das competições. Inicialmente eram utilizados kits de robótica da Lego, NXT e EV3, doados por estudantes e instituições parceiras do município. Recentemente foi adquirido o Spike Prime, com apoio financeiro do IFSC, Câmpus Chapecó, mediante aprovação de projeto de pesquisa. Também foram iniciadas atividades com Arduino.

Dentre algumas das atividades realizadas nos treinos, pode-se listar, cronologicamente: programação de seguidor de linha liga-desliga, introdução ao uso de engrenagens, *brainstorm* sobre as estratégias das modalidades com recursos limitados, produção de um quadro de aniversários para melhorar a relação da equipe, treino em conjunto com outras equipes, uso de “coices”, incentivo utilizando toque de mão realizado com participantes destaques, entre outras atividades.

Com relação aos ensinamentos da robótica, eles foram realizados em etapas, inicialmente em programações simples mas que iriam iniciar o aprendizado de programação de robôs autônomos, como por exemplo, seguidor de linha, robô se manter na arena de borda preta sem cair, robô de separação de peças por cores, entre outros. E depois partindo para robôs autônomos mais complexos como por exemplo, na modalidade de VCT e posteriormente DRC Explorer.

Figura 1 - Arena de VCT



Figura 2 - Arena de DRC



Fonte: Elaborada pelo autor

Mais recentemente, foram inicializados os conceitos de seguidor de linha proporcional, um tipo de seguidor de linha que utiliza um cálculo de erro em relação a linha, então, um multiplicador proporcional altera esse erro e aplica esse resultado, chamado de correção, nos motores de movimento do robô.

Resultados e discussões

Durante quase dois anos e mais de noventa treinos, Tech Goats, a primeira equipe de robótica do INF-IFSC-CCO, participou de cinco competições nas quais conquistou ótimos resultados, obtendo várias medalhas e troféus.

Figura 3 - Tech Goats 2023



Fonte: Elaborada pelo autor

Em diálogo com os docentes do curso e com os estudantes/participantes há relatos quanto aos resultados obtidos a partir da criação da equipe, tais como: melhor desempenho escolar, mais desenvoltura para falar em público, análise crítica, facilidade de trabalhar em equipe e aceitar a opinião do outro, além de raciocínio crítico e resiliência.

Percebe-se a importância de equipes de robótica em ambiente educacional, pois os estudantes conseguem colocar em prática, na construção e programação de robôs, os conhecimentos adquiridos no curso, além de poderem participar de competições locais, estaduais e nacionais, disseminando os conhecimentos adquiridos no IFSC, fortalecendo assim a tríade ensino-pesquisa-extensão.

Para o bolsista, que elabora e conduz os treinos, foi possível adquirir experiências observando outras equipes, durante as competições, e reproduzir e melhorar procedimentos. Dentre estes, destaca-se a importância de valores fundamentais para



beneficiar à equipe, que são: Descoberta, Inovação, Impacto, Inclusão, Trabalho em equipe e Diversão.

Considerações finais

O principal objetivo do projeto que é inserir a robótica aos estudantes do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do IFSC-Chapecó, foi alcançado com a consolidação da equipe, uma vez que é possível aplicar conhecimentos muito avançados na área da robótica e programação, participar de feiras e competições, apontando um bom trabalho resultado de colaboração, estudantes dedicados e profissionais aptos a apoiar esses estudantes.

Incentivar os participantes a trabalharem em equipe foi a estratégia escolhida e é recomendada para docentes que queiram criar equipes de robótica em outras instituições, pois percebeu-se que é mais fácil ensinar montagem e programação do que ensinar a trabalhar em equipe. A principal dificuldade encontrada foi manter a presença dos estudantes nos treinos realizados em datas distantes das competições, mas estratégias de gerenciamento de frequência mais apuradas têm resultado em maior motivação.

Referência ao fomento recebido

O primeiro autor é bolsista do PIPCIT/IFSC por meio do edital 02/2023/PROPPI-UNIVERSAL. Os autores agradecem ao IFSC e ao Câmpus Chapecó, pelo apoio financeiro recebido para a criação da equipe.

Referências

NASCIMENTO, Mariêta Cunha do. Experiência de Robótica com o uso de Materiais Alternativos na Escola Estadual Professor Luís Soares. Outubro, 2014.

SOUZA, Bruno Leal de. Experiência de inclusão de aluno com TEA na equipe de robótica competitiva em nível escolar. Setembro, 2023.

DÂMASO, Renato S.. Projeto Sementes: Uma Introdução à Programação e à Robótica para Escolas Públicas de Nível Médio. Setembro, 2023.

DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA ONLINE COM MATERIAIS PARA ENSINO DE ROBÓTICA

Divisão Temática

DT 3 - Ação social, desafios educacionais no Brasil de hoje, inovação didática e fazer profissional inclusivo

Autores: C. MARTINS¹; G. ALBERTO².

Edital de fomento do trabalho: PROPPI Universal - IFSC 2023

Resumo:

O objetivo desta pesquisa foi desenvolver uma plataforma online de robótica educacional que auxilie o processo de inovação tecnológica na rede pública de educação, bem como projetos sociais. Além de materiais didáticos de introdução à robótica, a plataforma contém diversos conteúdos de capacitação para educadores, como metodologias para criação de equipes de competição e torneios de robótica. A execução deste projeto se deu por pesquisas de metodologias de ensino de robótica que abranjam uma abordagem humana e social da tecnologia, elaboração de planos de aula para o ensino de robótica, criação de conteúdos de formação de educadores, bem como desenvolvimento de atividades de extensão na área de robótica educacional. Algumas dificuldades foram encontradas no projeto, como a ausência de publicações científicas na área de ensino de tecnologia em instituições públicas, bem como a dificuldade de desenvolver o módulo de introdução à robótica totalmente desplugado e de forma viável para aplicação em instituições que não possuem infraestrutura básica. O conteúdo da plataforma está em desenvolvimento e a previsão de lançamento do projeto é outubro de 2024.

Palavras-chave: Robótica educacional; plataforma; capacitação; módulos didáticos; competição.

Introdução

A robótica educacional desempenha um importante papel na inovação na educação, e possibilita ambientes de aprendizagem interdisciplinares e dinâmicos. Os pesquisadores proponentes desse projeto, discentes e docentes do IFSC, atuam há mais de três anos aplicando oficinas de robótica em diferentes contextos: atividades de extensão de uma equipe de competição, projetos sociais e escolas de educação básica. A partir da experiência de campo, surgiram necessidades e inquietações que movem esta pesquisa. Encontrar um plano pedagógico e um banco de dados de atividades foi um

¹ Estudante/egresso do curso [nome do curso] da [nome da instituição] OU Servidor [lotação/ área] da [instituição], e-mail para contato.

² Estudante/egresso do curso [nome do curso] da [nome da instituição] OU Servidor [lotação/ área] da [instituição], e-mail para contato.

desafio para ministrar aulas de robótica. Nos poucos materiais disponíveis, observou-se uma grande complexidade, pois eram em sua maioria artigos, trabalhos de conclusão de curso, materiais pagos ou mesmo em outros idiomas. Além disso, as poucas propostas encontradas são muitas vezes inviáveis de serem aplicadas em um contexto público de educação, com muitos alunos em sala e pouco contato com a tecnologia no dia a dia. Em um projeto de extensão realizado com a prefeitura de Florianópolis, os professores relataram uma grande lacuna de conhecimento na área de robótica que dificultava a implementação de projetos tecnológicos na sala de aula. Este cenário dificulta o trabalho do educador que, muitas vezes, além de precisar criar os materiais precisa encontrar meios de capacitação.

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma plataforma online de robótica educacional que auxilie o processo de inovação tecnológica na rede pública de educação, bem como projetos sociais, para isso foram adotados os seguintes objetivos específicos: Pesquisar metodologias de ensino de robótica que abranjam uma abordagem humana e social da tecnologia; Elaborar no mínimo 12 planos de aula para o ensino de robótica; Criar conteúdos de formação de educadores e que auxiliem a implementação de equipes de competição, bem como criação de torneios de robótica; Implementar um fórum online para proporcionar um ambiente de interação entre os educadores; Desenvolver atividades de extensão na área de robótica educacional e disponibilizar a metodologia de execução na plataforma;

Fundamentação teórica

De acordo com o Dicionário Interativo da Educação Brasileira (2013), a robótica educacional (ou pedagógica) refere-se a ambientes de aprendizagem que envolvem o uso de materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, sensores e motores controláveis por meio de computadores e softwares (EDUCA BRASIL, 2015). Em um relatório da consultoria Boston Consulting Group (BCG), apresentado em 2021, foi projetado um crescimento expressivo do setor de robótica até o final da década, entre 6 e 10 vezes (BCG, 2021).

Ao fim do projeto, os professores que acompanhavam a turma ficaram surpresos com a quantidade de horas que os alunos investiram, além de observar um grande

aumento no nível de autonomia, comprometimento e responsabilidade. Sem a robótica educacional e o uso de diferentes tecnologias não seria possível proporcionar este ambiente de aprendizagem. De acordo com Papert (2002), a presença de objetos e ferramentas tecnológicas descentralizadas, móveis e compartilháveis cria uma nova dinâmica que não é encontrada na sala de aula convencional, oportunizando o desenvolvimento de um controle democrático, algo que não é possível quando tudo é ilustrativo e apenas no papel. (BLIKSTEIN, 2008).

Procedimentos metodológicos

Etapa 1- Pesquisa sobre as diferentes metodologias de ensino na área da robótica educacional e seus resultados em contextos de vulnerabilidade social: Nesta etapa, poucos materiais foram encontrados no eixo social, por isso foi realizada uma pesquisa de campo nos projetos que os pesquisadores estavam envolvidos: Projeto social Pode Crer, capacitação de educadores na Prefeitura Municipal de Florianópolis. Baseado na experiência prática dos educadores e em pesquisas acadêmicas, a metodologia desenvolvida para os módulos didáticos consiste em práticas que estabelecem conexão entre a proposta e o contexto do educando, ambientes de competição cooperativa e propostas que apresentam novas oportunidades aos alunos.

Etapa 2 - Elaboração dos planos de aula: Os módulos didáticos foram divididos em quatro níveis que abrangem 4 faixas etárias. Nesta fase do projeto foram desenvolvidos o plano curricular de 40 atividades do módulo introdutório, que foi pensado para ser totalmente desplugado, ou seja, sem o uso de nenhuma tecnologia assistiva.

Etapa 3 - Com os módulos didáticos elaborados, iniciou-se o desenvolvimento da plataforma online por meio do software Wordpress. A identidade visual do projeto foi utilizado o software Canva e Figma. A primeira versão da plataforma foi desenvolvida com as seguintes funcionalidades: Um banco de dados de atividades de robótica educacional, fórum de discussão para educadores, conteúdos formativos na área de extensão, como por exemplo equipes de competição e organização de torneios de robótica e por último, um espaço de capacitação para educadores;

Etapa 4 - Atividades de extensão: Para validar os conteúdos formativos referente a propostas de extensão, foi desenvolvido propostas de extensão em parceria com

instituições como o IFSC, Prefeitura Municipal de Florianópolis e o projeto social Pode Crer. A validação da metodologia dos projetos está sendo realizada por duas perspectivas: um diário de campo do pesquisador e um formulário de feedback preenchido pelo público alvo ao final da oficina.

Etapa 5: A etapa cinco consiste em publicar a plataforma oficialmente e elaborar relatórios de conclusão da pesquisa, visando publicá-las em formato de artigo científico e resumo expandido.

Resultados e discussões

A metodologia utilizada para o desenvolvimento dos módulos foi desenvolvida baseada em pesquisas acadêmicas e vivências práticas dos pesquisadores. Foram estruturadas 40 aulas de ensino robótica educacional do nível introdutório, totalmente desplugado. Ao longo do desenvolvimento do projeto, o conceito da plataforma evoluiu para além de módulos didáticos, trazendo o site como um centro de referência e capacitação em robótica educacional, abrangendo formação de equipes de competição, organização de torneios, e capacitação dos educadores. Focou-se principalmente na metodologia utilizada visando a aplicação desses projetos na rede pública de ensino e de projetos sociais. A plataforma já foi desenvolvida e está no ar, o conteúdo está constantemente em desenvolvimento e planeja-se a publicação oficial do site para o mês de outubro, quando tem-se o fim deste projeto. Além das atividades de pesquisa e ensino, a equipe executora realizou três principais atividades de extensão que servem como um estudo prático com diferentes públicos alvo: 1: Organização do torneio de robótica do SEPEI 2024; 2: Organização do torneio de robótica para jovens de 10 a 16 anos do projeto social Pode Crer; 3: Capacitação de professores da rede pública de ensino de Florianópolis; O manual de como desenvolver essas atividades estarão disponíveis na plataforma e servirão como modelo de replicação para outras instituições.

Considerações finais

Os objetivos do trabalho foram alcançados e algumas etapas ainda estão em desenvolvimento. As atividades tiveram uma grande contribuição na formação dos

pesquisadores e foram potencializadas pela indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Algumas dificuldades foram encontradas no projeto, como a ausência de publicações científicas na área de ensino de tecnologia em projetos sociais e instituições públicas, bem como a dificuldade de desenvolver o módulo de introdução à robótica totalmente desplugado e de forma viável para aplicação em instituições que não possuem infraestrutura básica.

Referência ao fomento recebido

Edital Proppi - Pesquisa Universal

Referências

BLIKSTEIN, Paulo. Travels in Troy with Freire: Technology as an agent for emancipation. In: NOGUERA, Pedro; TORRES, Carlos Alberto (Ed.). Social justice education for teachers: Paulo Freire and the possible dream. Rotterdam: Sense, 2008. Disponível em: <https://sensepublishers.com/media/967-social-justice-education-forteachers.pdf>

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. Verbete robótica educacional. Dicionário Interativo da Educação Brasileira - EducaBrasil. São Paulo: Midiamix Editora, 2015. Disponível em <https://educabrasil.com.br/robotica-educacional/>. Acesso em 25 abr 2023.

DO ROCIO ZILLI, S. A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86930/224814.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: abr. 2023.

COSTA, S. PAPERT, Seymour. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008. Disponível em: https://aprenda.mat.br/wp-content/uploads/2021/06/PAPERT_Seymour_A_maquina_das_crianças_re.pdf. Acesso em: abr. 25. 2023

Robotics Outlook 2030: como a inteligência e a mobilidade moldarão o futuro . Disponível em: <https://bcg.com/publications/2021/how-intelligence-and-mobility-will-shape-the-future-of-the-robotics-industry>.

Blikstein, Paulo & Cavallo, David. God hides in the details: design and implementation of technology-enabled learning environments in public education, in Proceedings from Eurolog 2003, Porto, Portugal, 2003.

Otimização de um trem de pouso impresso em 3D para drone de competição

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

Autores: A. OLIVEIRA¹; L. AZEVEDO²; L. SEBASTIÃO³; E. TRALLI⁴; T. FEITOZA⁵; R. OLIVEIRA⁶.

Resumo:

Este trabalho tem por objetivo validar as propostas criadas pelos alunos a fim de otimizar a resistência mecânica do trem de pouso de um RPA de pequeno porte. A necessidade de modificações no desenho original foi identificada devido aos eventuais pousos forçados durante os testes de voo. Os alunos, utilizando softwares de modelagem 3D, buscaram aumentar a resistência mecânica do componente, sendo posteriormente impressa em uma impressora 3D e por fim, validada por meio da metodologia abordada. O método de teste empregado consistiu em aplicar tração mecânica sobre a peça por meio de uma alavanca. Os testes constataram a eficácia das melhorias criadas pelos estudantes, mas também, ressaltou a importância de estudos mais aprofundados, sempre buscando maximizar o bom desempenho das criações desenvolvidas.

Palavras-chave: Impressão 3D; Otimização; Drones; Modelagem 3D.

Introdução

O Laboratório de Drones do IFSC Câmpus Florianópolis utiliza softwares de modelagem 3D para projetar a estrutura de suas aeronaves remotamente pilotadas (RPA, ou *Remote Piloted Aircraft*), que em seguida, são materializados pelas impressoras do laboratório, priorizando o uso de filamento ABS, por possuir maior resistência à impactos com uma boa relação custo x benefício e facilidade de impressão nos equipamentos do laboratório. Posteriormente, as aeronaves montadas são aplicadas em competições

¹ Antonio Augusto Groehs de Oliveira [Tecnólogo em Sistemas de Energia] do [Câmpus Florianópolis], e-mail para contato antonio.ag@aluno.ifsc.edu.br.

² Luis Felipe Mabilde de Azevedo do curso [Técnico em Eletrotécnica] do [Câmpus Florianópolis], e-mail para contato felipemabilde@yahoo.com.br.

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

⁴ Enzo Renan Moreira Tralli [Engenharia Mecatrônica] do [Campus Florianópolis], enzo.rmt@aluno.ifsc.edu.br.

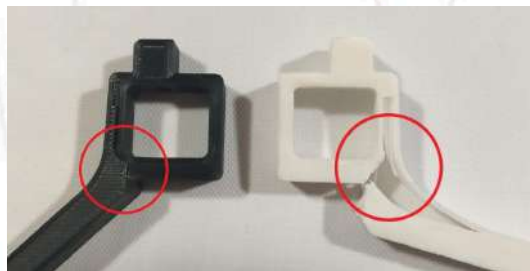
⁵ Thauan Felipe Silva Feitoza [Engenharia Mecatrônica] do [Campus Florianópolis], thauan.s2004@aluno.ifsc.edu.br.

⁶ Rodrigo Arruda Pereira Oliveira [Tecnólogo em Sistemas de Energia] do [Campus Florianópolis], rodrigopoliveira2112@gmail.com.

estudantis, como a Competição de Drones do IFSC Câmpus Florianópolis (CDICF) ou a Competição Brasileira de Robótica (CBR). (RoboCup Brasil - Flying Robot Trial League, 2024, p. 2).

Durante a etapa de testes e configuração da aeronave projetada por alunos e professores para a CBR 2024, alguns testes de voos destes veículos incorreram na necessidade de pousos forçados, que por vezes acarretou na quebra de alguns dos componentes impressos, na maior parte dos casos, o trem de pouso. Em uma análise mais apurada das peças danificadas em voo, notou-se que a quebra deste componente ocorria em um mesmo local, como exemplificado na Figura 1.

Figura 1: Ponto de quebra do trem de pouso.



Fonte: Autoria própria (2024).

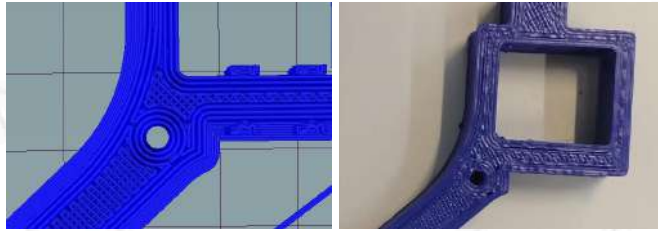
Este trabalho ilustra a metodologia utilizada para identificação do ponto frágil do componente danificado, bem como as propostas de melhorias na peça para aumentar sua rigidez e robustez. Apresenta ainda o método utilizado para avaliação das alterações implementadas e os resultados que foram obtidos a partir dos ensaios realizados.

Fundamentação teórica

Com o propósito de otimizar o trem de pouso e melhorar sua resistência mecânica, os alunos redesenharam a peça com base na análise da característica particular das peças produzidas por impressoras 3D. Notou-se que essas impressoras utilizam uma maior quantidade de filamento para criar o formato de furos em peças sólidas, conforme mostrado na Figura 2. Somado ao perfil de adição do material com o formato circular e ao

modo diferenciado com que as camadas são impressas, espera-se aumentar a resistência da peça na região de interesse.

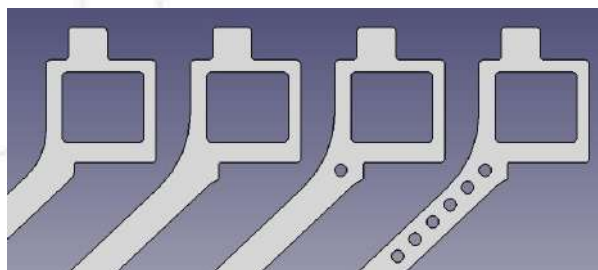
Figura 2: Disposição das camadas na peça impressa.



Fonte: Autoria própria (2024).

Outra proposta de otimização do desenho avaliada consiste no aumento da espessura do trem de pouso na região que havia sido identificada com fragilidade, como mostra a Figura 3. Essa metodologia, já bastante consolidada sob avaliação tradicional e empírica, implica no aumento dimensional da peça e, portanto, no aumento do peso do componente e do material utilizado para sua construção. Apesar da perspectiva da obtenção de bons resultados com essa proposta de otimização, o incremento de peso na aeronave decorrente desse método é algo indesejado no projeto do veículo.

Figura 3: Trem de pouso original (esquerda) e redesenhados (direita).



Fonte: Autoria própria (2024).

Procedimentos metodológicos

Para a implementação das alterações no trem de pouso, os alunos utilizaram o software de modelagem 3D, FreeCAD. Foram realizadas impressões de 5 amostras de trem de pouso com a mesma impressora 3D e mesmo filamento, sendo as amostras:

- 2 peças com desenho original, para auxiliar na metodologia de experimentação;
- 1 peça com desenho espessado, sem inserção de furos;
- 1 peça com inserção de um único furo na região de interesse;
- 1 peça com a inserção de diversos furos, próximos à região de avaliação.

Posteriormente, foi realizada manualmente a aplicação de tração mecânica na peça de forma gradual até sua ruptura, como mostra a Figura 4, com registro da força aplicada a partir de um dinamômetro/balança linear simples. O propósito foi obter leituras relacionadas às forças necessárias para a ruptura da peça e avaliar se a otimização apresentou a necessidade de força maior para obter o mesmo padrão de quebra.

Figura 4: Base de testes.



Fonte: Autoria própria (2024).

Resultados e discussões

Conforme os testes realizados, foi possível expor o trem de pouso original a uma força de aproximadamente 9.630 gramas, causando a quebra do componente na região de interesse, com a peça demonstrando fadiga a partir dos 6 quilogramas.

Em seguida, o mesmo procedimento foi realizado com as peças redesenhadas, a primeira a ser testada, foi a sem a presença de furações, com a quebra da mesma ocorrendo sob uma força de 14.160 gramas, como mostrado na Figura 5. O segundo trem de pouso, esse com apenas uma furação, pôde resistir à uma força próxima de 11.450 gramas. Por fim, o trem de pouso com diversos furos resistiu a uma força de 10.370 gramas.

Figura 5: Trem de Pouso redesenhado na bancada de teste.



Fonte: Autoria própria (2024).

Considerações finais

Com base nos ensaios realizados durante este estudo, foi possível identificar que as modificações feitas no trem de pouso causaram o aumento da resistência mecânica próximo ao ponto frágil. Quanto às peças em que houve a inserção de furos, não apresentaram aumento significativo na robustez, resultando na mesma resistência que o trem de pouso original.

Sendo assim, é importante frisar a necessidade constante de análise de pontos frágeis, a fim de realizar melhorias no componente, sobretudo, por meio de práticas tradicionais, como aumento de espessura e arredondamento de extremidades. Porém, não se pode descartar soluções alternativas, como furações, pois como os experimentos demonstraram, necessitam de testes e estudos futuros visando a otimização dessa aplicação.

Referências

Regulamento da Competição Brasileira de Robótica. Disponível em:
RegrasDesafioDrones_v2.9-1.pdf (robocup.org.br). Acesso em: 04 jul. 2024

Aplicação de Experiência do Usuário ¹para o desenvolvimento de painéis de Business Intelligence para o Instituto Federal de Santa Catarina

Divisão Temática

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

Autores: G. Boletti, E. Rodycz, J. Rochinski, G. Cardozo, B. Velloso e E. Sewald

EDITAL Nº 14/2023/PROPPI/DAE

Resumo:

As instituições de ensino não possuem de modo geral uma forma própria para visualização de dados, dificultando que sejam tomadas decisões importantes. A utilização de *dashboards* com os dados e uma organização possibilitam que sejam gerados *insights* importantes para a organização, prevendo crises e melhorando os processos. Desta forma, tem-se como objetivo analisar e selecionar os dados para criação de dashboards, propondo um processo validado de *user experience* para construção de dashboards de *business intelligence* para o IFSC, tendo como metodologia aplicada o estudo de caso. Com este trabalho, foi possível apresentar o funcionamento de características que compõem a UX, melhorar o processo e testar os resultados.

Palavras-chave: BI; UX; dashboards.

Introdução

O cenário atual do mundo apresenta uma rápida circulação de informações e uma imensa quantidade de dados que não são tratados, gerando perda de eficiência e qualidade. Este trabalho vai tratar sobre o uso de experiência do usuário em conjunto com business intelligence. Antes de iniciar o assunto, deve-se tratar sobre o conceito de dados, estes sendo a informação em sua forma mais pura, sem possuir um significado, sendo necessário transformar esses dados em informações relevantes.

Uma vez que há utilização de uma base de dados, surge o business intelligence (BI), com este é possível desenvolver dashboards para analisar os diversos dados da organização, possibilitando a visualização gráfica das informações e métricas de negócios, de modo que venha a gerar maior facilidade e praticidade. A representação

¹ Estudante do CST Gestão de TI/IFSC - gabriel.b31@aluno.ifsc.edu.br

² Estudante do CST Gestão de TI/IFSC - eduardo.r2003@aluno.ifsc.edu.br

³ Estudante do CST Gestão de TI/IFSC - joao.vrv2000@aluno.ifsc.edu.br

⁴ Professor do campus Florianópolis/IFSC - DAGCTC, glauco.cardozo@ifsc.edu.br

⁵ Professor do campus Florianópolis/IFSC - DAGCTC, bruno.velloso@ifsc.edu.br

⁶ Professor do campus Florianópolis/IFSC - DAGCTC, egon.junior@ifsc.edu.br

destes dados pode ser feita em dashboards geralmente interativos, onde a análise da user experience (UX) é necessária, visando proporcionar uma experiência confiável, útil e com fácil utilização.

O UX pode ser empregado junto aos dashboards de BI para representar de uma maneira atrativa os dados úteis que foram analisados, apresentando diversos recursos vantajosos. Desta forma, para esta pesquisa o estudo de caso terá como objetivo a utilização do BI e UX direcionado para a resolução de questões operacionais do Instituto Federal, tendo origem no projeto de pesquisa: “Estudo de Caso como ferramenta para o desenvolvimento de Competências em um Curso Superior em Tecnologia em Gestão de TI: Construção de um Sistema de Análise de Dados para o Instituto Federal de Santa Catarina” que tem como objetivo geral Desenvolvimento de competências por parte dos alunos do CST em Gestão de TI do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) por meio de Estudo de Caso na disciplina de Tópicos Avançados sobre a criação de um sistema de Análise e Visualização de Dados Institucionais.

Fundamentação teórica

Antes de utilizar o BI e desenvolver os dashboards, é necessário um estudo sobre a análise de dados, este é o processo de examinar, transformar e modelar os dados em informações úteis para determinada organização, sendo inteiramente relacionada a toda aplicação e funcionamento de BI. O processo ETL na análise de dados envolve três etapas principais: extrair informações de diversas fontes dentro de uma organização, transformá-las para eliminar dados irrelevantes ou incorretos, e finalmente carregá-las em uma área de destino. A última etapa, a carga, é um processo automatizado e bem definido, que garante a precisão e utilidade dos dados para análise (Primak, 2008).

Inicialmente, é preciso definir o que é business intelligence (BI), este conceito utiliza os dados de uma empresa e os transforma em informação útil, com a finalidade de melhorar a eficiência e gerar melhores resultados para a empresa. A utilização de BI possibilita que sejam gerados *insights*, estes por sua vez podem demonstrar os pontos relevantes a serem verificados e impedir crises em determinada organização (Primak, 2008).

O termo User Experience (UX), possui como base a ideia de desenvolver produtos que sejam agradáveis ao usuário, fáceis de usar, e que possam permitir o desenvolvimento e conclusão de uma tarefa no menor tempo possível. O conceito de usabilidade é utilizado diversas vezes quando se fala sobre UX de modo geral, sendo um termo que se refere a facilidade com que o usuário possui ao utilizar uma ferramenta, representando a simplicidade e facilidade de uma interface (Teixeira, 2008).

O conceito de dashboards de BI, é aplicado quando deseja-se apresentar uma interface visual para acessar os insights dos dados importantes coletados na parte de BI, organizados pela parte de tomada de decisões e utilizando informações atualizadas em

tempo real. Estas informações são apresentadas de diferentes formas, através de gráficos ou tabelas por exemplo, mas o que deve estar presente em todo dashboard é a possibilidade de interagir de forma dinâmica, possibilitando uma análise rápida

Existem diversas ferramentas de BI utilizadas para diferentes resultados, no caso dos dashboards, o objetivo consiste em auxiliar gerentes a medir métricas, como desempenho, indicadores, comportamentos indesejáveis e redefinem seus objetivos com objetivo de melhorar os resultados. Os dados utilizados pelos dashboards são chamados de KPIs(Key Performance Indicators), estes são indicadores chaves de desempenho, escolhidos com base na estratégia da organização (Teixeira, 2008).

Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa pode ser classificada como aplicada, sendo utilizada para resolver problemas práticos e melhorar a eficiência de tecnologias existentes. A pesquisa visa melhorar a qualidade dos processos existentes, assim como na pesquisa convencional, um problema é identificado, é desenvolvida uma hipótese e depois ela é testada, para que assim seja possível solucionar o problema (Vianna, 2023).

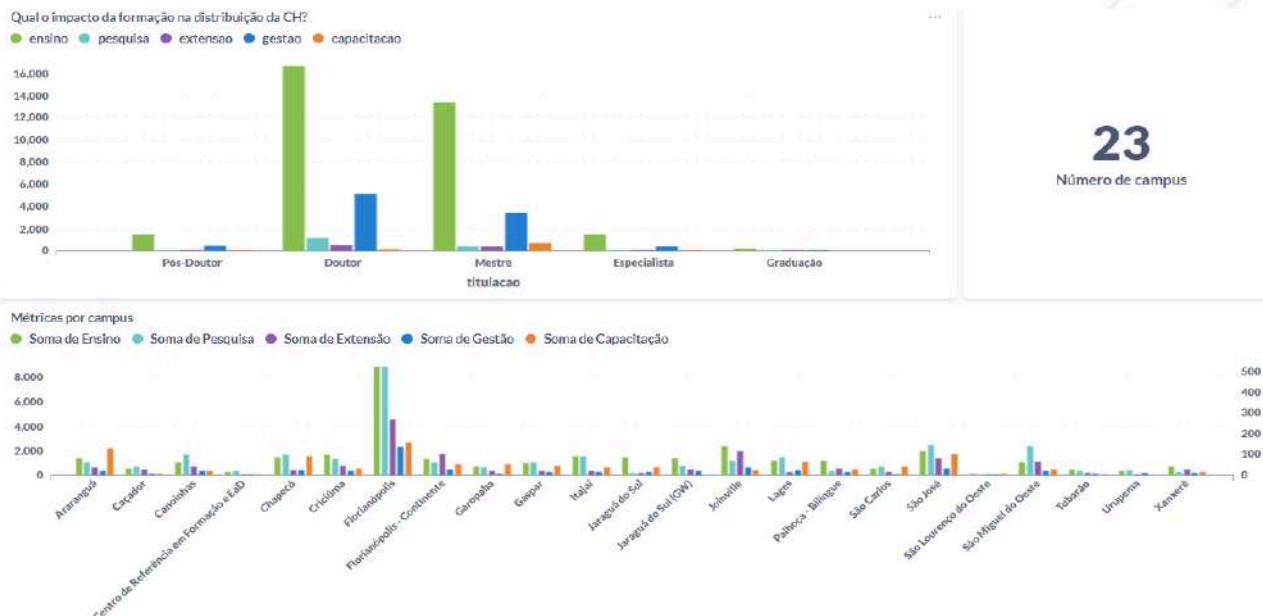
Já quanto a estratégia de pesquisa, esta é classificada como estudo de caso, se baseando em dados disponibilizados pela página de transparência da organização, analisando os dados disponíveis para que seja possível resolver um determinado problema. A abordagem desta pesquisa é qualitativa, tendo uma preocupação com a qualidade dos dados utilizados pela organização, realizando o procedimento de ETL para verificar incongruências no desenvolvimento dos dashboards (Vianna, 2023).

Como ferramenta escolhida para o desenvolvimento dos dashboards foi o metabase, esta é uma plataforma que possibilita vincular bancos de dados e arquivos para o desenvolvimento de interfaces interativas. Pelo metabase, foram desenvolvidos os dashboards com SQL e formato de perguntas prontas, estas foram modeladas com base nas necessidades e mantendo os padrões de UX.

Resultados e discussões

Com o estudo deste caso, foi possível desenvolver diversos dashboards interativos que envolvem a questão de formação em relação a carga horária, sendo analisada na amostragem professores de todos os institutos federais do Brasil. Na figura 1 é apresentado um dos dashboards criados utilizando os dados do IFSC e as técnicas de UX.

Figura 1 - Dashboards desenvolvidos no metabase



Foi possível aplicar para este estudo de caso, com base nos dados utilizados, dashboards do tipo analítico. Com eles, foi possível identificar insights relevantes para a organização de ensino, utilizando filtros dinâmicos e com dados que são constantemente atualizados.

Ocorreu a aplicação dos conceitos de UX para o desenvolvimento de todas as abas pelo metabase, padronizando as cores e formato de gráfico, para que não causasse estranhamento ou confusão na visualização. Os princípios necessários para uma experiência agradável por parte do usuário foram respeitados, apresentando o conceito de usabilidade. Após os dashboards estarem prontos, foi desenvolvida uma estrutura em HTML e CSS para adicionar a navegação ao dashboard, possibilitando uma melhor interação e testes de usabilidades com usuários que desconheciam os dashboards. O resultado final é apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Interface web para dashboards



Considerações finais

Todos os objetivos que foram estabelecidos quanto ao desenvolvimento foram alcançados, o projeto seguiu o desenvolvimento corretamente, ocorrendo também determinadas adições. O maior desafio encontrado foi a transformação dos dados, passando de PDF, para excel e enfim CSV. Após os dashboards estarem prontos, foi documentado o procedimento realizado e os resultados obtidos por meio deste estudo.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho foi fomentado pelo projeto: Estudo de Caso como ferramenta para o desenvolvimento de Competências em um Curso Superior em Tecnologia em Gestão de TI: Construção de um Sistema de Análise de Dados para o IFSC.

Referências

- PRIMAK, F. Decisões com BI (Business Intelligence). Guarapuava. Fabio Vinicius Primak, 2008.
- VIANNA, H.M. Pesquisa em educação: a observação. Brasília: Plano, 2003. p.9-107.
- TEIXEIRA, F. Introdução e boas práticas em UX design. São Paulo. Editora Casa do Código, 2014

ESTUDO DA AÇÃO ENZIMÁTICA NA PRODUÇÃO DE SUCO DE DIFERENTES VARIEDADES DE GOIABA SERRANA

Divisão Temática

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

Autores: L. ALVES¹; G. MARQUES¹; P. RAMOS¹; L. ARAUJO²; G. VELOSO SARTORI³.

Resumo:

A goiaba serrana é uma fruta nativa brasileira altamente perecível. Portanto, a produção de produtos derivados desta fruta se torna uma alternativa importante para a cadeia produtiva da mesma, favorecendo o seu consumo em períodos entressafra. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a ação de dois preparados enzimáticos distintos na extratibilidade de suco de cinco variedades de goiaba serrana. Cinco variedades de goiaba serrana (Alcântara, Nonante, Helena, Mattos e Pierre) foram colhidas, higienizadas e submetidas a branqueamento térmico para posterior extração da polpa. Para extração do suco empregou-se na polpa de cada variedade duas formulações enzimáticas, uma contendo apenas pectinase e outra contendo pectinase e beta-glucanase. Após ativação térmica, o líquido obtido foi filtrado, pesado, envasado e pasteurizado. Das cinco variedades de goiaba serrana analisadas, a variedade Helena apresentou maior rendimento de extração de suco empregando-se o preparado que continha apenas a enzima pectinase.

Palavras-chave: feijoa; enzimas; processamento; tecnologia de bebidas.

Introdução

A Serra Catarinense possui uma rica diversidade de frutas e vegetais. Dentre as frutas, destaca-se a goiaba serrana, também conhecida como feijoa, por ser nativa desta região. Apesar de muito apreciada, a alta perecibilidade desta fruta limita o seu conhecimento e consumo na forma *in natura*.

A industrialização desta fruta se mostra uma alternativa interessante, uma vez que possibilita o consumo de seus constituintes bioativos no período entressafra e em regiões de menor acesso à fruta, além de reduzir as perdas pós-colheita. Uma das formas de processamento é a produção de suco, uma vez que a tecnologia envolvida é acessível, o

¹ Estudantes do curso Bacharel em Engenharia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Câmpus Urupema, larissa.al16@aluno.ifsc.edu.br, gabriel.lms@aluno.ifsc.edu.br, poliana.r01@aluno.ifsc.edu.br

² Pesquisador - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Estação Experimental de São Joaquim, leonardoraujo@epagri.sc.gov.br

³ Docente do curso Bacharel em Engenharia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Câmpus Urupema, giliani.sartori@ifsc.edu.br

produto é de fácil distribuição e armazenamento, além de ser de alta aceitação no mercado consumidor.

Por ser um método sustentável e de fácil aplicabilidade, o uso de enzimas se faz uma técnica apropriada para a produção de sucos. Para essa finalidade, existem disponíveis no mercado diferentes preparados enzimáticos voltados para aumento de rendimento e características sensoriais.

Desta forma, considerando o exposto acima, o objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento de extração de suco de cinco variedades de goiaba serrana produzidas na serra catarinense mediante utilização de duas enzimas distintas. As atividades desenvolvidas neste estudo foram realizadas durante a disciplina de Projeto Integrador I, do curso Bacharel em Engenharia de Alimentos. Através dele os discentes puderam associar, mediante a condução da pesquisa, os conhecimentos de química, bioquímica e controle de qualidade envolvidos na tecnologia de bebidas, podendo compartilhar os resultados com a comunidade externa.

Fundamentação teórica

A goiaba serrana (*Acca sellowiana*), é uma espécie nativa do planalto meridional brasileiro e nordeste do Uruguai, com dispersão na Argentina e Paraguai (EPAGRI, 2018; LORENZINI et al., 2021). Esta fruta possui compostos bioativos, compostos fenólicos e em menor quantidade carotenoides, os quais podem variar conforme a região e condições climáticas que a fruta foi cultivada (AMARANTE et al., 2008; VELHO et al., 2011).

Um dos pontos que desfavorece a produção da goiaba serrana é sua alta perecibilidade e curta vida de prateleira (AMARANTE et al., 2008; VELHO et al., 2011). Estudos indicam que o armazenamento quando realizado por um longo período gera o comprometimento na qualidade dos frutos, reduzindo os teores de vitamina C, acidez e concentração de sólidos solúveis, consequentemente diminuindo o sabor (HOFFMANN et al., 1994).

Uma das formas de redução de perdas pós-colheita de frutas e preservação de suas características por mais tempo é a produção de sucos, pois este produto derivado preserva as características químicas e sensoriais da fruta fresca e tem alta aceitabilidade (ABUD;

NARAIN, 2009). Para este processamento é comum o uso de enzimas carboidrases que agem aumentando o rendimento e reduzindo a viscosidade do líquido obtido.

Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento deste trabalho cinco variedades de goiaba serrana (Alcântara, Nonante, Helena, Mattos e Pierre) foram doadas pela Epagri de São Joaquim. Todas as variedades foram colhidas no seu ponto ótimo de maturação e encaminhadas ao IFSC para processamento.

Durante as aulas da disciplina de Projeto Integrador I, as frutas foram previamente higienizadas com água corrente e solução de hipoclorito de sódio. Após, foram cortadas ao meio, acondicionadas em sacos plásticos culinários do tipo ziplock, pesadas e submetidas a branqueamento (80°C/2,5min), com subsequente resfriamento. Efetuou-se o despulpamento de forma manual e homogeneização com mixer doméstico da polpa.

Foram testados dois preparados enzimáticos comerciais distintos na extração de suco de cada variedade: a) Pectimax Color 101, composta pelas enzimas pectinase e beta-glucanase, na dose de 70 ppm.Kg⁻¹ (Prozyn®); b) Pectimax DPX 3.0, composta apenas por pectinase, na dose de 230 ppm.Kg⁻¹ (Prozyn®). Os frascos contendo a polpa e as enzimas foram acondicionados a 40 °C, por 1h para ativação da ação enzimática. Após resfriamento, os líquidos foram filtrados com tecido volta ao mundo, pesados, envasados, pasteurizados (100°C /1 min) e refrigeradas para estabilização.

Resultados e discussões

A Tabela 1 apresenta o rendimento de extração de suco das cinco variedades de goiaba serrana utilizando dois preparados enzimáticos deste estudo. O maior rendimento de extração foi obtido na variedade Helena (94%) empregando-se o preparado enzimático que continha apenas a enzima pectinase na sua formulação.

Paralelamente foi avaliado que a porcentagem de polpa foi maior na variedade Alcântara (32,1%) do que na variedade Helena (29,2%), resultados semelhantes aos obtidos por Ducroquet et al. (2007), portando sendo inversamente proporcional ao rendimento de suco.

Tabela 1 – Rendimento de extração de suco de cinco variedades de goiaba serrana empregando diferentes preparados enzimáticos.

Enzima	Rendimento de suco				
	Alcântara	Nonante	Pierre	Mattos	Helena
Pectimax Color 101	79%	90%	90,4%	82,52%	88,70%
Pectimax DPX 3.0	77,1%	90%	84,4%	89,71%	94,00%

Fonte: os autores.

Os resultados obtidos evidenciam que o melhoramento genético envolvido para cada variedade pode afetar a proporção de componentes químicos que, consequentemente, influenciarão na quantidade de suco obtido de acordo com a enzima empregada, uma vez que a porcentagem de polpa foi inversamente proporcional ao rendimento de suco obtido com as enzimas testadas neste estudo.

Considerações finais

Os resultados obtidos demonstram que o rendimento de extração variou conforme a enzima e a variedade empregada, sendo necessários estudos complementares sobre a composição físico-química das amostras para melhor elucidação sobre vantagens e desvantagens do uso de cada enzima e variedade na produção de suco.

O desenvolvimento desta pesquisa se mostrou uma ferramenta de ensino eficiente, uma vez que oportunizou o aprendizado através da prática interdisciplinar. A equipe executora do trabalho prevê a elaboração de materiais técnico-científicos contendo todos os dados elencados neste trabalho, além dos que estão por finalização, para divulgação junto à comunidade acadêmica e a produtores de goiaba serrana, contribuindo para concretização do aprendizado.

Referência ao fomento recebido

A equipe agradece à Estação Experimental de São Joaquim da Epagri pela doação das frutas empregadas neste estudo.

Referências

ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009. Disponível em: <<https://bjft.ital.sp.gov.br/arquivos/artigos/v12n4389a.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2024.

AMARANTE, C.V.T. do; STEFFENS, C.A.; DUCROQUET, J.P.H.J.; SASSO, A. Qualidade de goiaba serrana em resposta à temperatura de armazenamento e ao tratamento com 1-metilciclopropano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.12, p.1683-1689, 2008.

DUCROQUET, J. P. H. J. et al. As primeiras cultivares brasileiras de goiabeira serrana: SCS 411 Alcântara e SCS 412 Helena. **Agropecuária Catarinense, Florianópolis**, v. 20, n. 2, p. 77-80, 2007.

EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **A cultura da goiabeira-serrana**. Florianópolis: EPAGRI, 2018. 216 p.

HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KLUGE, R.A.; BILHALVA, A.B. Influência da temperatura e do polietileno no armazenamento de frutos de goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Berg.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.51, n.3, p.563-568, 1994.

LORENZINI, A. R.; CARISSIMI BOFF, M. I.; DRESCH RECH, T. D. R.; BOFF, P. Fitogeografia da goiabeira serrana no Planalto Serrano Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 86–89, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/896>. Acesso em: 5 jul. 2024.

VELHO, A.C.; AMARANTE, C.V.T.; ARGENTA, L.C.; STEFFENS, C.A. Influência da temperatura de armazenamento na qualidade pós-colheita de goiabas serranas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.14-20, 2011.

DESENVOLVIMENTO E PROJETO DE FRAME PARA DRONE DE COMPETIÇÃO UTILIZANDO IMPRESSÃO 3D

Divisão Temática

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

Autores: G. CARVALHO¹; L. IANNONE²; L. SILVA³.

Resumo:

Um drone de competição requer um bom projeto, para que seja efetivo em sua performance, pensando nisso, projetamos um Frame para nosso drone de competição, que atendesse nossas necessidades e as exigências do regulamento da competição. O projeto foi idealizado utilizando software CAD, e fabricado utilizando impressão 3D, passando por 2 versões, continuamente sendo aprimorado conforme nossas necessidades, para que houvesse o melhor aproveitamento acerca da nossa estratégia, obtendo-se um Frame estável e otimizado.

Palavras-chave: Drone; Frame; Cad; Impressão 3d; Projeto.

Introdução

O presente trabalho trata das atividades desenvolvidas pela equipe Vitruvian, que propôs-se a participar da Competição de Drones IFSC Câmpus Florianópolis 2024, onde a principal ação a ser realizada é o projeto de uma aeronave remotamente pilotada - drone, que cumprirá os objetivos dispostos no regulamento da competição.

O desafio da equipe era projetar algo que performa em meio aéreo. Como toda aeronave, foi necessário atribuir um bom jogo de peso e simetria ao projeto, visto que haveria necessidade de introduzir diversos periféricos, como um microcontrolador *Raspberry Pi*, camera e sensores para aferição de altura, e ainda sim contar com uma estrutura estável, e a capacidade de acomodar a eletrônica de maneira organizada e de fácil acesso. Se estas características fossem atendidas, haveria um frame efetivo e confiável, pensado para maximizar o desempenho e minimizar problemas relacionados à manutenção e a reposição de peças.

Fundamentação teórica

¹ Estudante do curso Técnico integrado em eletrônica do IFSC campus Florianópolis, guilhermelorenzo2019@hotmail.com.

² Estudante do curso Técnico integrado em eletrotécnica do IFSC campus Florianópolis, luigicostaianne@gmail.com.

³ Estudante do curso Técnico integrado em eletrônica do IFSC campus Florianópolis, luiza.yf@aluno.ifsc.edu.br.

O desenvolvimento do projeto iniciou a partir de conceitos definidos em projetos de engenharia, porém, majoritariamente por conhecimento empírico, observação e diálogo no Laboratório de Drones do Câmpus, junto à experiência prévia da equipe que atua conjuntamente no projeto.

Inicialmente, a identificação do problema foi crucial para direcionar nossos esforços, conforme indicado no "*The Electrical and Computer Engineering Design Handbook*" (STANIEWICZ, s.d.), que destaca a importância de definir claramente os requisitos do projeto. Com isso em mente, a análise do regulamento da competição de drones do IFSC Câmpus Florianópolis nos forneceu parâmetros essenciais, como restrições de peso e dimensões do drone (Regulamento da Competição de Drones IFSC Câmpus Florianópolis 2024, s.d.).

Analizamos projetos de trabalhos acadêmicos com estruturas impressas em 3D, porém, tivemos um pouco de dificuldade de encontrar artigos voltados apenas para o desenvolvimento de *frames*.

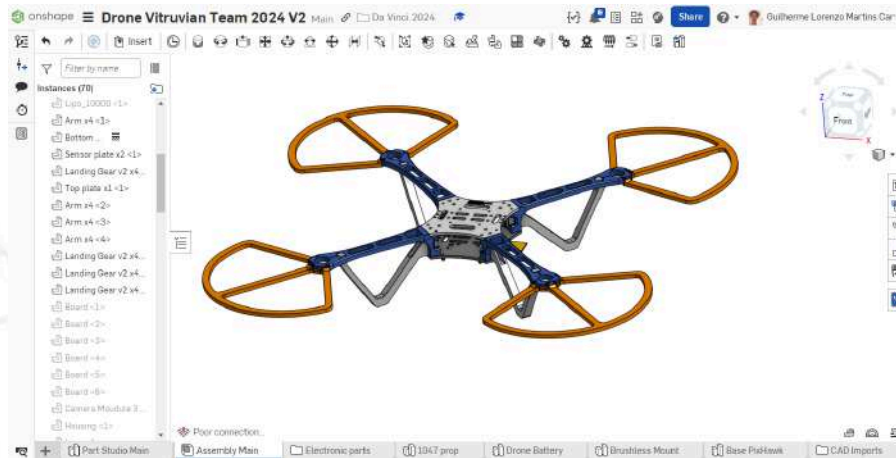
Para a modelagem 3D, utilizamos o Onshape, uma plataforma que se mostrou eficaz para o desenvolvimento colaborativo do projeto. Através dessa ferramenta, conseguimos avaliar rapidamente diferentes propostas de designs, testando e ajustando conforme necessário, junto à acessibilidade maximizada ao projeto por parte de todos os participantes (WIKIPEDIA, 2024).

Procedimentos metodológicos

A equipe decidiu em reuniões adotar a construção do próprio frame, pois haveria vantagem na pontuação, como descrito pelo regulamento da competição (Regulamento da Competição de Drones IFSC Câmpus Florianópolis 2024, s.d.). Adicionalmente, proporciona liberdade para adaptar o projeto e ajudar os membros a se familiarizarem com *softwares* CAD.

Foi escolhido projetar sob tecnologia de desenho CAD, pois já havia familiaridade da equipe com a tecnologia, que optou por utilizar o *software* Onshape, aplicação de *software* CAD, que roda no navegador, é leve e acessível em diversos dispositivos, e principalmente, permite trabalho em conjunto em tempo real. A figura 1 apresenta a visão do software enquanto auxiliar no projeto da aeronave:

Figura 1 – Workspace do projeto com a montagem principal



Fonte: Onshape (2024, online).

Após decididas as diretrizes do projeto, organicamente foi decidido prosseguir com a fabricação por meio de impressão 3D, devido a disponibilidade no laboratório, e a liberdade que este tipo de fabricação daria à escolha dos parâmetros de fabricação do projeto.

O *software* permitiu chegar a conclusões quanto às propriedades do frame para a efetividade da aeronave, junto a análise constante de pontos para trabalhar o alívio de peso no drone. No projeto são aplicadas medidas para assegurar a facilidade da manutenção e da troca das peças. Houve atenção quanto às características e posições de impressão, pois a depender do projeto, poderíamos ter dificuldade em imprimir, ou obter baixa qualidade na impressão. Ao longo de 2 meses foi projetada a versão inicial do *frame*, que seria analisada para melhorias em uma segunda versão.

O desenvolvimento se deu em duas versões, pois haveriam detalhes que não poderiam ser conferidos e melhorados apenas com análise do modelo CAD, logo, foi confeccionada a primeira versão, e testada em equipe conforme os requisitos iniciais. Logo após, foi continuada a manutenção constante do projeto CAD, conforme os detalhes avaliados, e impresso para continuação dos testes (há a continuidade de otimização do *frame* em andamento no momento da escrita deste trabalho).

Resultados e discussões

Ao final da montagem da primeira versão, foram percebidos os seguintes itens que necessitavam de otimização/correção:

- Há folgas que geravam instabilidade, devido erro de projeto na inserção de margens de segurança para a impressão.

- Projeto baseado na utilização de apenas um parafuso, que acabava sendo pivô para um movimento desordenado.
- Ângulo da aresta externa dos trens de pouso, que ficava em 90 graus, direciona os impactos ineficientemente para o braço.
- A estrutura dos trens de pouso era demasiadamente espessa.

Algumas destas orientações foram fruto de conversas com nossos professores orientadores.

Nossa necessidade de projetar uma segunda versão, foi majoritariamente necessária, porque adicionaríamos mais equipamento, levando a novas estruturas de fixação e análise de posicionamento desse equipamento.

Na segunda versão, o *frame* atendeu às expectativas de maneira significativamente mais eficaz, tendo diversos problemas corrigidos, e possuindo aprimoramento da estrutura em relação à projeção de impactos, junto a novas furações e estruturas de fixação para acomodar nosso equipamento.

Todavia, conforme a tabela 1, o peso foi reduzido, em comparação com o *frame* comercial disponível para comparativo, e à versão anterior do nosso projeto, que apresentava um peso maior devido à características de preenchimento.

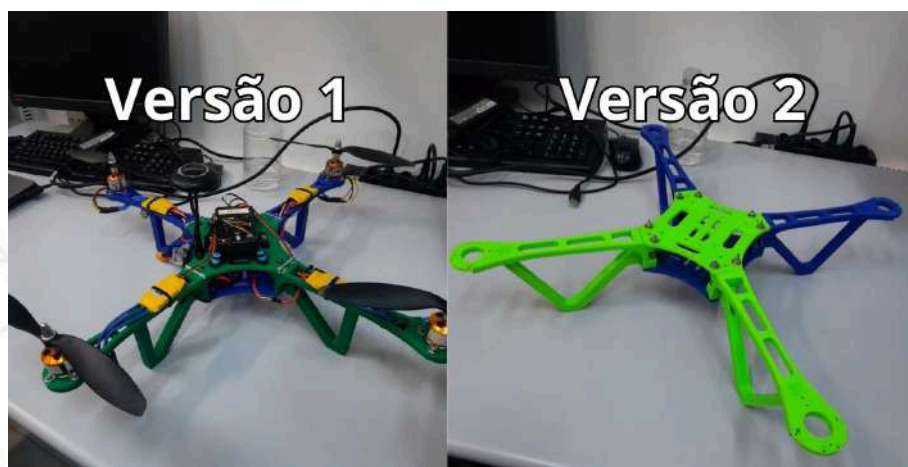
Tabela 1 - Comparação do peso das versões

Peso (sem protetores de hélice)	Versão 1	Versão 2 (atual)	Modelo comercial
	320gr	260g	298g

Fonte: elaborada pelo autor.

A modelagem em conjunto no desenvolvimento do *frame* também contribuiu para o aprimoramento do conhecimento dos membros do grupo, especialmente de Luiza Yasmim, que não tinha experiência prévia, e adquiriu conhecimentos em projeto CAD. Com esse aprendizado iniciado na primeira versão do *frame*, a construção da habilidade no *software* foi fundamental para alcançar os novos padrões da versão atual, conforme a figura 2, superando os desafios enfrentados na versão anterior.

Figura 2 - Comparativo das versões de frame



Fonte: Dos autores (2024).

Considerações finais

A partir das atividades desenvolvidas neste trabalho, a equipe concluiu que os objetivos e requisitos da aeronave foram parcialmente cumpridos (há a continuidade de otimização do *frame* em andamento no momento da escrita deste trabalho), haja vista que o *frame* impresso viabilizou a montagem da aeronave para a competição.

Adicionalmente, a equipe observou um significativo desenvolvimento de habilidades de relacionamento em equipe e aplicação prática de conceitos técnicos em um propósito objetivo, oportunizado pela participação no projeto e na superação dos desafios encontrados durante o desenvolvimento do *frame*.

Destaca-se ainda a notória evolução de qualidade de projeto entre as versões de *frame* desenvolvidas, conforme notado pela melhoria estrutural observada e pela redução de massa final obtida.

Referências

THE ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING DESIGN HANDBOOK. Problem Identification in Engineering Design. Disponível em:

<https://sites.tufts.edu/eeseniordesignhandbook/2013/problem-identification-in-engineering-design/>. Acesso em: 4 jul. 2024.

DRIVE GOOGLE. Regulamento da Competição de Drones IFSC Câmpus Florianópolis 2024. Disponível em:

https://drive.google.com/file/d/14-Zpn_keK0xSTiHvYBS_luffaR2sKWuS/view?usp=sharing. Acesso em: 4 jul. 2024.

SISTEMA AUTOMÁTICO DE POSICIONAMENTO FOTOVOLTAICO PARA A OTIMIZAÇÃO DA CAPTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR

Divisão Temática

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

Autores: J. V. F. de Aguiar¹; J. Fraytag².

Edital nº02/2023/PROPI - Universal de Pesquisa

Resumo:

A energia solar é uma fonte de energia renovável limpa e sustentável para produção de eletricidade. A captação desta energia é realizada através da utilização de módulos fotovoltaicos, responsáveis pela conversão da radiação solar em energia elétrica. A eficiência deste processo está diretamente relacionada a quantidade de radiação solar captada, ou seja, quanto maior a área de contato e o ângulo de incidência solar sobre os módulos, maior será a eficiência global do sistema. A energia solar tem sido cada vez mais utilizada em residências, empresas e indústrias, onde normalmente os módulos fotovoltaicos são dispostos em ângulos fixos, o que resulta em uma diminuição da eficiência em determinados horários do dia. Neste contexto, o objetivo deste trabalho consiste no desenvolvimento de um sistema automático de posicionamento para os módulos fotovoltaicos, o qual é capaz de acompanhar o ângulo de maior incidência solar e potencializar a geração de energia durante todo o dia.

Palavras-chave: Automatização; Energia Solar; Módulos Fotovoltaicos; Otimização; Posicionamento Solar;

Introdução

A crescente preocupação com as mudanças climáticas e a necessidade de reduzir as emissões de gases poluentes, impulsionaram as áreas de pesquisa e desenvolvimento na busca por novas alternativas sustentáveis e limpas para a produção de energia elétrica (Lima, 2017). Essas fontes são geralmente renováveis e possuem um menor impacto ambiental do que as fontes de energia tradicionais, como o petróleo e o carvão. Entre as novas fontes de energia mais promissoras, destaca-se a energia solar fotovoltaica que utiliza o sol para produção de eletricidade a partir do emprego de módulos fotovoltaicos (Pinho, 2014). A eficiência dos módulos fotovoltaicos deve-se não só ao desenvolvimento

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

das tecnologias e da qualidade dos materiais utilizados na sua construção, mas também está diretamente relacionada com a temperatura, a intensidade da luz solar e a orientação do módulo em relação ao sol. A maioria dos atuais sistemas fotovoltaicos utilizam módulos fixos, resultando em uma perda significativa na conversão de energia fotovoltaica devido a mudança na incidência solar durante o passar do dia. Sabe-se, por exemplo, que a melhor conversão de energia se dá quando existe uma perpendicularidade dos raios solares com a superfície do módulo solar (Verfuerth, 2011).

Neste contexto, o presente projeto propõe a análise e o desenvolvimento de um sistema automático de posicionamento fotovoltaico otimizado e de baixo custo. Para isso, serão avaliados aspectos técnicos e construtivos, além de diferentes técnicas de controle e otimização, visando obter a máxima eficiência e o melhor custo-benefício do sistema. Em nível de ensino, o objetivo do projeto é proporcionar aos participantes competências e habilidades teóricas e experimentais, contribuindo para o processo de ensino/aprendizado de forma multidisciplinar.

Fundamentação teórica

A energia solar é uma forma de energia renovável e sustentável que aproveita a luz do sol para gerar eletricidade ou calor. Este tipo de fonte tem ganhado cada vez mais destaque devido aos seus benefícios ambientais e econômicos, podendo ter diferentes aplicações como, por exemplo, na geração de energia elétrica (Neves, 2017).

A geração de energia elétrica a partir do sol é conhecida por “efeito fotovoltaico”, o qual foi descoberto por Alexandre-Edmond Becquerel em 1839. Este efeito ocorre quando certos materiais, chamados de materiais semicondutores, absorvem fótons de luz solar e geram uma corrente elétrica como resultado desse processo. A tecnologia fotovoltaica evoluiu de maneira impressionante nas últimas décadas, passando de um conceito experimental a uma fonte de energia renovável amplamente adotada em todo o mundo.

Devido ao apelo ambiental e a crescente utilização dos sistemas fotovoltaicos, torna-se importante a utilização de estratégias de otimizar o processo de captação da energia solar. Uma maneira para isso consiste na utilização de módulos fotovoltaicos móveis, capazes de acompanhar dinamicamente o ângulo de incidência solar e garantir a máxima eficiência do sistema em diferentes condições.

O conceito de rastreamento solar não é algo novo, já sendo aplicado em estudos desenvolvidos na Grécia, Alemanha e no Reino Unido, contudo a técnica de rastreamento e controle utilizados impactam diretamente nos resultados. Em (Medeiros et al, 2020) foi desenvolvido um protótipo autônomo capaz de se deslocar para a maior incidência solar, utilizando 2 eixos, um eixo sendo em sentido Norte-Sul e outro Leste-Oeste. Segundo os autores, o sistema rastreável produz aproximadamente 2,5 vezes mais energia do que um sistema fixo. O trabalho proposto por (Francisco, Montezuma, et al., 2021) apresenta um seguidor solar também de dois eixos, porém diferenciando em questão do posicionamento dos sensores. Segundo os autores, a utilização desse modelo permitiu a integração de dois métodos distintos de controle, obtendo um incremento de 32,42% de energia produzida.

Neste contexto, destaca-se que a análise e o desenvolvimento de novas estratégias de rastreamento e posicionamento solar são relevantes, visando potencializar a geração de energia elétrica e diminuir custos de instalação e manutenção.

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 configurações de rastreamento.

A partir disso foi desenvolvida uma estrutura mecânica móvel capaz de suportar dois módulos fotovoltaicos e se movimentar em dois eixos independentes, proporcionando assim mais versatilidade e uma maior faixa de rastreamento.

Na sequência, desenvolveu-se o algoritmos de rastreamento, o qual recebe leituras de luminosidade e posição de um conjunto de sensores instalados na parte superior dos módulos fotovoltaicos. A partir destas informações, a lógica de rastreamento é capaz de acionar os atuadores e posicionar os módulos no ângulo de maior incidência solar. Todo o sistema eletrônico é gerenciado por uma unidade de processamento centralizada, a qual é capaz de identificar situações de baixa luminosidade solar (dias nublados) e atualizar o sistema de rastreamento a partir de um banco de dados próprio (rastreamento tabelado), conforme pode ser observado no fluxograma da Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma explicativo do algoritmo desenvolvido.

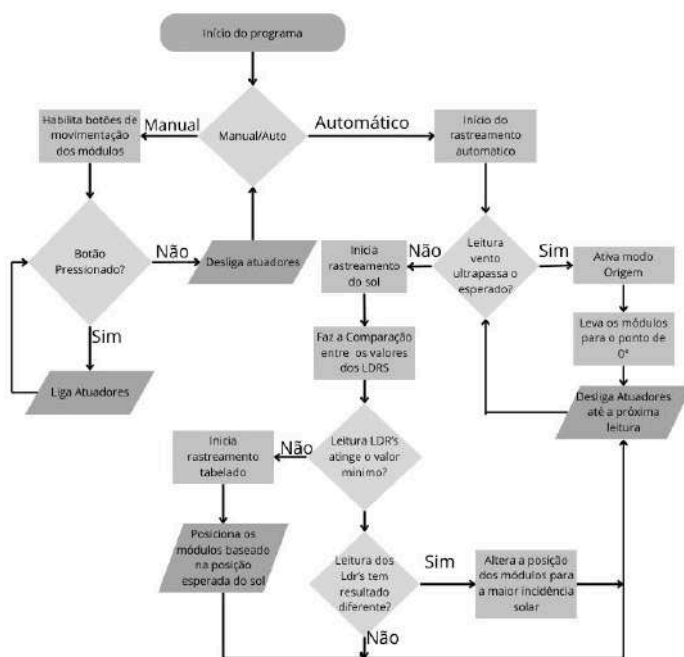


Figura 2 - Protótipo instalado no IFSC-Lages, ainda em fase de testes.



Fonte: Autores (2024)

Resultados e discussões

A estrutura mecânica projetada se mostrou capaz de sustentar os módulos e também de exercer os esforços e movimentos necessários para o processo de rastreamento solar, mesmo em condições climáticas adversas. A Figura 2 apresenta fotos do protótipo desenvolvido e instalado no IFSC-Lages.

O algoritmos de rastreamento se mostrou eficaz em dias de elevada radiação solar, sendo capaz de posicionar os módulos fotovoltaicos no ângulo de maior incidência. Contudo, o sistema ainda demonstra dificuldades em operar durante os dias nublados ou de baixa radiação solar, visto que ainda não dispõe de um banco de dados consolidado, capaz de indicar a melhor direção e inclinação dos módulos. Esse banco de dados será desenvolvido na sequência no projeto, podendo ainda serem implementadas outras

estratégias de rastreamento. Cabe mencionar que, devido a problemas e atrasos na entrega no inversor solar pelo fabricante, ainda não foi possível aferir o nível de melhoria na geração de energia. Estes dados serão colhidos e analisados na sequência do projeto.

Considerações finais

O trabalho desenvolvido alcançou parcialmente os objetivos propostos, visto que ainda está em andamento. Contudo, já foi possível concluir a importância de um rastreador solar para potencializar a geração de energia elétrica, além 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 nº02/2023/PROPI).

Referências

FRANCISCO, G.R. Montezuma, M.A.F. Vargas, A.N. “Seguidor Solar de Dois Eixos com Sensor Tronco Piramidal Aplicado a um Sistema Off-Grid”, UTFPR, SBA, 2021.

LIMA, G. M. de. “Fontes Alternativas de Energia”. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2017.192 p, ISBN 978-85-522-0175-5.

MEDEIROS, I. P. M.; André, T. S.; Valcacer, S. M.; Barbosa, S. M. “Avaliação da Eficiência de Protótipo Solar de Baixo Custo com Movimento Baseado em Sensor de Luminosidade”, Holos, 2020.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio. “Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos”. Rio de Janeiro: CEPEL, 2014.

VERFUERTH, Neal R.; FREEMAN, Tony; RASNER, Jason. “Solar Panel Installation Systems and Methods”. U.S. Patent Application n. 13/333,293, 2011.

APLICATIVO DE CARONA PARA ESTUDANTES

Divisão Temática

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

Autor: J. P. B. MACHADO¹; F. S. COSTA².

Resumo:

Esse trabalho aborda as dificuldades de mobilidade enfrentadas por estudantes universitários devido à precarização dos transportes públicos, causada pelo investimento em cidades que favorecem o uso de transportes individuais, e a alta nas tarifas de transporte público. Esses fatores frequentemente interferem no deslocamento do aluno de sua casa até a instituição de ensino, podendo levar à evasão por dificuldades financeiras. O trabalho propõe uma solução através do desenvolvimento de um aplicativo de caronas. O principal objetivo do aplicativo é contribuir para a redução de despesas de locomoção, quantidade de veículos em circulação e, por consequência, diminuir a emissão de gases de efeito estufa, além de incentivar o convívio social dos estudantes durante as caronas. A utilização de tecnologias, como Flutter e Firebase, possibilitou o desenvolvimento deste aplicativo, contando com recursos como cadastro de usuários, agendamento de caronas, cálculo dinâmico de preços e avaliação de passageiros e motoristas. Através de pesquisas com aplicativos que também têm a proposta de servirem de intermediários em caronas chegou-se às funcionalidades que um aplicativo desse tipo deveria ter, e, utilizando a metodologia *Rational Unified Process* (RUP), chegou-se à criação de diagramas e um protótipo de telas do aplicativo, que guiaram o desenvolvimento do aplicativo. A avaliação do software por estudantes universitários destacou a usabilidade e a interface gráfica positiva, sinalizando um potencial impacto positivo na comunidade acadêmica.

Palavras-chave: mobilidade urbana; transporte público; aplicativo de carona.

Introdução

As mudanças na forma de locomoção das pessoas foram uma consequência natural da evolução tecnológica da sociedade. Muitos carros mais tecnológicos acabaram surgindo com o passar do tempo, desvalorizando os carros mais antigos e tornando-os mais acessíveis à população. Como consequência, houve um aumento na quantidade de carros em circulação.

Uma alternativa para a redução no fluxo de veículos seria a utilização do transporte público. No entanto, a falta de frotas e altas tarifas, devido a precarização dos transportes

¹ Egresso do curso Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Tubarão, joaopedrocode0@gmail.com

² Docente do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Tubarão, felipe.costa@ifsc.edu.br

públicos, tornou inviável a dependência exclusiva desse tipo de transporte. Com a falta de rotas mais convenientes, as pessoas acabam tendo que se locomover para lugares distantes ou se veem obrigadas a utilizar veículos particulares. Isto acaba por aumentar a quantidade de carros em circulação, o que, além de tornar a região uma grande emissora de gás carbônico, torna o fluxo do trânsito mais lento, dificultando a locomoção das pessoas.

Somado a isso, com o aumento do preço dos combustíveis, muitas pessoas acabam sentindo dificuldade em manter financeiramente os custos de um veículo próprio, o que pode levar inclusive ao abandono de estudos em prol do trabalho, de forma a assegurar o sustento próprio. Aplicativos como Uber, 99 e BlaBlaCar surgiram como alternativas para esse problema, porém as altas taxas dos aplicativos e o aumento de seu preço acabaram por diminuir a demanda por esses aplicativos.

Dentro da comunidade acadêmica, muitas pessoas utilizam a mesma rota, ou rotas parecidas, para irem a uma instituição, mesmo assim muitas vezes cada uma acaba por utilizar um veículo, seja por não conhecer a outra pessoa ou por desconfiança quanto à índole do outro, aumentando desnecessariamente a quantidade de automóveis em circulação. Esse problema poderia ser solucionado com as pessoas oferecendo carona umas às outras, reduzindo assim o custo com combustíveis, reduzindo a quantidade de veículos em circulação e a evasão por dificuldades financeiras, além de oportunizar o convívio social.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo criar um aplicativo que facilite a mobilidade do estudante universitário de sua residência até a instituição, de forma barata e confiável e que não dependa exclusivamente de transportes públicos.

Para atingir esse objetivo foi necessário atender os seguintes objetivos específicos: avaliar trabalhos semelhantes; avaliar melhores técnicas para desenvolvimento mobile; desenvolver um design satisfatório para o aplicativo; desenvolver o aplicativo; validar o trabalho desenvolvido.

O aplicativo foi desenvolvido por estudantes (ensino), baseado em uma sólida investigação teórica (pesquisa), e teve impacto direto na comunidade acadêmica, promovendo soluções colaborativas e sustentáveis para a mobilidade (extensão). Dessa forma, é esperada contribuição para uma formação mais completa dos estudantes e para o desenvolvimento de soluções que beneficiem a sociedade como um todo.

Fundamentação teórica

A fim de se adaptar ao grande volume de carros e tornar a mobilidade desses mais eficiente, as cidades acabaram passando por transformações, como destinar recursos do transporte público para a infraestrutura de veículos particulares, dificultando assim a circulação dos transportes coletivos, como ônibus e lotações. Isso levou a precarização desses transportes, tornando-os menos acessíveis no quesito mobilidade (PEDROSA; SILVA; DE JESUS OLIVEIRA, 2021).

Com a precarização dos transportes públicos, pessoas de baixa renda, que dependem deles para sua locomoção, acabam sofrendo com os valores cada vez mais altos das tarifas, além de aumentar o tempo de locomoção. Muitas vezes as pessoas também são obrigadas a utilizar mais de um transporte, por não ter um único transporte que contemple todo o percurso. Além disso, usuários do transporte público ficam, muitas vezes, refém dos horários, dependendo da sorte para que o horário do segundo ou terceiro transporte combine e assim não ter que esperar por longos períodos, correndo riscos durante essa espera (PEREIRA et al., 2021).

Procedimentos metodológicos

Durante a realização da pesquisa, foram utilizados aplicativos semelhantes como referência para as funcionalidades do aplicativo desenvolvido, como Uber e BlaBlaCar.

A metodologia escolhida para o desenvolvimento do aplicativo foi o *Rational Unified Process* (RUP), um processo de engenharia de software criado para apoiar o desenvolvimento orientado a objetos. Dos métodos de desenvolvimento da metodologia RUP, foram utilizados os seguintes artefatos: levantamento de requisitos, diagrama de casos de uso, modelo conceitual, diagrama de classes e prototipação de telas do aplicativo.

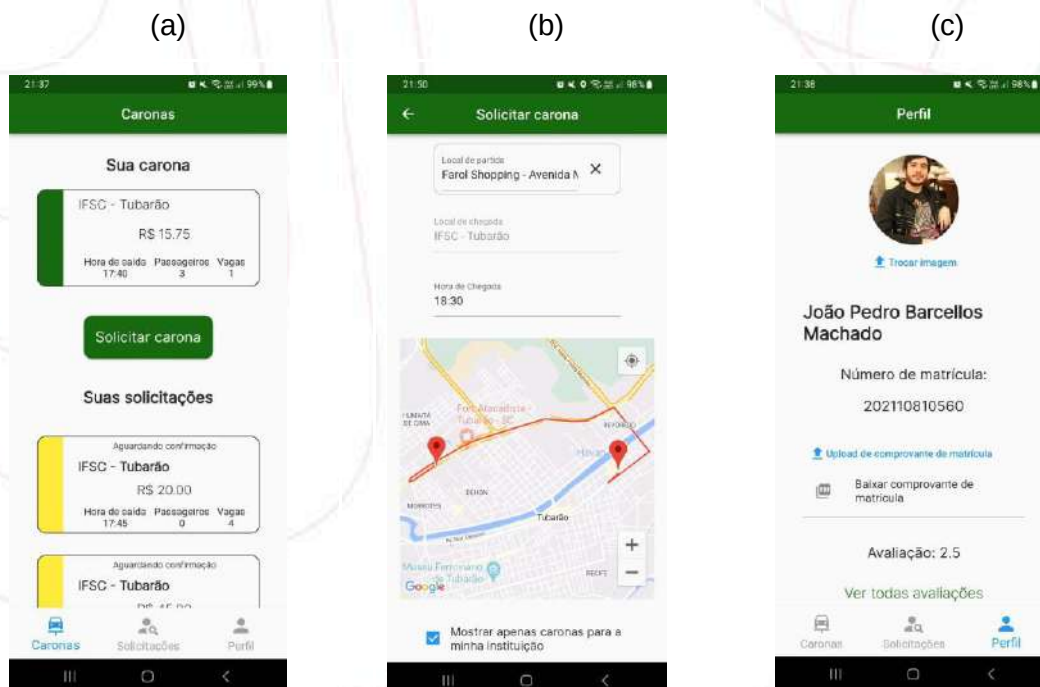
As tecnologias utilizadas no desenvolvimento foram Flutter, um framework de desenvolvimento mobile, e Firebase, uma plataforma de desenvolvimento web e mobile que disponibiliza diversas ferramentas, como banco de dados, autenticação de usuários e armazenamento de arquivos (FIREBASE, 2023). O banco de dados escolhido foi o Firestore, um banco de dados NoSQL flexível e escalonável (FIRESTORE, 2023).

Resultados e discussões

O aplicativo foi desenvolvido para dispositivos móveis, compatível apenas com o sistema operacional Android, devido à necessidade de computadores Mac para a correta configuração da aplicação para o sistema iOS.

O aplicativo desenvolvido é exclusivo para estudantes universitários, evitando golpes de pessoas de fora da comunidade acadêmica, já que é necessária autenticação com comprovante de matrícula (Figura 1c). A solicitação de carona deve ser feita mediante agendamento prévio, onde o passageiro informa os dias da semana que deseja carona (Figura 1a). O preço das caronas varia dependendo da quantidade de passageiros confirmados, sendo dividido entre eles.

Figura 1 – Telas do aplicativo



Fonte: Autoria própria (2024).

A avaliação do software foi feita através de um teste de uso com 14 estudantes universitários. Os resultados destacaram a usabilidade e a interface gráfica positiva do aplicativo (Figura 1b). A maioria dos usuários não encontrou *bugs* significativos e considerou o design intuitivo e fácil de navegar.

Considerações finais

Este trabalho abordou a dificuldade de locomoção de estudantes universitários, devido ao alto preço de combustíveis e a precarização de transportes públicos, sendo esse um fator contribuinte para o aumento de veículos particulares em circulação, e a criação de um aplicativo de carona para os estudantes dividirem os custos de locomoção até a faculdade, indo desde o levantamento de requisitos até o desenvolvimento do aplicativo.

As avaliações dos usuários destacam a utilidade do aplicativo na redução dos custos de locomoção, evidenciando sua eficácia na promoção de uma alternativa financeiramente acessível para os estudantes. Além disso, com o aumento do número de caronas, também se reduz a quantidade correspondente de veículos em circulação. Sendo assim o aplicativo desenvolvido se mostra promissor na contribuição para a resolução dos problemas iniciais.

Os esforços para materializar a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão foram exitosos, e é vislumbrada a continuidade do projeto em atividades futuras, visando implementar novas funcionalidades, a fim de tornar o aplicativo mais eficaz.

Referências

FIREBASE, **Documentação**. 2023. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs>.

Acesso em: 06 jul. 2024

FIRESTORE, **Documentação**. 2023. Disponível em:

<https://firebase.google.com/docs/firestore>. Acesso em: 06 jul. 2024

FLUTTER.DEV, **Documentação**. 2023. Disponível em:

<https://docs.flutter.dev/resources/architectural-overview>. Acesso em: 06 jul. 2024

PEDROSA, Rafael Alves; SILVA, Gerardo; DE JESUS OLIVEIRA, Elizângela. **Transporte público, Mobilidade urbana e a percepção dos usuários em Santos (SP).**

HUMANIDADES E TECNOLOGIA (FINOM), v. 29, n. 1, p. 01-17, 2021. Disponível em:

http://revistas.icesp.br/index.php/FINOM_Humanidade_Tecnologia/article/view/1596.

Acesso em: 06 jul. 2024

PEREIRA, Rafael Henrique Moraes et al. **Tendências e desigualdades da mobilidade urbana no Brasil I: o uso do transporte coletivo e individual.** 2021. Disponível em:

<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10713>. Acesso em: 06 jul. 2024

EXPLORANDO ATIVIDADES DOCENTES COM TECNOLOGIA: EXTRAÇÃO, TRATAMENTO E CARREGAMENTO DE DADOS PARA ANÁLISE DE DADOS ABERTOS NO INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

Divisão Temática

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

**Autores: D. Oike¹, V. Bortolin², R. Campos³, G. Cardozo⁴, B. Velloso⁵ e
E.Sewald⁶**

EDITAL Nº 14/2023/PROPPI/DAE

Resumo:

Na era digital atual, a eficiência passa a ser crucial para as estratégias empresariais. Tecnologias surgem constantemente para entregar resultados baseados em dados de forma eficaz e com qualidade. A recente explosão na coleta de dados expande o conceito de *big data*, portanto, entende-se uma valorização de ferramentas, como o *Python*, que são capazes de extrair insights e auxiliar o planejamento estratégico. Dessa forma, essa linguagem de programação se torna uma ótima alternativa para cientistas manipularem dados e gerarem dados. Este estudo tem, como objetivo, aprofundar o conhecimento sobre a área de dados e compreender um cenário atual em específico, utilização das técnicas de análise de dados sobre as atividades do corpo docente do Instituto Federal de Santa Catarina. Assim, os procedimentos alinham-se à ideia de testar e identificar métodos com análise de dados que possam ajudar a guiar ações estratégicas nos institutos federais.

Palavras-chave: Análise de dados; Ações estratégicas; *Python*;

Introdução

Na era atual, a análise de dados é crucial para diversas áreas, permitindo decisões mais informadas e estratégicas. Ferramentas como *Python* destacam-se pela versatilidade e eficácia na extração e análise de dados, justificando seu uso neste estudo. O trabalho aplica essas técnicas para melhorar a gestão de atividades no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). As atividades do corpo docente dos IFs de Santa Catarina incluem ensino, orientação de alunos e participação em projetos. A gestão eficaz dessas

¹ Estudante do CST Gestão de TI/IFSC - diogo.ok29@aluno.ifsc.edu.br

² Estudante do CST Gestão de TI/IFSC - verissimo.b@aluno.ifsc.edu.br

³ Estudante do CST Gestão de TI/IFSC - robson.a03@aluno.ifsc.edu.br

⁴ Professor do campus Florianópolis/IFSC - DAGCTC, glauco.cardozo@ifsc.edu.br

⁵ Professor do campus Florianópolis/IFSC - DAGCTC, bruno.velloso@ifsc.edu.br

⁶ Professor do campus Florianópolis/IFSC - DAGCTC, egon.junior@ifsc.edu.br

atividades enfrenta desafios como a desorganização e a falta de dados precisos, motivando este estudo para identificar métodos que melhorem a eficiência na gestão dessas atividades

As atividades do corpo docente dos IFs de Santa Catarina incluem ensino, orientação de alunos e participação em projetos. A gestão eficaz dessas atividades enfrenta desafios como desorganização e falta de dados precisos, motivando este estudo. Compreendendo esses obstáculos por meio da análise de dados, busca-se identificar métodos para melhorar a eficiência na gestão dessas atividades.

Assim, este trabalho tem origem no projeto de pesquisa: “Estudo de Caso como ferramenta para o desenvolvimento de Competências em um Curso Superior em Tecnologia em Gestão de TI: Construção de um Sistema de Análise de Dados para o Instituto Federal de Santa Catarina” que tem como objetivo geral Desenvolvimento de competências por parte dos alunos do CST em Gestão de TI do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) por meio de Estudo de Caso na disciplina de Tópicos Avançados sobre a criação de um sistema de Análise e Visualização de Dados Institucionais.

Este estudo associa-se no contexto desta pesquisa objetivando preparar os dados para aplicação de técnicas de análise de dados relevantes para o contexto educacional, viabilizando a avaliação de eficácia dessas técnicas na gestão das atividades do corpo docente. Desta forma, abrange as etapas de extração, tratamento e carregamento de dados, definidas pelo processo de *ETL* (*extract, transform, load*) disponibilizando dados viáveis para este tipo de análise.

Fundamentação teórica

Primeiramente, sobre a análise de dados. A análise de dados é um processo abrangente que envolve a coleta, inspeção, limpeza, transformação e modelagem de dados com o objetivo de descobrir informações valiosas e detectar padrões (Provost & Fawcett, 2013). Ela se subdivide em tipos diferentes: preditiva, descritiva, diagnóstica, prescritiva, exploratória de dados e também em tempo real. Existem diferentes tipos de técnicas, sendo que essas técnicas permitem revelar insights e gerar previsões úteis.

Em seguida, sobre a linguagem *Python*, ele é uma linguagem de programação de alto nível, ou seja, de fácil interpretação. Criada por Guido van Rossum e lançada em

1991, é conhecida por sua flexibilidade e grande conjunto de bibliotecas como também por ter uma sintaxe simples e intuitiva. *Python* é amplamente utilizado para a análise de dados, ciência de dados e aprendizado de máquina, com bibliotecas como *NumPy* e *Pandas* facilitando a manipulação e modelagem de dados (McKinney, 2017).

Ademais, quanto ao processo de *ETL*(*extract, transform, load*), é uma das primeiras etapas para a realização de uma análise de dados eficiente. Durante a extração ocorre a coleta de dados das fontes, como bancos de dados, arquivos de texto, planilhas e *APIs*. Na transformação, esses dados são tratados e modelados para então estarem em um formato adequado para análise. No carregamento, é quando ocorre inserção dos dados em algum sistema de destino, por exemplo, um data warehouse, para aí então realizar as análises e os relatórios.

Procedimentos metodológicos

Este estudo utiliza métodos qualitativos e quantitativos para analisar as atividades do corpo docente no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). Os dados, coletados do portal do [IFSC](#), foram organizados em diretórios por tipo (planos e relatórios) e prazo (dentro e fora do prazo). Os documentos consistem em planos e relatórios institucionais, essenciais para compreender as atividades da instituição. O pré-processamento dos dados garantiu a integridade e qualidade dos dados antes da análise, logo os dados foram preparados para análise, garantindo consistência e qualidade.

Quanto aos materiais e métodos utilizados, incluem o uso de *Python* junto com suas bibliotecas como *Requests*, *BeautifulSoup*, utilizadas para a etapa de *web scraping*, um processo que realiza a leitura de páginas na web e extrai informações relevantes. Além disso, foi utilizado também a biblioteca *Zipfile*, que realiza a extração de arquivos “.zip” os descompacta de seu formato original. Seguindo, há o *Pdfplumber*, uma biblioteca que realiza a análise de tabelas dos arquivos “.pdf” extraídos. A partir dessas tabelas foi possível extrair os dados, assim, estes foram tratados utilizando a biblioteca *Pandas* e suas funções de limpeza, como: “.dropna()”, “.strip()” e “.drop_duplicates()”. Dessa forma foi possível organizar os arquivos em formato “.xlsx”(excel), permitindo uma análise mais estruturada dos dados.

Resultados e discussões

Até o momento, os resultados da análise dos dados se concentram em documentos extraídos do portal institucional de forma organizada em planos e relatórios em formato pdf, compactados por campus. Durante a análise, identificaram-se logo padrões significativos nas atividades acadêmicas ao analisar as tabelas dentro dos documentos. Entretanto, em segunda análise, a diversidade nos formatos de documentos exigiu esforços adicionais para limpeza e normalização dos dados, o que resultou em mais tempo para o tratamento. A gestão eficaz das atividades acadêmicas é um desafio contínuo, especialmente em contextos de instituições, onde a desorganização e a falta de dados precisos podem impactar negativamente o desempenho geral (DUBOIS; GADDE, 2016). Na figura 1 é apresentado um exemplo de arquivo com os campos de dados assinalados de 'a' a 'n'.

Figura 1 - Base modelo para estrutura da planilha



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
PRÓ-REITORIA DE ENSINO

PSAD - Plano Semestral de Atividades Docentes: 2014/1

Dados Cadastrais	
Campus:	NOME DO CAMPUS
Nome:	NOME DO PROFESSOR
Regime de trabalho:	40 horas DE
Efetivo:	Sim
Afastamento:	Não
Área principal de atuação:	QUÍMICA
Titulação:	Mestre

RESUMO - CH TOTAL: 40			
Atividade	CH	Atividade	CH
1. Ensino	12.5	4. Administração e Representação	12
2. Didático pedagógicas	3.5	5. Complementares	0
3. Pesquisa e Extensão	12	6. Capacitação	0

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
Ano	Campus	Nome	Regime do trabalho	Efetivo	Afastamento	Área principal de atuação	Titulação	1. Ensino	2. Didático pedagógicas	3. Pesquisa e Extensão	4. Administração e Representação	5. Complementares	6. Capacitação
2014	Araranguá	NOME DO PROFESSOR	40 horas DE	Sim	Não	QUÍMICA	Mestre	12.5	3.5	12	12	0	0
2014	Araranguá	NOME DO PROFESSOR	40 horas DE	Sim	Não	ADMINISTRAÇÃO	Mestre	17	7.5	6.5	9	0	0
2014	Araranguá	NOME DO PROFESSOR	40 horas	Não (Substituto/ Temporário)	Não	MECÂNICA	Mestre	28	10	0	2	0	0
2014	Araranguá	NOME DO PROFESSOR	40 horas DE	Sim - Em estágio probatório	Não	MODA	Mestre	13	6	8	13	0	0
2014	Araranguá	NOME DO PROFESSOR	40 horas DE	Sim	Não	TI/IL / CONFEÇ	Especialista	12	5	8	15	0	0
2014	Araranguá	NOME DO PROFESSOR	40 horas DE	Sim - Em estágio probatório	Não	HISTÓRIA	Mestre	16	8	4	11	0	0
2014	Araranguá	NOME DO PROFESSOR	40 horas DE	Sim	Não	LÍNGUAS / ESPANHOL	Mestre	17	9	8	2	0	0

Considerações finais

Este estudo destacou a eficácia das técnicas de ciência de dados para facilitar e melhorar a compreensão e gestão das atividades do corpo docente no IFSC. Um desafio significativo foi a questão dos formatos de documentos, exigindo alterações constantes nos códigos e na análise. De certa forma, recomenda-se outros e mais refinamentos nas técnicas para lidar com os diversos tipos de formatos documentais. Pois também, há de se pensar em um cenário futuro em que se possa expandir este estudo, incluindo comparações com outras instituições ao fornecer dados adicionais. Assim, considerando este estudo, entende-se um ponto de partida ao compreender como atuar nesta área de análise de dados.

Referência ao fomento recebido

O estudo de caso foi fomentado pelo projeto: Estudo de Caso como ferramenta para o desenvolvimento de Competências em um Curso Superior em Tecnologia em Gestão de TI: Construção de um Sistema de Análise de Dados para o Instituto Federal de Santa Catarina.

Referências

PROVOST, Foster; FAWCETT, Tom. Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2013.

MCKINNEY, Wes. Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython. 2. ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2017.

DUBOIS, Anna; GADDE, Lars-Erik. Improving Academic Staff's Performance Through Knowledge Management. Journal of Academic Management, New York, v. 34, n. 2, p. 123-135, 2016.

PLATAFORMA PARA RECURSOS DIDÁTICOS DIGITAIS

Divisão Temática

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

Autores: B. V. SUTERIO¹; D. C. YANO²; F. S. COSTA³

Edital IFSC 14/2023/PROPI/DAE

Resumo:

O presente estudo tem por objetivo apresentar a plataforma digital que está sendo desenvolvida, como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, no Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, câmpus Tubarão. O TCC está alinhado à necessidade de um sistema que possa abrigar um banco de tutoriais, escritos e em vídeos, do projeto de pesquisa *Recursos didáticos digitais: análise crítica do gênero e elaboração de espaço sistematizado para auxílio da prática pedagógica*. A justificativa do trabalho está atrelada a do projeto no sentido de considerar a demanda tanto da sociedade quanto das diretrizes de ensino sobre o uso das tecnologias em sala de aula, dessa forma a proposta é facilitar o acesso e o entendimento desses recursos pelo professor a fim de tornar sua prática em sala de aula mais condizente a essa era tecnológica, indo ao encontro da realidade de seus alunos. Nesse sentido, as atividades do projeto envolvem uma análise linguística para compreensão do gênero discursivo recurso didático digital (Bakhtin, 2011); a elaboração de tutoriais escritos e em vídeos; e a criação da plataforma digital, aqui apresentada, para abrigar esses tutoriais, mas também para se constituir como uma base de apoio ao professor, com uma interface de fácil usabilidade, interativa e personalizada. O protótipo da plataforma será apresentado como resultado preliminar daquilo que está sendo desenvolvido do sistema da plataforma.

Palavras-chave: recurso didático digital; desenvolvimento de sistemas, prototipagem.

Introdução

O avanço tecnológico constantemente obriga profissionais das mais diversas áreas a se adaptarem aos novos meios de inovação para se manterem ativos. Tendo em vista que as gerações mais recentes são as que mais se relacionam com a tecnologia, a área da

¹ Estudante do curso superior em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, câmpus Tubarão, e-mail: bianca.v21@aluno.ifsc.edu.br.

² Docente de língua portuguesa do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, câmpus Tubarão, e-mail: daniella.yano@ifsc.edu.br.

³ Docente da área de informática do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, câmpus Tubarão, e-mail: felipe.costa@ifsc.edu.br.

educação carece do uso desses recursos como um meio de ensiná-las da forma mais didática possível dentro da sua realidade.

Com a pandemia de COVID-19, esse cenário se intensificou, tendo como única solução usar tecnologias para que as aulas pudessem continuar. Nessa época, professores tiveram que se reinventar para conseguir dar aulas interativas e didáticas e, desde então, precisam cada vez mais procurar recursos que atendam às demandas de seus alunos.

As diretrizes educacionais atuais já trazem as novas tecnologias atreladas aos conteúdos, no entanto, falta aos educadores um meio pelo qual eles possam acompanhar essas mudanças com a mesma rapidez, incorporando-as ao dia a dia de cada um, com essa missão de manter o aluno envolto, numa tentativa de interação aprendiz-educador.

Diante desse cenário, a proposta do projeto de pesquisa *Recursos didáticos digitais: análise crítica do gênero e elaboração de espaço sistematizado para auxílio da prática pedagógica* é disponibilizar uma plataforma que abrigue tutoriais para que, especialmente, professores pesquisem e saibam como utilizar os recursos didáticos digitais (RDD) que vão ao encontro de seus objetivos pedagógicos. Desse modo, alinhado ao projeto, este texto tem como objetivo apresentar as etapas de desenvolvimento de uma plataforma multidisciplinar digital de livre acesso a recursos educacionais com atualização simultânea a novos estudos e pesquisas em suas diversas áreas.

Considerando o que já foi tratado neste trabalho, é notória a relação entre a pesquisa, tanto por se tratar de um TCC quanto por estar vinculada a um projeto de estudos linguísticos, que investiga a constituição do gênero discursivo RDD; o ensino, no que diz respeito ao fato de ser uma plataforma de recursos didáticos e ainda por se tratar de uma unidade curricular do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas; e a extensão, já que o público alvo da plataforma são professores e a comunidade externa em geral.

Fundamentação teórica

Como o desenvolvimento da plataforma está atrelado ao projeto de pesquisa mencionado, a base teórica do projeto também alicerça este trabalho. Considerando a proposta de análise linguística quanto à constituição do gênero discursivo RDD, a Análise Crítica de Gêneros (ACG), na perspectiva de Bonini (Bonini; Yano; Rempel, 2023), tem amparado as discussões com base nos estudos bakhtinianos quanto ao tema, composição

e estilo do gênero (Bakhtin, 2021). Ainda, por se tratar de um gênero relacionado às tecnologias digitais de informação e comunicação, o trabalho de Rojo (2015) com os multiletramentos digitais tem dado luz ao entendimento de textos multimodais, já que as tecnologias, inclusive quando atreladas à esfera educacional, implicam em outras maneiras de ser e de fazer as coisas.

Procedimentos metodológicos

Visando sistematizar o processo de desenvolvimento da plataforma de modo a aproveitar os melhores recursos e características dos modelos tradicionais, o Processo Unificado (Pressman, 2009) foi adotado como metodologia para gerir o trabalho, que pode ser dividido em cinco fases: concepção, que identifica preliminarmente as funcionalidades e viabilidade do sistema; elaboração, que se refere à análise detalhada dos requisitos; construção, que diz respeito à implementação do código-fonte; transição, que é a entrega do software aos usuários finais para testes beta; e produção, que diz respeito ao emprego e monitoramento do uso contínuo do software.

Para a elaboração do protótipo está sendo utilizado o Figma, que se constitui como um editor online específico para criação de protótipos e interfaces gráficas, facilitando o acesso simultâneo dos orientadores do TCC e dos membros do projeto de pesquisa, além de trazer a segurança ao desenvolvedor do sistema e facilitar os testes de usabilidade com realismo.

Resultados e discussões

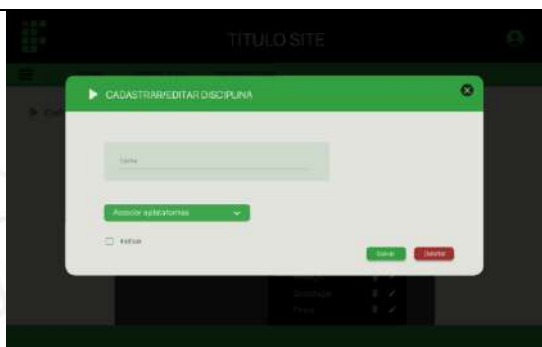
Neste momento do TCC, o protótipo está finalizado, para tanto foram feitas pesquisas sobre trabalhos correlatos, o que forneceu segurança para trazer um diferencial para a plataforma, foram levantados os requisitos funcionais e não-funcionais do sistema, também foram feitas suas especificações com: cadastro de usuários, cadastro de plataformas, cadastro de parâmetros, favoritar plataformas, controle de permissões, exclusões de conta, exclusão de recurso e exclusão de parâmetro. A plataforma foi prototipada colocando em prática os princípios da Interação Humano Computador, proporcionando não só uma experiência mais favorável ao usuário, mas também um

sistema de fácil usabilidade. Foi realizado um mapeamento relacional prévio para o banco de dados, assim, os ícones e a disposição dos elementos foram colocados estrategicamente pensando no entendimento da máquina e no lado humano.

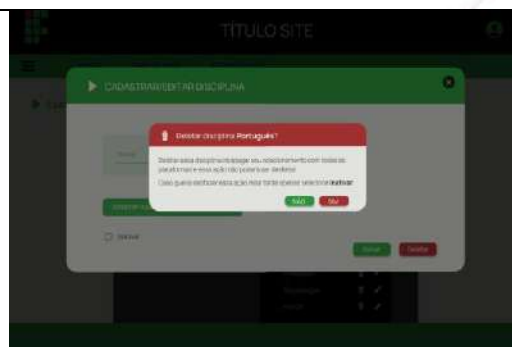
Como resultado do que tem sido elaborado até o momento, são apresentadas as imagens de protótipo da plataforma, pois fornecem uma ideia do que já foi elaborado.

Quadro 1 – Telas do protótipo da plataforma RDD

 Tela inicial da plataforma	 Tela inicial do cadastro da plataforma
 Segunda tela do cadastro, onde será feito o relacionamento com os parâmetros	 Menu lateral, onde ficarão disponíveis as principais funcionalidades
 Tela onde serão cadastrados os parâmetros	 Página de visualização de tutorial da plataforma



Modal de cadastro do sub-parâmetro



Modal de confirmação de exclusão do sub-parâmetro

Fonte: elaborado pela autora Suterio

Considerações finais

A proposta deste trabalho foi apresentar como está sendo desenvolvido um sistema, em fase de prototipação, para recursos didáticos digitais, como Trabalho de Conclusão de Curso alinhado ao projeto de pesquisa aqui já citado. Trata-se de um trabalho de manutenção posterior contínuo, pois os recursos didáticos aparecem e ficam obsoletos, o que requer manutenção constante.

Referência ao fomento recebido

O projeto conta com fomento do Edital IFSC 14/2023/PROPI/DAE.

Referências

BAKHTIN, Mikhail M. **Os gêneros do discurso**. In: BAKHTIN, Mikhail M. Estética da criação verbal. Tradução de Paulo Bezerra. 6.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

BONINI, Adair; YANO, Daniella de Cássia; REMPEL, Gabriela. **Gêneros jornalísticos em uma perspectiva crítica**: pesquisa e ensino no chão da escola. São Carlos: Pedro e João, 2023.

PRESSMAN, R. **Engenharia de Software**: Uma Abordagem Profissional. 7.ed.: McGraw Hill Brasil, 2009.

ROJO, Roxane. **Hipermodernidade, multiletramentos e gêneros discursivos**. São Paulo: Parábola, 2015.

Análise geométrica de peças fabricadas por máquina de corte a laser de CO₂

Divisão Temática

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

Autores: L. FERNANDO SEGALIN DE ANDRADE¹; A. ROBERTO DE SOUSA²; A. DA COSTA SABINO NETTO³; G. SILVA CARVALHO ROCHA⁴.

EDITAL 02/2023/PROPII - EDITAL UNIVERSAL DE PESQUISA

Resumo:

As máquinas de corte a laser são atualmente utilizadas na indústria devido a sua versatilidade, precisão e alta velocidade no corte de peças. Este é um processo de separação térmica, onde um feixe de laser de alta potência aquece o material a ser cortado, que resulta no derretimento ou vaporização do material. Apesar de uma das principais características das máquinas de corte a laser ser a sua alta precisão, foram encontradas inconsistências nas geometrias dos produtos finais. Este trabalho teve por objetivo realizar a avaliação geométrica de peças poliméricas fabricadas por uma máquina de corte a laser de CO₂. O trabalho buscou, por meio de estudos metrológicos, verificar e quantificar as distorções na geometria de peças fabricadas pelo referido equipamento de modo a analisar como dois tipos diferentes de materiais poliméricos se comportam frente à incidência de um feixe de laser. Desta forma buscou-se qualificar os trabalhos realizados pela utilização da máquina e elaborar possíveis estratégias para gerar resultados futuros mais satisfatórios.

Palavras-chave: Análise geométrica, corte a laser, laser de CO₂.

Introdução

Este trabalho teve como objetivo realizar a avaliação geométrica de peças poliméricas fabricadas utilizando uma máquina de corte a laser de CO₂, com 150W de potência. A partir de estudos metrológicos, o trabalho buscou verificar distorções na geometria e acabamento de peças fabricadas por este equipamento. Deste modo, foi possível avaliar de maneira qualitativa e quantitativa os resultados dos trabalhos obtidos da utilização do maquinário em questão, e elaborar estratégias para melhorar os resultados de sua utilização. Para o estudo, foram realizados cortes de discos de poliacetal (POM) e acrílico (PMMA) de diferentes espessuras com a finalidade de estudar

¹ Luiz Fernando Segalin de Andrade, luizsegalin@ifsc.edu.br

² André Roberto de Sousa, asousa@ifsc.edu.br

³ Aurélio da Costa Sabino Netto, asabino@ifsc.edu.br

⁴ Guilherme Silva Carvalho Rocha do curso de Engenharia Mecatrônica do IFSC - Câmpus Florianópolis, guilherme.sc21@aluno.ifsc.edu.br

os efeitos do corte feixe de luz concentrado sobre materiais poliméricos, fator apontado na bibliografia (FARO, 2006) como uma das principais fontes de erros geométricos neste tipo de material. Esse estudo poderá ser utilizado como base tanto para a melhoria de fabricação de peças por este processo como para o acompanhamento do estado atual da máquina, pois o aumento de erros geométricos poderá indicar a necessidade de manutenção da mesma.

Fundamentação teórica

O corte a laser consiste em utilizar um feixe de laser de alta intensidade em uma área pequena da peça, gerando seu aquecimento rápido e pontual, como explica Cidade *et al.* (2016) em seu estudo.

Maurício (2014), Kannatey-Asibu (2009), Steen e Mazumder (2010), Eltawahni, Olabi e Benyounis (2011), destacam diferentes fatores que influenciam o corte a laser, tais como: o plano de polarização de geração do laser, a forma do feixe do laser, a precisão da superfície da mesa de processamento, os materiais de processamento, bicos e gases auxiliares, a espessura do material em processamento, os parâmetros utilizados no corte, a mecânica de movimentação do bico, e os sistemas de alinhamento e determinação da distância focal da lente, são alguns deles.

A partir destes aspectos, podemos verificar que existem diferentes fontes de erros advindos da utilização desta tecnologia. No presente estudo serão focadas a espessura da peça e serão avaliados dois tipos diferentes de material. Os demais fatores serão mantidos constantes, com exceção da velocidade de corte do material, pois esta interfere diretamente na capacidade de execução do corte pelo equipamento.

Procedimentos metodológicos

Para o estudo realizado foi utilizada uma máquina de corte a laser a gás CO₂, com 150W de potência, com uma lente de distância focal de 2 (duas) polegadas para realizar o corte de discos de poliacetal e acrílico com diâmetro nominal de 50mm nas seguintes espessuras: 17 mm, 11 mm e 7 mm para o poliacetal, e 15 mm, 10.5 mm, 6mm e 3mm , para o acrílico. Estes materiais foram escolhidos para serem estudados em diferentes

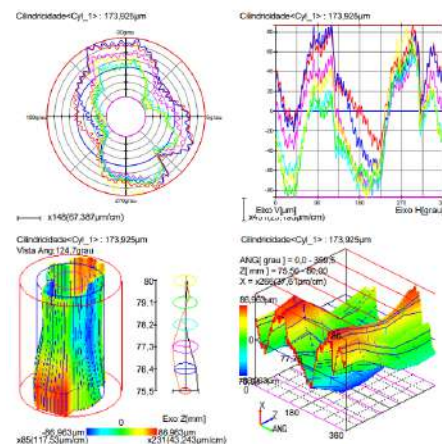
espessuras devido a sua atual disponibilidade no laboratório bem como por já terem sido testados anteriormente.

Nesse estudo, foram fabricados 10 (dez) discos em cada espessura apresentada para analisar a variância de circularidade e cilindridade. As medições foram realizadas utilizando um circularímetro da marca Mitutoyo, modelo RA 1600 que possui uma exatidão radial de $0,02 + 6.H/10000$ micrômetros (H = altura medida) e exatidão axial de $0,02 + 6.X/10000$ micrômetros (X = distância do centro de rotação) para a obtenção dos valores, que foram analisados posteriormente em relação a variância e desvio padrão (Figuras 1 e 2). Com o resultado das medições, foi efetuado um estudo estatístico baseado na média dos erros encontrados e na Análise de Variância para verificação da influência dos diferentes materiais na geometria da peça cortada.

Figura 1 – Medição com Circularímetro



Figura 2 – Resultado das medições de uma peça

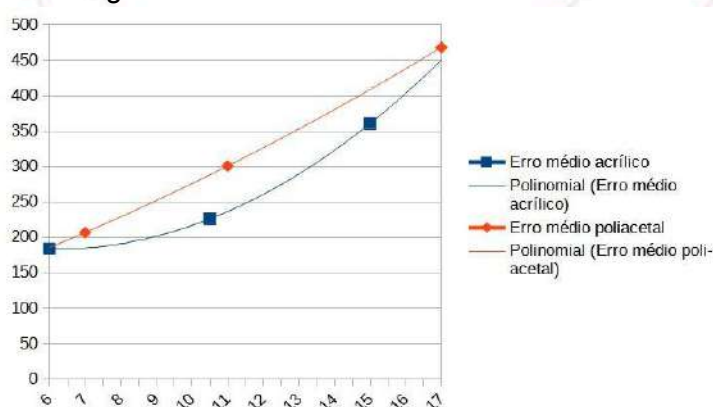


Resultados e discussões

Após as medições das peças, conforme as sugestões realizadas no trabalho de Andrade, Souza e Oliveira (2023), e o tratamento dos dados resultantes das medições com o circularímetro, foi possível detectar que, na análise de variância entre as chapas de acrílico de 6 mm de espessura e poliacetal de 7 mm, não houve uma variação significativa. Entretanto, nos discos com espessura maior que 7 mm, é possível detectar um impacto significativo na taxa de erro de cilindridade dos discos (figura 3), confirmando de maneira inicial a dificuldade do feixe de laser em manter a uniformidade geométrica ao longo do processo de corte em determinadas espessuras e as diferentes

respostas dos materiais conforme ocorria o aumento de espessura da chapa cortada, resultando em distorções ao longo da peça. Também foi verificado graficamente que, nos materiais estudados, os erros apresentam uma curva de aumento distinta entre si. Este fator já era esperado em função das diferentes condutividades e difusão térmicas dos materiais.

Figura 3 – Gráfico com as médias dos erros



Considerações finais

Apesar do estudo ainda estar em desenvolvimento, os dados obtidos até o momento indicam a existência de variações conforme a espessura e tipo de material, que reforçam a necessidade de revisar as estratégias tomadas no momento de realizar uma operação de corte utilizando a tecnologia a laser, de modo a atenuar essas variações e garantir tolerâncias finais mais precisas no produto final. Para um futuro trabalho, seria interessante utilizar lentes com diferentes distâncias focais, além preparos nos discos cortados com a finalidade de facilitar o posicionamento no circularímetro para a realização das medições

Referência ao fomento recebido

EDITAL 02/2023/PROPI - EDITAL UNIVERSAL DE PESQUISA

Referências

ANDRADE, L. F. S., Souza, A. R., Oliveira, R. A. C. AVALIAÇÃO GEOMÉTRICA DE SUPERFÍCIES DE CHAPAS POLIMÉRICAS CORTADAS COM MÁQUINA LASER DE CO₂. Disponível em:

<https://proceedings.science/sepei-2023/trabalhos/avaliacao-geometrica-de-superficies-de-chapas-polimericas-cortadas-com-maquina-l?lang=pt-br>. Acesso em: 05 jul. 2024.

CIDADE, M. K. et al. MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE GRAVAÇÃO DE CORTE A LASER DE CO₂ COM APLICAÇÃO NA JOALHERIA CONTEMPORÂNEA. Disponível em:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5768566>. Acesso em 05 jul. 2024.

FARO, T. M. C. C. de B. e. ESTUDO E OPTIMIZAÇÃO DO CORTE LASER DE ALTA VELOCIDADE EM CHAPA METÁLICA FINA. 2006. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2006. Disponível em:

<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/11467/2/Texto%20integral.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2024.

MAURÍCIO, H. A. C. Análise do Processo de Corte a Laser numa Pequena Empresa Metalomecânica 2014. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) - Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2014. Disponível em:

[https://ria.ua.pt/bitstream/10773/15084/1/An%C3%A1lise%20do%20Processo%20de%20Corte%20a%20Laser%20numa%20Pequena%20Empresa%20Metalomec%C3%A2nica.p](https://ria.ua.pt/bitstream/10773/15084/1/An%C3%A1lise%20do%20Processo%20de%20Corte%20a%20Laser%20numa%20Pequena%20Empresa%20Metalomec%C3%A2nica.pdf)df. Acesso em: 08 de abr. 2023.

KANNATEY-ASIBU, ELIJAH. Principles of laser materials processing. New Jersey: Wiley, 2009.

STEEN, W. M.; MAZUMDER, J. Laser material processing. 4. ed. London: Springer London, 2010.

ELTAWAHNI, H. A.; OLABI, A. G.; BENYOUNIS, K. Y., Investigating the CO₂ laser cutting parameters ofMDF wood composite material. Optics and Laser Technology, vol. 43, no. 3, pp. 648–659, 2011.

MInDS: Mobilidade Inteligente e Desenvolvimento Sustentável

Laboratório de Experimentação de Cidades Inteligentes

Divisão Temática

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

Autores: B. V. SUTERIO¹; M. S. SOUZA²; D. P. RIBEIRO³; G. G. GHISI⁴; F. S. COSTA⁵.

IFSC - Edital – N° 03/2023/PROPI/DAE

FAPESC - Edital de Chamada Pública FAPESC N° 39/2022

Resumo:

Cidades Inteligentes são cidades comprometidas com o desenvolvimento urbano e a transformação digital sustentável, no que diz respeito aos aspectos econômicos, ambientais e sociais. Nesse sentido, este projeto contempla o desenvolvimento de um laboratório de apoio à criação, prototipagem, experimentação e validação de serviços ou produtos relacionados à mobilidade sustentável e cidades inteligentes. Por meio de dispositivos IoT interconectados foi realizado o monitoramento de serviços a fim de fornecer informações para apoio à tomada de decisões estratégicas sobre, por exemplo, malha viária e uso consciente das fontes de energia. A experimentação consistiu na utilização de um protótipo, dotado de tecnologias relacionadas às cidades inteligentes. No protótipo, foi criado um modelo de cidade com semáforos inteligentes, veículos elétricos e sensores de monitoramento do solo, água e ar. Dessa forma a pesquisa buscou encontrar soluções para a redução da emissão de gases do efeito estufa (GEE) por meio da redução do consumo de combustíveis fósseis.

Palavras-chave: cidades inteligentes; desenvolvimento sustentável; internet das coisas; protótipo.

Introdução

Os padrões atuais de mobilidade urbana, representados principalmente por veículos motorizados individuais podem ser considerados como os grandes responsáveis pelo aumento da emissão dos Gases do Efeito Estufa (GEE). Diariamente, estima-se que são gastos milhões de reais devido a ineficiência desse sistema, devido a congestionamentos e suas consequências como a poluição ambiental decorrente, o aumento no gasto de

¹ Estudante do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IFSC, biancavsuterio@gmail.com.

² Estudante do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IFSC, omarianne52@gmail.com.

³ Estudante do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IFSC, danilopaesribeiro@gmail.com.

⁴ Estudante do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IFSC, ghisilherme14@gmail.com.

⁵ Docente do IFSC, Câmpus Tubarão, felipe.costa@ifsc.edu.br.

combustível e o tempo desperdiçado nos deslocamentos (TISCHER; POLETTE, 2019). A falta de informação tem impacto direto no agravamento de congestionamentos e aumento no tempo dos deslocamentos, fatores responsáveis pelo aumento no consumo de combustível. A utilização de mecanismos modernos, aliados à tecnologia podem contribuir para a redução dos fatores citados, como a utilização de tecnologia inteligente em semáforos, capazes de orquestrar os tempos de acordo com o fluxo de veículos. Nesse contexto, a criação de um laboratório de experimentação de cidades inteligentes pode fornecer informações valiosas para a redução de GEE.

O laboratório de experimentação de cidades inteligentes consiste na criação de um protótipo com tecnologias relacionada às cidades inteligentes. O protótipo possui estradas, as quais possuem semáforos inteligentes, veículos elétricos e sensores de monitoramento do ambiente. Cidades Inteligentes são cidades comprometidas com o desenvolvimento urbano e a transformação digital sustentável, no que diz respeito aos aspectos econômicos, ambientais e socioculturais (MDR, 2021). Nesse sentido, o modelo proposto, através do protótipo, é capaz de apoiar essas ações, revelando caminhos sustentáveis a serem seguidos para melhoria da mobilidade urbana sustentável.

O ambiente também reúne recursos para fomentar a troca de ideias, a reflexão, a pesquisa e a experimentação de campo com ênfase em valores sustentáveis e potencializados pelo uso das tecnologias digitais e da comunicação. A ação procura fomentar o aperfeiçoamento e a utilização de tecnologias em ambientes reais, visando promover o desenvolvimento regional de inovações tecnológicas e ao mesmo tempo conscientizar os discentes sobre a importância da pesquisa tecnológica aplicada à sustentabilidade.

Fundamentação teórica

A prototipação é uma das formas mais eficientes de representação de modelos para obtenção de resultados com um custo mínimo. Esse tipo de recurso é largamente utilizado na pesquisa científica e aplicada, visando criar um ambiente controlado capaz de reproduzir ambientes do mundo real.

Living Labs são espaços físicos ou virtuais utilizados como apoio para solução de desafios sociais, especialmente para áreas urbanas, reunindo várias partes interessadas

para colaboração e ideação coletiva (NGUYEN; MARQUES; BENNEW, 2022). Estes laboratórios permitem que conjuntos complementares de projetos ofereçam soluções holísticas para lidar com questões insustentáveis, e por isso, são valiosos por sua contribuição para o desenvolvimento sustentável.

Procedimentos metodológicos

Considerando a visão regional dos atores, a proposta de pesquisa consiste na criação de um Laboratório de Experimentação de Cidades Inteligentes a ser desenvolvido nas seguintes etapas: mapeamento dos aspectos relevantes a serem observados e tecnologias envolvidas; criação do protótipo de cidade inteligente e execução das ações para observação do ambiente real; criação da plataforma de observação de dados IoT; observação dos experimentos no protótipo (laboratório); análise de dados; ajustes no modelo e no protótipo. Ao final o processo é reiniciado, iterativamente, de forma a obter novos dados e conhecimentos a partir do modelo ajustado.

Resultados e discussões

O principal resultado do projeto, o protótipo construído, contemplou as várias características de uma cidade, com vias, calçadas, vegetação, curso de água (rio), estacionamentos, bueiros, lixeiras e semáforos, conforme apresentado na Figura 1.

Construído o protótipo, foram definidas as estações de monitoramento com seus respectivos sensores. Um dos resultados mais relevantes do projeto diz respeito ao grande conjunto de sensores contemplados. Os aspectos do ambiente a serem monitorados foram divididos de acordo com o ambiente observado. Assim foram escolhidos sensores para monitoramento da qualidade do ar, da água, do solo, de vagas de estacionamento, de containers de resíduos, entupimento de bueiros e outros relacionadas às possibilidades de monitoramento em veículos e semáforos inteligentes.

Outro resultado importante do projeto consistiu em definir um modelo de programa a ser utilizado em todos os sensores. Esse modelo teve como foco principal permitir a reutilização de código, já que um mesmo sensor poderia estar presente em várias estações de monitoramento. Outros objetivos desse modelo consistiam em facilitar a utilização de

um sensor, ao fornecer um esquema gráfico de ligação do sensor ao circuito eletrônico, organização do código, além de permitir o desenvolvimento em equipe.

Figura 1 - Protótipo construído.



Fonte: Autoria própria (2023).

O projeto também contou com o desenvolvimento de uma plataforma de processamento de dados IoT. Conforme apresentado na Figura , as estações de monitoramento, nas quais estão instalados os sensores, se conectam a gateways Wi-Fi ou LoRa, de acordo com o protocolo disponível. Isso porque as estações LoRa estão dispostas geograficamente distantes da Plataforma IoT, ou seja, do Câmpus Tubarão.

Figura 2 - Arquitetura Computacional

MInDS - Arquitetura Computacional



Fonte: Autoria própria (2023).

Considerações finais

O protótipo criado demonstrou possuir um grande potencial para a realização de experimentos e geração de conhecimento. Além disso, foi muito bem aceito pelos alunos, que passaram a se interessar pelo tema e pelas questões sociais e econômicas envolvidas.

Uma vez que as estações estejam completamente funcionais, também será possível realizar análises com dados reais do ambiente da cidade de Tubarão. Isso permitirá aplicar as técnicas de Inteligência Artificial para geração de conhecimento. Esses resultados poderão ser utilizados pelos órgãos governamentais para melhoria de serviços e infraestrutura. Da mesma forma, o modelo utilizado na Plataforma de processamento de dados também pode servir como um base para a implementação de um modelo mais robusto a ser utilizado na cidade.

No futuro, com a continuidade do desenvolvimento do projeto, a utilização dos resultados em melhorias poderá refletir diretamente no meio ambiente, já que vários deles visam o controle da emissão de gases do efeito estufa, por exemplo.

Finalmente, o ambiente criado estimula a pesquisa e o interesse dos alunos pela pesquisa e pela sustentabilidade.

Referência ao fomento recebido

O presente trabalho foi realizado com apoio do Instituto Federal de Santa Catarina e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC.

Referências

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - MDR. **CARTA BRASILEIRA PARA CIDADES INTELIGENTES**. [s. l.], p. 180, 2021.

NGUYEN, H. T.; MARQUES, P.; BENNEWORTH, P. Living labs: Challenging and changing the smart city power relations?. **Technological Forecasting and Social Change**, [s. l.], v. 183, p. 121866, 2022.

TISCHER, V.; POLETTE, M. **PROPOSTA DE MODELO CONCEITUAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NO SISTEMA DE TRANSPORTES E MOBILIDADE URBANA**. [s. l.], p. 21, 2020.

DESENVOLVIMENTO DE UMA INTERFACE DE USUÁRIO EM MINICOMPUTADOR EMBARCADO APLICADO A UMA FRESADORA CNC PARA CONFEÇÃO DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO

Divisão Temática

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

Autores: L. ALVES¹; V. GASPERIN²; R. J. PIONTKEWICZ³; R. L. NASCIMENTO⁴; M. A. SALVADOR⁵.

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
EDITAL 02/2023/PROPPI - UNIVERSAL

Resumo:

A confecção de protótipos de Placas de Circuito Impresso (PCI) pode ser facilitada com o emprego de fresadoras de Controle Numérico Computadorizado (CNC) capazes de realizar de forma automática, a confecção dos furos, ilhas e trilhas dos circuitos eletrônicos. Esses equipamentos tipicamente necessitam de um computador para sua configuração e gerenciamento, fazendo com que não sejam uma solução independente. Deste modo, o presente projeto consiste no desenvolvimento de uma interface de usuário para uma Fresadora CNC. Sua concepção consiste no emprego de uma plataforma do tipo Raspberry PI, capaz de executar aplicações de código aberto para que o operador possa carregar o arquivo de fresamento da PCI a partir de uma porta USB integrada.

Palavras-chave: Fresadora CNC; Interface de Usuário; Placas de Circuito Impresso; Raspberry PI.

Introdução

As fresadoras CNC para confecção de Placas de Circuito Impresso (PCI) são equipamentos automatizados de usinagem, capazes de remover a quantidade de cobre desejada de modo a confeccionar os caminhos de interconexão necessários em uma placa eletrônica. Conforme Moreira (2018) a solução empregando uma máquina CNC é uma alternativa para automatizar a problemática de prototipagem, visando vantagens no âmbito

¹ Estudante de Eng. Elétrica do IFSC Jaraguá do Sul - Rau, e-mail alvesdelima.lucas45@gmail.com.

² Estudante de Eng. Elétrica do IFSC Jaraguá do Sul - Rau, e-mail victoria.g1@aluno.ifsc.edu.br.

³ Docente da área de Elétrica do IFSC Jaraguá do Sul - Rau, e-mail rodrigo.piontkewicz@ifsc.edu.br.

⁴ Docente da área de Elétrica do IFSC Jaraguá do Sul - Rau, e-mail rogerio.nascimento@ifsc.edu.br.

⁵ Docente da área de Elétrica do IFSC Jaraguá do Sul - Rau, e-mail marcos.salvador@ifsc.edu.br.

da precisão e repetitividade do processo e tornando-o mais limpo e simplificado. Além disso, sua aplicação no apoio à fabricação de protótipos de PCI é importante pois na etapa de prototipagem geralmente se busca a validação funcional do circuito desenvolvido, desta forma, é comum a necessidade de se fabricar apenas uma PCI, principalmente quando se considera os trabalhos desenvolvidos ao longo de um semestre letivo por estudantes e docentes. Neste contexto, existem trabalhos como Moreira (2018) registrando o desenvolvimento de suas próprias fresadoras CNC. No entanto, ela demanda o uso de um computador externo a fresadora para gerenciar seu funcionamento e nesse sentido há espaço para melhoria com o desenvolvimento de uma interface de usuário implementada em um minicomputador embarcado em conjunto com monitor *touchscreen*, de forma que possam operar como equipamentos independentes, otimizando assim seu uso.

Fundamentação teórica

O avanço tecnológico alavancado pelas aplicações envolvendo internet das coisas (*IoT*, do inglês, *Internet of Things*) têm possibilitado o emprego de uma série de minicomputadores multiplataforma, de tamanho reduzido e com uma diversidade de periféricos. Neste sentido, o Raspberry Pi aparece como ferramenta de desenvolvimento completa, com uma vasta documentação de apoio, possuindo um sistema operacional oficial baseado no Kernel do Linux, denominado Raspbian, além disso, suporta diversas tecnologias *open-source* auxiliando no desenvolvimento de aplicações personalizadas. Os principais pré-requisitos para o desenvolvimento do presente projeto são:

- Tecnologias que suportem *cross-plataform*, a arquitetura de processamento do Raspberry Pi é diferente da maioria dos processadores convencionais, por isso precisam conter métodos para compilação ou interpretação independentes do tipo de processador;
- Baixo consumo de *hardware*, pois o processamento e a memória do Raspberry Pi são bem limitados, ainda mais quando há necessidade de execução de outros *softwares* paralelamente ao sistema operacional, como o Universal-G-Code-Sender (UGS, Winder 2012).
- Praticidade no desenvolvimento, para a criação de interfaces gráficas de acordo com as *guidelines* de *design* gráfico.

Dentre as principais tecnologias de desenvolvimento de *software* da atualidade pode se destacar as ferramentas Web com linguagens como JavaScript, HTML e CSS, além de seus *frameworks* TailwindCSS (Wathan, 2017), Leptos (Johnston, 2022) e Tauri (Nogueira, 2019) entre outros para criação de interfaces gráficas (GUI, do inglês, *Graphical user interface*). Além disso, a linguagem Rust também é conveniente devido sua robustez e baixa demanda por recursos. Essas tecnologias têm capacidades de serem compiladas e executadas independentemente do tipo de processador.

Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento da interface foi iniciado com um *BrainStom* para definição das funcionalidades essenciais, seguindo a metodologia MVP (*Minimum Viable Product*). Na sequência foi elaborado esboço do leiaute das telas com as funcionalidades elencadas. Além disso, foi necessário definir um local para armazenamento dos códigos, documentações e automatizações, com controle de acesso para alterações. Neste sentido, o Github foi utilizado para a respectiva hospedagem. Os códigos do projeto desenvolvido estão disponíveis em: (<<https://github.com/lalvesl/ifscRauCNCInterface>> e <<https://github.com/lalvesl/raspianCNCIntergration>>). Posteriormente foi gerado manualmente uma imagem do sistema Raspberry Pi OS com *autologin*, credenciais, rede padrão, instalação de dependências, inclusão arquivos do *software* de envio dos códigos de comando à CNC (UGS) e carregamento da interface desenvolvida. Como o aplicativo é nativo ao sistema e a arquitetura do processador é diferente dos computadores convencionais, necessita de uma compilação especializada para que seja possível sua execução sem necessitar inundar o minicomputador com *softwares* de desenvolvimento, para isso foi desenvolvida uma rotina de *cross-compiling* usando MakeFile, ShellScript e Docker, com comandos “init” para criar a imagem Docker do sistema Debian-12 com todas as dependências necessárias para a compilação das arquiteturas listadas pelos dockerfiles.

Para empregar a logomarca do IFSC nas telas da interface desenvolvida foram observadas as diretrizes do IFSC, tal documentação descreve cores e espaçamentos. Neste sentido, foi realizada a configuração do arquivo “tailwind.config.js” com as referidas diretrizes. No desenvolvimento das telas foi utilizado o *framework* Leptos para a navegação entre as telas, empregando o próprio *routing*. Assim sendo, para configurar a alternância

entre telas, basta utilizar o elemento *anchor* ou “a” com o atributo “href” e valor “about”. Existem ainda outras integrações necessárias com o pseudo *backend*, sendo elas a listagem dos documentos, geração dos QR-codes e também a detecção do *pendrive* e a listagem dos arquivos G-code, para isso foi utilizado a *proc-macro* “tauri::comand”.

Resultados e discussões

Para leiaute da tela inicial foi definido uma imagem desfocada e esbranquiçada da própria CNC e também incluído o logo do campus IFSC Jaraguá do Sul – Rau, como pode ser visto na figura 1. Ao centro da tela tem-se o título “Fresadora CNC para PCIs” e a informação para inserir um *pendrive* e assim dar seguimento a utilização da CNC. O botão no canto inferior dá acesso a tela de documentação e outras informações sobre o projeto, conforme exibido na Figura 2.

Figura 1 – Tela inicial do projeto



Figura 2 – Tela de “Ajuda & Sobre” (a) e Tela de manual de instruções (b).



(a)



(b)

A tela de “Ajuda & Sobre”, da Figura 2 (a), apresenta informações sobre o fomento do projeto, contatos e agradecimentos. Adicionalmente, possibilita o acesso aos manuais de instruções e técnico da CNC, e possui um botão para retornar a tela anterior. A tela dos manuais, da Figura 2 (b), é dinâmica e a partir da seleção de uma das opções de manual, é exibido um QR-code que permite o *download* do respectivo manual por um *smartphone*, além de disponibilizar o próprio manual localmente no *display*.

Considerações finais

O objetivo do desenvolvimento da interface gráfica com o auto ajuste do leiaute conforme tamanho e resolução do *display* foi alcançado. Também foi possível embarcá-lo juntamente a imagem do sistema Raspberry Pi OS, contribuindo para que a máquina se torne um equipamento independente. O *software* embarcado pode ser facilmente replicável clonando a imagem do sistema. Caso se deseje ajustar alguma personalização, pode-se por exemplo, alterar a imagem do logo e recompilar o projeto. O desenvolvimento da interface própria possibilitou que a CNC seja operada sem a necessidade de computadores ou dispositivos externos a ela, facilitando seu emprego em atividades de ensino, pesquisa e extensão, seja para desenvolvimento de protótipos utilizados em aulas e projetos de pesquisa, ou para realização de oficinas e demonstrações de funcionamento em atividades de extensão.

Referências

- MOREIRA, Divino Luiz Barbosa. **Construção de uma fresa de controle numérico computadorizado para placas de circuito impresso**. 2018. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Eng. Eletrônica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- WINDER, Will. *Software Universal-G-Code-Sender*. **GitHub repository**. Disponível em: <https://github.com/winder/Universal-G-Code-Sender>, 2012. Acesso em maio/2024.
- JOHNSTON, Greg. *Guide to Leptos Web framework*. Disponível em: <https://book.leptos.dev/router/index.html>. Acesso em maio/2024.
- TAURI. *Guide lines to Tauri framework*. Disponível em: <https://tauri.app/v1/guides/features/command>. Acesso em março/2024.

VISÃO COMPUTACIONAL APLICADA EM ROBÔS DE COMPETIÇÃO FRC

Divisão Temática

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

Autores: A. VITOR¹; D. FEITOSA SILVA SANTANA²; F. VALOIS DE LUCA³; G. FERTIG DE OLIVEIRA⁴; M. LEITZKE PINTO⁵.

EDITAL Nº 01/2023/PROPPi - PIBIC-EM

Resumo:

A visão computacional é amplamente utilizada nas indústrias e está presente em muitos sistemas de controle. No contexto das competições FRC (First Robotics Competition), a maior competição de robótica do mundo, é uma ferramenta crucial. No entanto, muitas equipes enfrentam dificuldades em integrar a visão computacional de forma eficiente. Este projeto visa resolver esse problema através da criação de um modelo de visão computacional open-source capaz de detectar elementos de jogo na arena. Para isso, o grupo de trabalho utiliza como metodologia a pesquisa bibliográfica, consultando artigos, livros e páginas na internet como fontes primárias. Além disso, realiza uma pesquisa experimental, conduzindo testes do modelo em um robô de competição. O projeto ainda está em andamento, o código de detecção encontra-se na fase de calibração e já foi integrado ao processador Raspberry. Atualmente, o foco está na integração da Raspberry com o sistema padrão da competição.

Palavras-chave: Visão computacional; Robótica; Competição; Detecção.

¹ Servidor de Matemática - DALTEC(Departamento Acadêmico de Linguagem Tecnologia e Educação) no Instituto Federal de Santa Catarina, e-mail para contato: adriano.vitor@ifsc.edu.br.

² Estudante/egresso do curso Técnico Integrado em Eletrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, e-mail para contato: davi.f2006@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante/egresso do curso Técnico Integrado em Eletrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, e-mail para contato: franco@delucca.pro.br.

⁴ Estudante/egresso do curso Técnico Integrado em Eletrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, e-mail para contato: gabifertig08@gmail.com.

⁵ Servidor do DAELN(Departamento Acadêmico de Eletrônica) no Instituto Federal de Santa Catarina, e-mail para contato: matheus.pinto@ifsc.edu.br.

Introdução

A participação na First Robotics Competition (FRC), a maior competição de robótica do mundo, proporciona uma oportunidade única para aplicar e desenvolver tecnologias avançadas em robôs de portes industriais, com um forte foco no aprendizado e impacto comunitário.

A visão computacional é uma grande e importante parte da robótica, tanto aplicada para a detecção de erros na indústria alimentícia, Sistemas baseados em visão estão em basicamente todo o lugar hoje em dia, combinando inteligência artificial para simular o raciocínio humano e aplica toda a informação que adquiriu na resolução de um dado problema(GHAZAL MUNIR QURESHI, 2024).

Nas competições FRC, a visão computacional é uma forma de obter mais precisão em arena, melhor desempenho autônomo e uma melhor performance em partida. A visão se encaixa na detecção de elementos de arena e também para a localização do robô em arena.

Devido ao grande uso, vários projetos de software e hardware já foram desenvolvidos na comunidade FRC. O maior exemplo é a Limelight, uma câmera criada para facilitar a integração dos métodos de visão computacional ao robô para o processamento e detecção de imagens (LIMELIGHT VISION, 2024).

Neste contexto, o seguinte trabalho visa a integração de um sistema de visão computacional em um robô de competição FRC para a detecção de objetos do jogo. Como objetivos específicos do projeto, podemos citar:

- Contribuir para a comunidade de código aberto e visão computacional aplicada;
- Difundir as técnicas de visão computacional avançada para a FIRST;
- Aprimorar a competitividade, precisão e autonomia do robô durante a competição.

Fundamentação teórica

Na competição (FRC), o desafio sempre consiste em manipulação de elementos de arena chamados de Game Pieces para completar desafios e ganhar pontos, nesse processo, a visão computacional é crucial para a autonomia do robô no ambiente ou ao detectar os elementos para um manuseio mais eficiente e preciso (FIRST, 2024).

A biblioteca OpenCV é usada para o processamento de imagens e análise de padrão, podendo ser aplicado nas câmeras no robô para, assim, detectar os elementos de arena com precisão, mas uma tecnologia que é o próximo passo é a utilização de uma inteligência artificial, como uma rede neural convolucional para melhorar significativamente os dados, podendo se adaptar melhor ao ambiente e ainda assim ser usado em tempo real (OPENCV, 2024).

O hardware existente comumente usado para isso na competição é a limelight, que é uma câmera com uma raspberry PI integrada para a facilitação da inteligência artificial, mas uma opção que acaba sendo mais acessível acaba sendo uma raspberry PI para o processamento conectado diretamente em uma câmera e comunicando a informação importante para o roboRIO pelo protocolo networkTables.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa tem natureza aplicada, com caráter exploratório e uma abordagem quantitativa. Quanto aos procedimentos, a pesquisa é tanto bibliográfica, pois os conhecimentos adquiridos para a criação do código de detecção são obtidos através de livros e artigos científicos na internet, quanto experimental, devido aos testes realizados com a câmera do robô e as peças de jogo.

O grupo de trabalho se organizou de forma a separar as atividades com os membros, a fim de atingir os objetivos previamente citados. O autor Davi Feitosa Silva Santana ficou responsável pela calibração do OpenCV. A autora Gabrielli Fertig de Oliveira pela integração do código com a Raspberry Pi. Por fim, o autor Franco Valois de Luca ficou responsável pela integração da Raspberry com o robô e o sistema padrão da competição FIRST®.

Resultados e discussões

O projeto ainda está em execução, porém os envolvidos já cumpriram parte dos objetivos. Primeiramente, realizaram uma etapa de pesquisa sobre as tecnologias usadas na produção do código. Após a pesquisa, começaram a desenvolver o código com o auxílio da ferramenta OpenCV.

Também concluíram a etapa de produção de um modelo OpenCV e estão atualmente trabalhando na calibração do modelo para ter um reconhecimento mais preciso. Além disso, conseguiram viabilizar sua integração com o processador que estão usando, o Raspberry PI.

Em paralelo a calibração, estão estudando a integração do processador Raspberry PI com o RoboRIO, o processador central usado no robô de competição. O código OpenCV foi produzido usando a linguagem de programação Python, enquanto o robô é controlado usando a linguagem Java. A solução mais viável até agora é usar o sistema de Network Tables para comunicação entre os sistemas.

Os autores estão avaliando a possibilidade da viabilidade de uma inteligência artificial, através da implementação de redes neurais convolucionais para potencializar os resultados obtidos, fazendo com que o código de detecção se adapte melhor a qualquer cenário, aumentando sua precisão.

Considerações finais

O código está hospedado no github, porém atualmente está privado. O projeto virá a público quando todas as calibrações e integrações estiverem terminadas. Após a publicação, todo o código será documentado no github e difundido para as outras equipes da FIRST, facilitando a utilização do mesmo por toda a comunidade.

Após a realização de testes com o robô, já é perceptível que o código está com uma qualidade aceitável e será benéfico para a próxima competição, pois ele está conseguindo detectar os elementos de arena consistentemente.

Os envolvidos no projeto, após muita pesquisa e leitura conseguiram ter uma maior compreensão dos aspectos da visão computacional e formas de integrar o software e hardware harmonicamente. Enquanto ao mesmo tempo desenvolvendo uma solução com grande aplicação no mercado atual.

Referência ao fomento recebido

O progresso deste projeto de pesquisa tem sido viabilizado pelo apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que concedeu

uma bolsa. Este financiamento é crucial, pois possibilita a dedicação plena às atividades de pesquisa, permitindo a obtenção dos recursos necessários e a participação em eventos científicos. Os autores expressam sua gratidão ao CNPq pelo suporte financeiro fornecido.

Referências

GHAZAL, Sumaira; MUNIR, Arslan; QURESHI, Waqar S.. Computer vision in smart agriculture and precision farming: Techniques and applications. **Artificial Intelligence in Agriculture**, Volume 13,, Pages 64-83, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2024.06.004>. Acesso em: 04 de julho de 2024

Limelight Vision. **Limelight Zero-Code Robotic Perception | Limelight Documentation**. Disponível em: <https://docs.limelightvision.io/docs/docs-limelight/getting-started/summary>>. Acesso em: 7 jul. 2024. Acesso em: 04 de julho de 2024

OPENCV. **OpenCV: OpenCV modules**, 2024. Disponível em: <https://docs.opencv.org/4.x/>>. Acesso em: 06 de julho de 2024

FIRST. **First Game Manual**, 2024. Disponível em: firstfrc.blob.core.windows.net/frc2024/Manual/2024GameManual.pdf. Acesso em: 06 de julho de 2024

DESENVOLVIMENTO DE UM TRIBÔMETRO PINO SOBRE DISCO BASEADO NA NORMA ASTM G99

Divisão Temática

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

Autores: H. FELDMANN¹; F. MARQUES²; A. ROCHA³; P. UGGIONI⁴; L. F. MARQUES⁵; A. F. TERTULIANO⁶.

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 desenvolvimento de um tribômetro pino sobre disco no Instituto Federal-Câmpus Criciúma. Este equipamento, seguindo as orientações da norma ASTM G99, permite análises precisas do desgaste e do coeficiente de atrito sobre 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 estrutural e dimensionamento de componentes elétricos e mecânicos. Espera-se como resultado, após a conclusão do equipamento, a repetibilidade e confiança nos dados adquiridos com os ensaios realizados, de modo que estes estejam próximos dos valores obtidos em outros laboratórios.

Palavras-chave: tribologia; pino sobre disco; desgaste; atrito

Introdução

O desgaste, concomitantemente com a corrosão e fadiga, são os principais causadores de manutenção e substituição de componentes mecânicos. Nesse sentido, devido ao impacto financeiro causado pelo desperdício de energia e pelas perdas de equipamentos em consequência do desgaste, tornou-se necessária a consciência sobre tribologia para aumentar a eficácia da engenharia (AFOLALU; KAYODE; LAWAL, 2023).

Um tribômetro é capaz de realizar testes e de maneira concomitantemente medições criteriosas sobre desgaste e suas variações dimensionais fornecendo informações que potencializam a correta seleção de materiais que posteriormente qualificam seu uso em

¹ Estudante do curso Engenharia Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, hugo.w@aluno.ifsc.edu.br.

² Servidor docente do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Criciúma, fernando.marques@ifsc.edu.br.

³ Servidor docente da Universidade Federal do Rio Grande do Sul Câmpus do Vale, alexandre.rocha@ufrgs.br.

⁴ Servidor docente do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Criciúma, perison.uggioni@ifsc.edu.br.

⁵ Estudante do curso Técnico Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, luis.m27@aluno.ifsc.edu.br.

⁶ Estudante do curso Técnico Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, alvaro.ft@aluno.ifsc.edu.br.

produtos comercializados na região. Nesse sentido, surge a necessidade de desenvolver um tribômetro no Instituto Federal-Câmpus Criciúma, devido a inexistência de um equipamento similar na esfera sul da rede federal no estado de Santa Catarina, com a finalidade de fornecer suporte técnico a indústria e ao próprio instituto no âmbito das atividades de desenvolvimento, inovação e avaliação de desempenho dos materiais.

Desse modo, o objetivo do trabalho em análise é o 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 como o coeficiente de atrito e a distância de deslizamento.

Fundamentação teórica

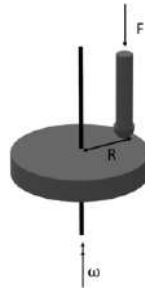
A tribologia é um estudo científico destinado à compreensão do atrito, desgaste e lubrificação envolvidos na interação entre as superfícies de dois ou mais materiais sólidos. Quando os corpos estão em fricção, ou seja, quando há a presença de uma resistência ao deslocamento relativo, vários processos podem estar envolvidos, sendo eles mecânicos, químicos, elétricos, magnéticos e térmicos (GORYACHEVA, 1998).

O desgaste por deslizamento é um fenômeno complexo que envolve a interação entre duas superfícies em movimento relativo. Esse tipo de desgaste é caracterizado pela diferença nas velocidades superficiais no ponto de contato, o que resulta em atrito e, conseqüentemente, na geração de calor. 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 (OTTANI et al, 2024).

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 e distância de deslizamento, respectivamente. Em síntese, o desgaste é gerado em razão à interação do pino contra o disco (MACULOTTI et al., 2022).

Figura 1 - Diagrama Sobre Disco



Fonte: Maculotti et al. (2022)

Procedimentos metodológicos

Segundo a norma ASTM G99, o parâmetro de rotação do disco deve estar contido dentro de um intervalo de velocidade angular de 6,28 a 62,8 rad/s. Considerando que a rotação nominal de um motor trifásico assíncrono de 4 polos é 1700 rpm, houve a necessidade de adicionar uma redução para que a rotação se encontre dentro do intervalo mencionado.

O conjugado e a potência de um motor trifásico são outros parâmetros essenciais a serem calculados em um projeto, pois estão diretamente relacionados com a carga a ser movida. Considerando que uma carga máxima de 5 kg seja aplicada no pino posicionado na extremidade do disco de ensaio com um coeficiente máximo de atrito, os cálculos para seleção do motor foram os seguintes:

$$C1 = Ft \cdot r = 50 \cdot 0,04 = 2 \text{ Nm} \rightarrow P = \frac{2\pi \cdot n \cdot C1}{60} = \frac{2\pi \cdot 600 \cdot 2}{60} = 126 \text{ W} = 0,17 \text{ cv}$$

O método mais prático para alterar a rotação do motor é a utilização de um inversor de frequência, pois assim é possível variar a tensão de alimentação de modo que a velocidade do campo girante altere a velocidade mecânica do rotor. As frequências máximas e mínimas, respectivamente, para parametrização do inversor, são dadas abaixo. O intervalo de frequência obtido, segundo o fabricante, não enfraquecerá substancialmente o conjugado do motor.

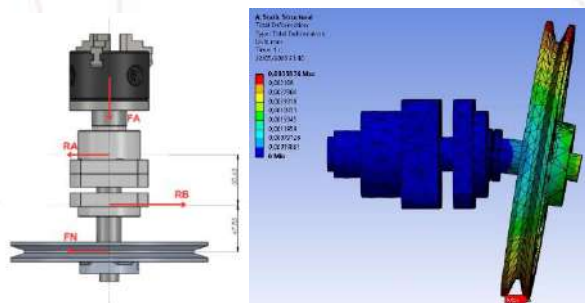
$$n_1 = 600 \text{ rpm} \rightarrow f_1 = \frac{n_1 \cdot n^{\circ} \text{ polos}}{120} = 80 \text{ Hz} \quad n_2 = 60 \text{ rpm} \rightarrow f_2 = \frac{n_2 \cdot n^{\circ} \text{ polos}}{120} = 8 \text{ Hz}$$

A correria é um elemento de máquina flexível capaz de transmitir potência. Quando comparada com elementos rígidos, como as engrenagens, ela simplifica o projeto, reduz custos e ruídos. O comprimento das correias é tabelado, cabendo ao projetista adequar o tamanho mais próximo calculado aos seus projetos (BUDYNAS et al., 2016). A seguir encontra-se o resultado do comprimento necessário para o projeto em estudo.

$$l = 2 \cdot C + 1,57 \cdot (D + d) + \frac{(D - d)^2}{4 \cdot C} = 775 \text{ mm}$$

Para utilização de recursos de modelagem 3D no desenvolvimento do projeto mecânico foi optado pela utilização do SolidWorks, software de desenho assistido por computador, disponibilizado nos laboratórios de informática do IFSC Câmpus Criciúma. Como o eixo árvore do equipamento estará submetido a forças de tração da correia, cálculos e simulações com o auxílio da versão gratuita de estudante do software Ansys foram realizados para garantir que a tensão não ultrapasse a tensão limite de escoamento do material. A deformação máxima, conforme imagem a seguir, foi de 0,003 mm.

Figura 2 – Diagrama de corpo livre e simulação de deformação no Ansys



Fonte: autor.

Resultados e discussões

O equipamento, na data de submissão deste artigo, ainda está em processo de fabricação dentro do laboratório de mecânica do IFSC Câmpus Criciúma. Nesse sentido, esforços estão sendo realizados para que a expectativa final sobre o instrumento não apresente vibrações excessivas que influenciem na área de contato do tribossistema, e paralelamente, não haja uma variação da velocidade superior a $\pm 1\%$ da velocidade nominal, pois todos esses fatores podem comprometer a repetibilidade de resultados de ensaios no pino sobre disco.

Figura 3 – Projeto 3D e fabricação do equipamento



Fonte: autor.

Considerações finais

Diante do exposto, considerando que o equipamento ainda se encontra em fase de construção, não foi possível a realização de ensaios de desgaste para validar a confiabilidade do projeto proposto perante a norma ASTM G99. Entretanto, contribuições significativas em relação à pesquisa na área da tribologia e da metodologia para projeto do pino sobre disco, podem ser elencados como aspectos positivos para o alcance dos objetivos específicos do trabalho. Logo, o projeto de pesquisa trará para a Instituição IFSC Câmpus Criciúma um novo instrumento capaz de realizar ensaios de desgaste para fomentar a pesquisa e inovação.

Referências

- ASTM. **G99-17: Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus**. United States, 2023.
- BUDYNAS, Richard; NISBETT, J K. **Elementos de máquinas de Shigley**. Grupo A, 2016. E-book. ISBN 9788580555554. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580555554/>. Acesso em: 29 jun.
- GORYACHEVA, I. G. **Contact Mechanics in Tribology**. Dordrecht: Springer Netherlands, 1998. v. 61.
- 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.
- 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.
- 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.

O Micélio em Produtos Decorativos: Reforço de Base de Celulose e Experimento de Moldagem

Divisão Temática

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

Autores: A. HAMAD¹; A. CARVALHO².

Resumo:

Este artigo explora o potencial do micélio como reforço de materiais à base de celulose no desenvolvimento de produtos decorativos. A introdução apresenta o referencial teórico sobre micélio e seus benefícios, como propriedades estruturais, sustentabilidade e versatilidade. Em seguida, detalha-se um experimento de moldagem de peças com serragem de madeira e micélio, demonstrando a viabilidade técnica da aplicação.

Finalmente, o artigo conclui com uma análise das tendências e possibilidades promissoras para o desenvolvimento de produtos decorativos com esse tipo de material.

Palavras-chave: Micélio, base de celulose, produtos decorativos, moldagem, sustentabilidade.

Introdução

A busca por materiais inovadores e sustentáveis na indústria de design de produtos decorativos é cada vez mais crescente. Nesse contexto, o micélio, estrutura fúngica ramificada, se apresenta como uma alternativa promissora devido às suas propriedades únicas.

Fundamentação teórica

O micélio pode ser subdividido em 7 categorias:

1. **Estrutura:** O micélio forma uma rede complexa e resistente, composta por filamentos fúngicos interligados, denominados hifas.
2. **Propriedades estruturais:** As hifas apresentam alta rigidez e tração, conferindo aos micélios propriedades mecânicas robustas.

¹ Aldrwin Farias Hamad, Professor e Coordenador de Departamento de Metal Mecânica do Instituto Federal de Santa Catarina, aldrwin.hamad@ifsc.edu.br.

² Aline Cidral de Carvalho, estudante do curso de Design de Produto do Instituto Federal de Santa Catarina.

3. **Sustentabilidade:** O cultivo de micélios utiliza resíduos orgânicos como substrato, promovendo a reciclagem e reduzindo o impacto ambiental.
4. **Versatilidade:** Os micélios podem ser moldados em diversas formas e texturas, adaptando-se a diferentes aplicações.
5. **Reforço de materiais:** Os micélios podem ser incorporados à celulose para reforçar sua resistência e propriedades mecânicas.
6. **Desenvolvimento de biocompósitos:** A combinação de micélios com fibras celulósicas cria biocompósitos leves, duráveis e biodegradáveis.
7. **Aplicações em embalagens:** Os micélios podem ser utilizados na produção de embalagens sustentáveis e compostáveis para produtos decorativos.

Figura 1 – luminária Hogar da empresa brasileira Mush



Fonte: mush.eco (2024).

Procedimentos metodológicos

Aplicações em produtos de base de celulose:

1. **Objetivo:** Demonstrar a viabilidade técnica da moldagem de peças decorativas com serragem de madeira e micélio.
2. **Materiais:** Serragem de madeira, cultura de micélio, água, molde.
3. **Procedimento**

- 3.1** Misturar a serragem de madeira com a cultura de micélio e água em proporções adequadas;
- 3.2** Preencher o molde com a mistura preparada;
- 3.3** Incubar o molde em condições favoráveis ao crescimento de micélio;
- 3.4** Remover a peça do molde após a completa colonização pelo micélio;
- 3.5** Queima dos moldes em forno para interromper o crescimento do micélio.

Figura 2 – Experimento de produção de produto micelial



Fonte: registro pelo autor (2024).

Resultados e discussões

A peça moldada apresenta textura e rigidez adequadas para uso como produto decorativo. Com isso, é possível o desenvolvimento de produtos inovadores: a combinação de micélio com outros materiais de base celulose, como papel e papelão, abre um leque de possibilidades para o desenvolvimento de produtos decorativos inovadores. A personalização permite que a versatilidade do micélio assente na personalização de peças decorativas, atendendo às demandas específicas dos consumidores. Sua sustentabilidade tendo a utilização de micélios em produtos decorativos contribui para a redução do impacto ambiental da indústria de design.

Considerações finais

O micélio se configura como uma alternativa promissora para o desenvolvimento de produtos decorativos inovadores, sustentáveis e personalizados. O experimento de moldagem demonstra a viabilidade técnica da aplicação, abrindo caminho para pesquisas mais aprofundadas e o desenvolvimento de produtos com alto valor agregado.

Referências

BROWN, Tim. **Design Thinking**: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro, Elsevier Editora Ltda, 2009.

Case Micélio: um produto sustentável e inovador. **Propeq**, 2022. Disponível em: <<https://propeq.com/case-micelio-um-produto-sustentavel-e-inovador/>>. Acesso em: 21 de maio de 2024.

GHAZVINIAN, Ali et al. **Mycelium-Based Bio-Composites For Architecture**: Assessing the Effects of Cultivation Factors on Compressive Strength. 2019.

Henz, G. P. A Sustentabilidade na agenda do consumidor. **Embrapa**, 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/80384598/A+Sustentabilidade+na+agenda+do+consumidor+-+mega+5.pdf/2f22caae-9e1a-ac09-cfe2-5e0684b8a487>> Acesso em: 02 mai. 2024.

Mycelium-Based Bio-Composites in Architecture: A Biodegradable and Renewable Alternative to Construction. **Penn State University**, 2020. Disponível em: <<https://iee.psu.edu/research/projects/mycelium-based-bio-composites-architecture-biodegradable-and-renewable>>. Acesso em: 22 de abril de 2024.

ONU-Habitat: população mundial será 68% urbana até 2050. **Nações Unidas Brasil**, 2022. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/188520-onu-habitat-população-mundial-será-68-urbana-até-2050#:~:text=Relatório%20Mundial%20das%20Cidades%202022,de%20pessoas%20anualmente%20até%202050>>. Acesso em: 29 de abril de 2024.

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DE CARGA PARA O DIMENSIONAMENTO DE UM DRONE

Divisão Temática

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

Autores: S. H. L. BERTOLDI¹; H. VELASCO²; M. L. DOS SANTOS³; L. M. SEBASTIÃO⁴

Resumo:

O artigo explora o uso de drones em competições estudantis, focando na maximização do desempenho em relação à massa transportada. O objetivo é compartilhar métodos e estratégias para calcular a capacidade de carga de drones em ambientes competitivos, utilizando como parâmetro o drone DaVinci da equipe Vitruvian na competição Drones IFSC Câmpus Florianópolis 2024. A capacidade de carga é definida como a diferença entre o empuxo total gerado pelos rotores e o empuxo necessário para decolagem. A metodologia inicial considerou a calculadora de *thrust* da *Tyto Robotics* e a fórmula de vazão mássica de Nagel, mas devido a limitações, adotou-se o gráfico RPM/Empuxo de Kloet, Wang e Watkins. Mediu-se a massa do drone DaVinci, determinando-se que as hélices devem gerar 12,7 N para mantê-lo pairando. Considerando o controle estável, o empuxo necessário dobra. Para uma carga adicional de 1 kg, o empuxo total necessário seria de 22,5 N, precisando de 4,59 kgf no total. Confirmou-se que o drone pode gerar 1,1 kgf por hélice com base no gráfico RPM/Empuxo. O empuxo total de 4,4 kgf é reduzido para 2,2 kgf para controle seguro, resultando em uma capacidade de carga máxima de 0,905 kg. Conclui-se que a determinação precisa da capacidade de carga é crucial para competições e diversas aplicações, com o método empuxo/RPM sendo uma abordagem eficaz para o drone DaVinci.

Palavras-chave: Drone; Transporte de Carga; Gravidade; Valor.

Introdução

Nos dias atuais, drones têm as mais diversas aplicações. Em diversas delas, alguns modelos mais avançados têm capacidade para transportar volumes expressivos de cargas, como mercadorias, material de pulverização e até mesmo seres humanos em projetos mais sofisticados. Em um contexto específico para este trabalho, trata-se do

¹ Estudante do Curso Técnico Integrado em Eletrônica do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Florianópolis, sergiolummert@gmail.com

² Estudante do curso técnico Integrado em Saneamento do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Florianópolis, heitorhenrique.velasco@gmail.com.

³ Estudante do Curso Técnico Integrado em Eletrônica do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Florianópolis, maria.ls200@aluno.ifsc.edu.br

⁴ Servidor do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Florianópolis, leandro.medeiros@ifsc.edu.br

estudo de drone de competição estudantil, que precisa maximizar o seu desempenho em relação à sua massa para cumprir os objetivos predefinidos.

Para este trabalho, considera-se que capacidade de carga é a quantidade máxima de massa externa ao drone que a aeronave consegue levantar em voo, com manutenção da sua controlabilidade e estabilidade sem prejuízo da segurança da operação. É possível determinar essa variável como a diferença entre o empuxo máximo gerado pelos rotores do drone e o empuxo necessário para que ele decole, entretanto para manter o fator de segurança esse valor é convencionado como o dobro do obtido. De toda forma, o cálculo da sua capacidade de carga se configura como um dos principais parâmetros de projetos de drones.

Este artigo tem como objetivo compartilhar métodos e estratégias para calcular estes valores em um ambiente de competição, pois parte das provas normalmente envolve o alijamento e carregamento de pesos. Os métodos serão testados no drone *DaVinci* construído pela equipe *Vitruvian* para a competição Drones IFSC Câmpus Florianópolis 2024 (CDICF, 2024).

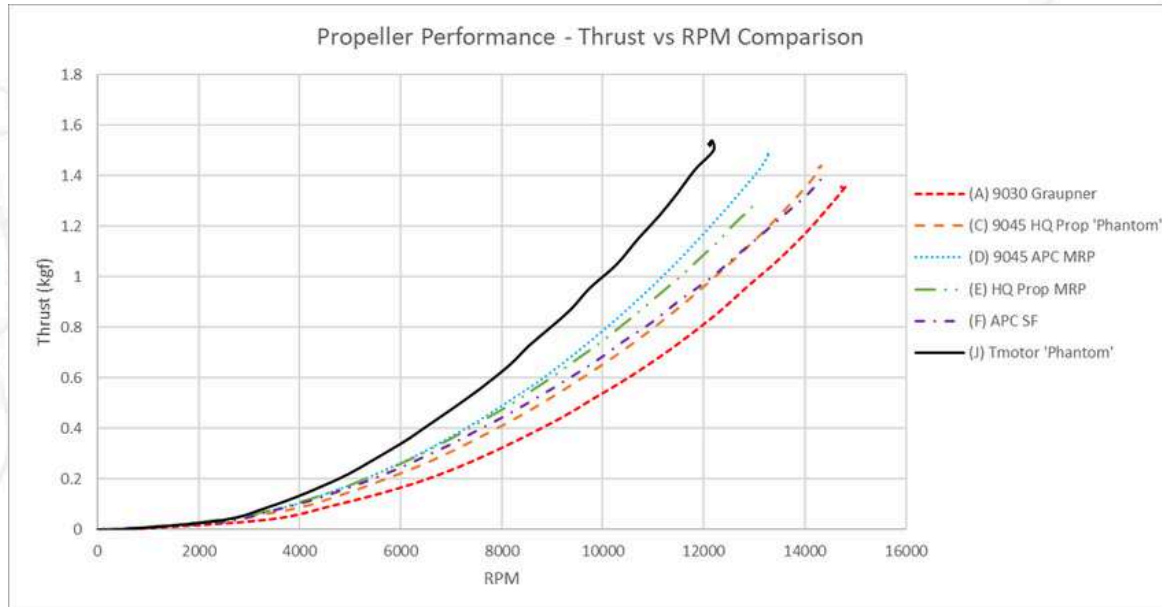
Fundamentação teórica

Para conduzir os trabalhos de dimensionamento da aeronave e especificação da capacidade de carga, o estudo inicial contou com a metodologia da *Tyto Robotics* (2023) que trata da utilização da calculadora de *thrust* a partir de dados que podem ser captados das mais variadas formas para um valor preciso do valor do empuxo de um drone.

Complementarmente, NAGEL L (2023) indica que o método a partir da utilização de uma fórmula utilizando da vazão mássica e a velocidade de entrada e saída do ar por entre as hélices para este dimensionamento.

haja vista a indisponibilidade da calculadora indicado por *Tyto*, bem como a impossibilidade de aplicar o método de NAGEL, a equipe optou por utilizar a metodologia de Kloet, N.(2019), Wang, X.(2019), e Watkins, S.(2019), que trata da utilização de um gráfico RPM/Empuxo onde utilizando os dados de nosso drone conseguimos determinar a capacidade de empuxo que o mesmo consegue obter.

Figura 1 – Gráfico RPM/Thrust (kgf)



Fonte: Kloet, N. & Watkins, S. & Wang, X. (2019). Aeroacoustic investigation of multirotor unmanned aircraft system (UAS) propellers and the effect of support structure.

Procedimentos metodológicos

Estabelecido a capacidade de carga como a diferença entre o empuxo total gerado pelo drone e o empuxo necessário para que ele decole, quando um drone está pairando no ar (sem considerar o vento), o empuxo necessário é igual ao peso do drone, então, determinasse o peso usando a lei da gravitação universal, que diz:

Peso = massa x gravidade (consideramos 9,81)

Então foi medida a massa do drone *DaVinci*, sendo ela 1295g ou 1,295kg, prosseguimos com o cálculo seguinte:

Peso = 1,295 x 9,81 = 12,7 N

Portanto, as hélices do drone precisam gerar 12,7N ou 1,295kgf de empuxo para mantê-lo pairando. Como é um quadróptero, isso significa que cada hélice deve produzir 3,175N ou aproximadamente 0,33kgf de empuxo. Porém este cálculo não contabiliza o fato da pilotagem do drone, pois para obtermos um controle estável é necessário um empuxo maior do que o utilizado para manter o drone pairando, pois este valor apenas contrapõe a aceleração gravitacional, e qualquer outro movimento necessita de um valor

maior. O empuxo necessário para o controle estável de um drone, considerando sua movimentação convencionalmente, é de duas vezes o empuxo necessário para pairar. No caso do drone *DaVinci* com massa de 1,295 kg seria necessário que as hélices causassem um empuxo de aproximadamente 0,66 kgf.

Vamos supor que queremos que nosso drone carregue uma carga adicional além de seu próprio peso. Primeiro, precisamos calcular a massa extra que queremos levantar e garantir que as hélices possam gerar empuxo suficiente, por exemplo, se queremos que nosso drone de 1,295kg carregue uma carga de 1kg, ele pesará 2,295kg no total, e então usamos a mesma fórmula:

$$\text{Peso} = 2,295 \times 9,81 = 22,5\text{N ou } 2,295 \text{ kgf}$$

Portanto, nosso quadróptero precisa gerar 22,5N ou 2,295kgf de empuxo para pairar. Para controle estável, ele precisaria produzir o dobro disso, 4,59kgf no total, o que equivale a 1,15kgf por hélice. Por fim, é preciso confirmar que nosso drone pode gerar 1,15 kgf de empuxo por rotor, o que podemos verificar por vários métodos, o escolhido foi utilizando de um gráfico Rpm/Empuxo utilizando o valor de rpm calculado multiplicando o valor em Kv(no motor de *Davinci*, 1100kv) pela tensão da fonte(No caso do *DaVinci*, 12 volts), sendo obtido o valor de 13200 rpm, colocando esse número no gráfico obtemos um empuxo de aproximadamente 1,1 kgf por hélice.

Resultados e discussões

Somando o empuxo de cada hélice temos que o drone tem um empuxo total de 4,4 kgf, mas para termos um controle estável do drone podemos utilizar por convenção apenas metade deste valor, então temos nosso “empuxo seguro” sendo 2,2 kgf, subtraímos desse valor a massa do drone, o que para o *DaVinci*, seria de 1,295kg, sobrando 0,905kg esta é a capacidade de carga máxima considerando um controle estável do drone, haja vista que nesse caso, o drone não operaria em 50% das RPM dele, pois como demonstrado na figura 1 a relação RPM/Empuxo não é linear.

Considerações finais

A determinação da capacidade de transporte de carga de um drone é essencial em várias aplicações, como destacado neste artigo, que se concentra na maximização do

desempenho. Embora o método apresentado utilize o cálculo empuxo/rpm, há diversas outras abordagens que podem ser exploradas para alcançar esse objetivo. O método detalhado neste artigo oferece uma maneira precisa de determinar a carga que o drone *Da Vinci* pode transportar durante as competições que envolvem o transporte de carga. Este estudo demonstra como é possível obter um valor preciso da massa que o drone pode carregar, o que é crucial para competições bem como para diversas outras áreas de atuação dos drones.

Referências

STAFF, A. **How to Calculate & Measure Propeller Thrust.** Disponível em:
<<https://www.tytorobotics.com/blogs/articles/how-to-calculate-propeller-thrust>>

PECLY DA SILVA, L.; CORDEIRO, C. **Quadricóptero, Aspectos Gerais e Análises da Propulsão Elétrica.** [s.l: s.n.]. Disponível em:
<<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos11/39614431.pdf>>

Kloet, N. & Watkins, S. & Wang, X. (2019). **Aeroacoustic investigation of multicopter unmanned aircraft system (UAS) propellers and the effect of support structure.**

CDICF. **Regulamento da Competição de Drones IFSC Câmpus Florianópolis 2024.** Disponível em:
<https://drive.google.com/file/d/14-Zpn_keK0xSTiHvYBS_luffaR2sKWuS/view>

Desenvolvimento de boas práticas de beneficiamento dos aços utilizados na fabricação de produtos da cutelaria artesanal

Divisão Temática

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

Autores: N. ARAÚJO MIGUEL¹; V. MATOS LEANDRO²; A. CAETANO CESA³; H. W. JAQUES DIAS⁴.

Edital 02/PROPPI/DAE/2023

Resumo:

A cutelaria artesanal é um ramo da metalurgia que vem se destacando muito na economia local do Vale do Araranguá, mas ainda distante das instituições de ensino e pesquisa. Pensando em contribuir com a melhoria deste setor e inseri-lo à comunidade acadêmica do IFSC, este trabalho tem por objetivos avaliar potenciais fontes de melhorias no processo de beneficiamento dos produtos da cutelaria artesanal do Vale do Araranguá. Para atingir esse objetivo aplicou uma metodologia experimental compreendo as seguintes etapas: preparação das amostras de acordo com as normas ABNT para ensaios de dureza e de tenacidade, tratamento térmico, caracterização microestrutural, avaliação da dureza e da tenacidade das amostras beneficiadas na cutelaria e em laboratório. Como principais resultados pode-se destacar a obtenção da microestrutura bainita por meio do tratamento térmico de austêmpera, valores de dureza e tenacidade das amostras beneficiadas em laboratório compatíveis com os valores obtidos nos processos realizados na cutelaria artesanal na ordem de 55 HRC e 20 J respectivamente.

Palavras-chave: cutelaria; microestrutura; propriedades mecânicas; tratamentos térmicos; aços carbono.

Introdução

A metalurgia contemporânea é responsável por avanços significativos no desenvolvimento de ligas de aços atendendo diferentes demandas de setores da indústria, contudo, ainda há setores que operam com base no empirismo. Dentre estes setores, pode-

¹ Estudante do curso Técnico Integrado em Eletromecânica do Instituto de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina / Câmpus Araranguá, natalia.am06@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso Técnico Integrado em Eletromecânica do Instituto de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina / Câmpus Araranguá, vitormatosleandro@hotmail.com.

³ Estudante do curso Técnico Integrado em Eletromecânica do Instituto de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina / Câmpus Araranguá, caeadryan25@gmail.com.

⁴ Professor do Curso de Técnico em Mecânica do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina / Câmpus Araranguá, halleydias@ifsc.edu.br.

se destacar o da cutelaria artesanal, ramo da indústria metalúrgica que se ocupa da fabricação de instrumentos, ferramentas ou utensílios de cortes como por exemplo: facas, e cutelos. Embora estes profissionais tenham grande talento artístico e experiência no beneficiamento de aços destinados a cutelaria, podem encontrar dificuldades na melhoria e inovação de seus processos e produtos devido limitações tecnológicas e científicas. Nesta perspectiva, este trabalho tem por objetivo apresentar os resultados preliminares de uma investigação nos processos de tratamentos térmicos realizados numa cutelaria artesanal da cidade de Sombrio/SC com vistas a medir o desempenho dos produtos fabricados e identificar oportunidades de melhorias nestes processos por meio do ensino e da pesquisa. A partir desta iniciativa, projetos de extensão podem ser elaborados com o intuito de fortalecer parcerias com vistas no desenvolvimento socioeconômico regional.

Fundamentação teórica

Os processos de beneficiamento dos aços, também denominados de tratamentos térmicos, são definidos de acordo com Chiaverini como um conjunto de operações de aquecimento e resfriamento a que são submetidos os aços sob condições controladas de temperatura, tempo, atmosfera e velocidade de resfriamento com a finalidade de alterar as suas propriedades por meio da transformação microestrutural desses materiais^[1]. Tratamentos térmicos (TT) são largamente utilizados tanto no setor industrial como por pesquisadores no ramo metal mecânico com o objetivo de adequar as propriedades dos aços a aplicações específicas e no desenvolvimento de materiais por meio de um rigoroso controle da sua microestrutura^[1]. O TT geralmente utilizados na cutelaria artesanal para aumentar a dureza é a têmpera e o revenimento (T&R), contudo, há TT que podem acarretar propriedades mecânicas superiores às obtidas pela T&R convencionais como por exemplo a austêmpera^[2]. No presente trabalho, optou por confrontar os resultados obtidos na T&R realizada na cutelaria artesanal com relação ao TT de austêmpera em laboratório.

Procedimentos metodológicos

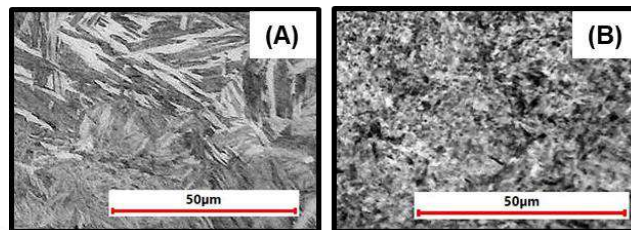
O material adquirido para o desenvolvimento deste trabalho foi uma chapa de aço SAE 1080 do fornecedor Loja do Cuteleiro. A partir desta chapa foram preparadas amostras com as seguintes medidas: 100 mm de comprimento x 10 mm de largura x 5 mm de espessura divididas em lotes de cinco unidades para serem submetidas aos TT. Na cutelaria foi realizada T&R com seguintes parâmetros: (a) têmpera: temperatura de patamar 765°C por 7 minutos e resfriadas em óleo a 90 °C; (b) revenimento: temperatura de 260 °C durante 90 min. No laboratório de materiais do Câmpus Araranguá (LabMat) antes da austêmpera as amostras foram normalizadas a 850 °C durante 10 min seguido de resfriamento ao ar. Na sequência as amostras foram novamente aquecidas a 850 °C durante 20 min e colocadas num banho de sal a 300 °C por um tempo de 80 min, sendo ao final resfriadas ao ar calmo. O sal utilizado foi o AS 140 da marca DURFERRIT.

A metalografia das amostras seguiu procedimento padrão. Para avaliar a dureza, as amostras foram preparadas segundo as normas ABNT 6508-1 e 6507-1. Nos ensaios no durômetro de bancada as amostras foram lixadas até lixa 1200 e em cada face das amostras selecionadas foram realizadas 3 indentações na escala Rockwell C. No microdurômetro digital utilizou-se uma carga de 2 kgf aplicada durante 10 s. A dureza média foi avaliada por meio de dois perfis de dureza, um a 0,5 mm da superfície e outro no centro da face num total de cinco indentações espaçados de 1,6 mm em cada perfil. Por fim, a avaliação da tenacidade foi realizada numa máquina de impacto Charpy modelo JBW 300A I/C do laboratório de materiais do IFSC Câmpus Itajaí utilizando um martelo de 150 Joules de energia nominal. As amostras foram ensaiadas sem o entalhe e cortadas no comprimento recomendado pela norma ABNT 148-3. Excetuando-se o tratamento térmico realizado na cutelaria, todas as demais etapas foram realizadas pelos discentes bolsistas sob a supervisão e orientação do coordenador do projeto.

Resultados e discussões

Na Figura 01 são mostradas as microestruturas obtidas nos TT realizados. O resultado é considerado promissor pois foi possível produzir a microestrutura bainítica no LabMat contrastando com microestrutura martensita revenida produzida na T&R realizada na cutelaria.

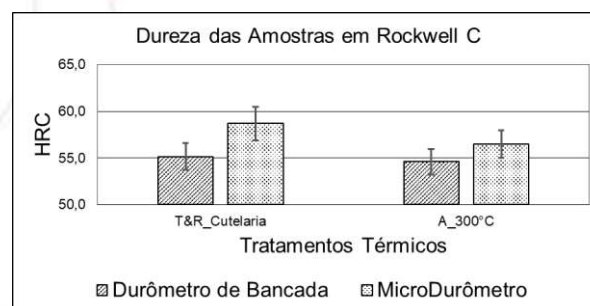
Figura 1 – Microestruturas obtidas por diferentes tratamentos térmicos, (A) bainita; (B) martensita revenida. Utilizou-se reagente nital por 5s.



Fonte: autores

Na figura 2 são apresentados os resultados dos ensaios de dureza obtidos nos dois durômetros. Nas amostras processadas na cutelaria observou-se valor médio de 55 HRC no durômetro de bancada e 58 HRC no microdurômetro. Os resultados obtidos no TT de austêmpera realizada no LabMat foram de 54,6 e 56,5 HRC nos dois durômetros respectivamente. Nota-se que estatisticamente não há evidências de diferenças nas durezas nos TT realizados. Esse é um resultado interessante e alinhado ao objetivo do trabalho de manter o mesmo valor da dureza das amostras processadas no LabMat em relação aos valores obtidos na cutelaria.

Figura 2 – Resultados dos ensaios de dureza obtidos nos dois durômetros do LabMat



Fonte: autores

Os resultados dos ensaios de tenacidade foram os seguintes $16,5 \text{ J} \pm 6,4 \text{ J}$ e $20,87 \text{ J} \pm 7,3 \text{ J}$, para as amostras T&R e austemperadas respectivamente. Como ocorreu com os resultados dos ensaios de dureza, estatisticamente não possível observar diferenças significativas nos valores médios obtidos para a tenacidade. Embora as duas

microestruturas sejam de fato diferentes, as suas propriedades mecânicas são praticamente as mesmas.

Considerações finais

Com relação aos objetivos do presente trabalho foi obtida a microestrutura bainítica por meio do TT de austêmpera que somado ao valor de dureza equivalente ao obtido na cutelaria são resultados exitosos. Contudo, esperava-se na condição austemperada um valor da tenacidade superior ao da condição T&R conforme previsto na literatura. Entretanto, como o projeto de pesquisa ainda está ativo, será realizado de um TT de austêmpera em temperatura mais elevada (+/- 400 °C) no sentido de tentar observar um ganho na tenacidade sem comprometer valor da dureza.

Este trabalho, até momento, contribuiu de modo significativo na ampliação dos conhecimentos e habilidades, na área da ciência e tecnologia dos materiais, dos alunos bolsistas por meio dos experimentos realizados e análise dos seus resultados. A metodologia de pesquisa utilizada foi alicerçada nos conhecimentos da disciplina de tecnologia dos materiais do curso técnico integrado em eletromecânica. Por fim, a parceria iniciada poderá ser ampliada por meio das modalidades de extensão aproximando a instituição a um setor da iniciativa privada.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho recebeu fomento via edital de Chamada pública para apoio a projeto de pesquisa científica e inovação tecnológica do Câmpus Araranguá atendendo ao disposto no Edital Universal de Pesquisa 02/2023 PROPPI.

Referências

- [1] CHIAVERINI, V. **Aços e Ferros Fundidos**, 7ª edição, São Paulo, ABM, 2015.
- [2] HOFFMANN, M., **Curso de Introdução à Cutelaria**, 1ª edição, Brasília, SBC, 2003.

DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO ELETRÔNICO PARA MEDIÇÃO DE RUÍDO INDUSTRIAL USANDO IOT

Divisão Temática

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

Autores: J. LAPORTE¹; F. RATOLA²; A. HAMAD³; R. STARKE⁴; V. NOLL⁵.

CHAMADA 03/2023/PE-IFSC

Resumo:

Um ambiente de trabalho adequado é um dos fatores fundamentais a serem investigados nas empresas. A relação entre as ações empresariais deve priorizar a melhoria do ambiente laboral e o desempenho dos trabalhadores. Entre os principais riscos ambientais que emergem nas indústrias, destaca-se o ruído como um dos mais proeminentes. O projeto visa desenvolver uma plataforma de hardware para coletar dados de ruído em plantas industriais, integrada ao design de uma carcaça funcional. Utilizando os conhecimentos adquiridos em engenharia eletrônica e design de produtos, os objetivos centrais são aprimorar o ambiente laboral e o desempenho dos trabalhadores. Tais investimentos não apenas promovem a saúde dos colaboradores e aumentam a produtividade, mas também beneficiam a indústria como um todo. Este trabalho é uma análise abrangente que aborda desde a concepção do hardware até o design do produto, destacando a importância de um dispositivo funcional, prático e resistente. Os resultados obtidos mostraram a eficácia de um dispositivo robusto e confiável, capaz de medir e transmitir dados de ruído de forma contínua e precisa, com um design que facilita sua utilização e integração em diferentes cenários industriais.

Palavras-chave: Ruído industrial; Internet das Coisas; Design de Hardware; Design de Produto; *Design for Manufacturing and Assembly*.

Introdução

A indústria enfrenta desafios significativos na garantia da segurança, saúde e bem-estar dos trabalhadores, além da otimização dos processos e eficiência energética. Neste contexto, os mapas de ruído surgem como ferramentas essenciais para a gestão ambiental e ocupacional, fornecendo informações cruciais para identificar problemas e implementar

¹ Estudante do curso de Engenharia Eletrônica do IFSC, joao.fl@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso Design de Produto do IFSC, feferatola@gmail.com.

³ Servidor Professor do Departamento Acadêmico de Metal Mecânico do IFSC, aldrwin.hamad@ifsc.edu.br.

⁴ Servidor Professor do Departamento Acadêmico de Eletrônica do IFSC, renan.starke@ifsc.edu.br.

⁵ Servidor Professor do Departamento Acadêmico de Metal Mecânico da IFSC, vnoll@ifsc.edu.br.

medidas de controle adequadas. Esses mapas permitem localizar áreas na planta onde os níveis de ruído excedem os limites permitidos pelas normas de saúde ocupacional.

Para minimizar esses impactos, a busca por soluções para minimizar tais impactos devem ser mais exploradas, principalmente na área do design de produtos e da engenharia eletrônica. Sendo assim, este projeto assume o compromisso de desenvolver uma plataforma de hardware para adquirir dados de ruído em plantas industriais, proporcionando mapas detalhados das fontes sonoras. Isso será combinado com o design de uma carcaça resistente, adaptável e funcional.

Fundamentação teórica

A exposição prolongada ao ruído no ambiente de trabalho pode resultar em diversos danos para os trabalhadores, afetando tanto o desempenho no trabalho quanto a qualidade de vida e saúde geral. Efeitos como perda auditiva, distúrbios do sono, estresse e até doenças cardiovasculares são potenciais consequências (ALMEIDA et al., 2010).

Devido à complexidade do ruído industrial, soluções eficazes exigem uma abordagem integrada que combine hardware avançado e design funcional. O hardware deve ser robusto e preciso, com sensores sensíveis e microcontroladores capazes de análises em tempo real. O design precisa ser adequado para ambientes industriais adversos, garantindo resistência a impactos e umidade.

O desenvolvimento do hardware para monitoramento de ruído industrial utiliza componentes eletrônicos essenciais: um microfone de alta sensibilidade e um microcontrolador. O microfone captura os níveis de ruído, convertendo as ondas sonoras em sinais elétricos, que são processados em tempo real pelo microcontrolador. A escolha do microcontrolador é crucial para garantir a rápida e precisa análise dos dados (QUINTERO; BALASTEGUI; ROMEU, 2019).

Em relação ao design de um produto, é fundamental a utilização da modelagem 3D para criar protótipos impressos em 3D. A prototipagem é um processo de fabricação de peças com qualidade próxima à da produção em série, mas em pequenas quantidades. Ela permite analisar a funcionalidade, identificar áreas de melhoria, fazer testes, além de avaliar o efeito estético do projeto. Esse recurso possibilita explorar ideias rápidas e econômicas.

A impressão 3D, aliada a essa abordagem, facilita o desenvolvimento ágil de novos produtos, sendo particularmente acessível para pequenas empresas (CARDOSO, 2015).

Procedimentos metodológicos

O trabalho foi realizado com base nos conhecimentos adquiridos ao longo do curso de graduação em engenharia eletrônica e design de produtos, em pesquisas bibliográficas, testes de validação e com orientação contínua de professores ao longo de todo o processo de desenvolvimento.

Hardware

A metodologia adotada para o desenvolvimento do hardware de medição de ruído iniciou-se com uma extensa pesquisa bibliográfica, com o objetivo de identificar os modelos dos principais componentes, considerando critérios de precisão na medição, interfaces de comunicação, e capacidade de processamento e armazenamento de dados.

Na etapa subsequente, foram elaborados protótipos preliminares para validar o funcionamento do firmware, utilizando diferentes microcontroladores para testar e selecionar os componentes mais adequados.

Após a validação dos processos de medição e leitura de ruídos, bem como a seleção dos componentes, um novo hardware foi projetado conforme as especificações definidas pela equipe de design, visando facilitar a manutenção do dispositivo e incluir uma interface luminosa intuitiva.

Design

O desenvolvimento do design adotou a metodologia *Design for Manufacturing and Assembly* (DFX) a fim de otimizar o processo de fabricação e montagem, reduzir custos, aumentar a qualidade e melhorar a eficiência do produto.

O processo começou com a coleta de dados essenciais, seguido de uma extensa pesquisa para explorar tecnologias disponíveis no mercado e identificar oportunidades de inovação. Os requisitos foram definidos como um produto robusto, para resistir a impactos

e vibrações, fabricação de poucos componentes, uso de componentes padronizados para reduzir tempo e custo, ser fácil de montar e desmontar para auxiliar na montagem manutenção, ser compacto e leve, facilitando o transporte durante a manutenção e instalação e ter um material resistente a impactos, umidade e poeira, garantindo maior durabilidade.

Tendo essas informações, foram desenvolvidas múltiplas alternativas das quais apenas duas foram selecionadas para serem refinadas, que passaram por diversas impressões e modificações a fim de testar e ajustar os encaixes entre componentes, reduzir quebras e verificar formas mais práticas de impressão. Também foram testados alguns materiais e acabamentos para alcançar o resultado desejado, sendo o ABS escolhido devido ao seu custo acessível, alta resistência a impactos e temperaturas, além de ser isolante elétrico e impermeável quando tratado com acetona (Mais Polímeros).

Simultaneamente, a equipe de design e eletrônica colaborou para otimizar o layout da PCB, garantindo o posicionamento ideal dos componentes para maximizar o desempenho e minimizar interferências.

Resultados e discussões

O protótipo resultante atingiu um hardware eficiente para as medições propostas e um design resistente, prático e seguro, com o menor volume de material e componentes, facilitando manuseio, montagem e fixação. A fabricação é simples, utilizando uma placa de circuito impresso compacta e componentes eletrônicos comuns. O design, viabilizado por impressão 3D, entregou um produto ótimo para testes e com bom acabamento estético. O protótipo final é eficiente, atendendo aos requisitos para uso em ambientes industriais e às necessidades da empresa.

Considerações finais

O projeto foi elaborado com a intenção de se produzir um medidor de ruídos para plantas industriais, essencial para proteger a saúde auditiva dos trabalhadores e assegurar conformidade com normas de segurança ocupacional. A aplicação do medidor permite identificar e resolver problemas de forma preventiva, otimizando recursos e criando um ambiente de trabalho mais seguro, saudável e eficiente.

Os resultados obtidos até agora foram considerados positivos e indicam que o produto atendeu às necessidades da empresa, embora ampliar o método de fabricação utilizado para grandes escalas não seja ideal. No entanto, há espaço para melhorias, especialmente através de pesquisas adicionais e testes complementares para aprimorar o produto final. Portanto, a continuidade e o aprofundamento das pesquisas são essenciais para desenvolver um produto ainda mais refinado e eficaz, capaz de oferecer um nível superior de desempenho e qualidade.

Referências

ALMEIDA, L. S.; FALEIRO, S. A.; GANIME, J. F.; ROBAZZI, M. L. C. C.; VALENZUELA, S. S. O Ruído como um dos Riscos Ocupacionais: Uma Revisão de Literatura. **Enfermaria Global**, 2010. Acesso em: 6 jul. 2024.

CARDOSO, C. B. **Prototipagem: Uma abordagem ao processo de desenvolvimento de um produto**. 2015. Dissertação (Mestrado em design de equipamento) - Faculdade de Belas-Artes, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/29163/2/ULFBA_TES_942.pdf. Acesso em: 6 jul. 2024.

Plástico ABS e suas principais características e aplicações. **Mais Polímeros**. 2018. Disponível em: <https://maispolimeros.com.br/2018/09/24/plastico-abs-e-suas-principais-caracteristicas-e-aplicacoes/#:~:text=O%20ABS%20%C3%A9%20muito%20usado,desgaste%20por%20frit%C3%A7%C3%A3o%3B%20raspagem>. Acesso em: 6 jul. 2024.

QUINTERO, G.; BALASTEGUI, A.; ROMEU, J. **A low-cost noise measurement device for noise mapping based on mobile sampling**. Measurement, v. 148, 2019. 106894. ISSN 0263-2241. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263224119307511>. Acesso em: 7 jul. 2024.

Estimativa De Valores Típicos (DRLs) Em Procedimentos Intervencionistas Realizados Em Um Hospital Público De Florianópolis

Divisão Temática

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

Autores: I. T. COSTA¹; F. R. MAZUIM²; F. A. P. GUITIERREZ³; F. B. RIBEIRO⁴; M. A. SCOPEL⁵; D. C. B. DE SOUZA⁶.

Edital nº 02/2023/PROPPi - Universal

Resumo:

Introdução: A radiologia intervencionista (RI) utiliza equipamentos emissores de radiação para realizar procedimentos minimamente invasivos. Devido à altas doses de radiação e a exposição prolongada dos pacientes, há um risco potencial de efeitos biológicos. Para mitigar esses riscos, a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) recomenda o uso de Níveis de Referência em Diagnóstico (DRLs), em termos de valores típicos, que são valores norteadores que quantificam a dose recebida. **Objetivo:** Estabelecer os valores típicos para um procedimento de RI em um hospital público no Sul do Brasil. **Metodologia:** Por meio de uma coleta de dados foi criado um banco de dados com informações sobre o equipamento, procedimentos e pacientes, coletadas através do sistema PACS do hospital e registros locais. Foram incluídos todos os pacientes maiores de idade que realizaram procedimentos de RI entre novembro de 2023 e abril de 2024. Os dados coletados para compor o estudo foram PKA (Produto Kerma-Área), $K^{a,r}$ (Kerma no Ar no Ponto de Referência de Entrada), tempo total de procedimento, sexo e peso dos pacientes. **Resultados:** Os principais resultados obtidos foram para o sexo masculino e feminino, respectivamente: PKA, 123.05 Gy.cm² e 177.07 Gy.cm², $K^{a,r}$, 644.63 mGy e 861.75 mGy, e um tempo de total de procedimento de 36,33 minutos e 41,8 minutos. Estabelecer DRLs contribuirá com as medidas de proteção radiológica no hospital participante.

Palavras-chave: Proteção Radiológica; Radiologia Intervencionista; Níveis de Referência em Diagnóstico.

Introdução

A Radiologia Intervencionista (RI) é uma especialidade médica que utiliza técnicas minimamente invasivas para diagnóstico e tratamento guiadas por imagens radiológicas. (Roche, 2010). A RI se destaca em áreas onde a visualização dinâmica e em tempo real

¹ Estudante do curso superior de tecnologia em Radiologia do IFSC, isadora.t05@aluno.ifsc.edu.br.

² Mestrando do curso Mestrado Profissional em Proteção Radiológica do IFSC, f_mazuim@hotmail.com.

³ Mestranda do curso Mestrado Profissional em Proteção Radiológica do IFSC, florenciaperez238@gmail.com

⁴ Estudante do curso superior de tecnologia em Radiologia do IFSC, francieli.br@aluno.ifsc.edu.br.

⁵ Docente [DALTEC/ Física] do IFSC, scopel@ifsc.edu.br.

⁶ Docente [DASS/ Proteção Radiológica] do IFSC, daiane.cristini@ifsc.edu.br.

das estruturas anatômicas internas é essencial para o sucesso das intervenções, facilitada pela técnica de fluoroscopia, que oferece imagens contínuas durante os procedimentos, permitindo ajustes precisos e melhorando os resultados clínicos (Mazuim, 2020).

Apesar das vantagens da RI, a alta exposição à radiação ionizante é uma preocupação significativa. A aplicação do princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable* - Tão Baixo Quanto Razoavelmente Exequível) é crucial para minimizar essa exposição tanto para pacientes quanto para profissionais de saúde (IAEA, 2016; CNEN, 2014). Entretanto, normas nacionais e internacionais não estabelecem limites de dose para paciente, mas sim a implementação dos Níveis de Referência em Diagnóstico (DRLs), que ajudam a identificar se as doses entregues durante os procedimentos estão dentro de limites aceitáveis comparados a outros estabelecimentos com tecnologia similar (ICRP, 2017; IAEA, 2023).

No Brasil, há uma lacuna significativa no estabelecimento de DRLs nacionais. Isso contrasta com outros países onde esses valores são mais amplamente estudados e estabelecidos, o que ressalta a necessidade de se desenvolver diretrizes nacionais para otimizar a segurança dos pacientes e padronizar os protocolos de proteção radiológica (Mazuim, 2020).

A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão se dá pelo objetivo do trabalho ser baseado nos princípios de proteção radiológica mostrados e debatidos em sala, gerando resultados a partir das análises de dos dados coletados sobre as doses dos procedimentos, que podem servir de base para a revisão dos protocolos no local parceiro.

Fundamentação teórica

O crescimento da demanda por procedimentos de RI tem sido notável globalmente. Segundo o relatório mais recente do UNSCEAR, entre 2020 e 2021, foram realizados aproximadamente 24 milhões de procedimentos intervencionistas em todo o mundo, representando um aumento significativo em relação aos anos anteriores (UNSCEAR, 2022). Apesar de representar uma porcentagem de 0,8% dos procedimentos radiológicos totais, a RI contribui com 8,0% para a dose coletiva mundial de radiação, ocupando o terceiro lugar no *ranking*, devido à natureza dos procedimentos que frequentemente

exigem um grande número de imagens radiográficas e consequentemente maior uso de radiação ionizante (UNSCEAR, 2022; Melo, 2015).

A pesquisa e o estabelecimento de DRLs são essenciais para gerenciar riscos e garantir a segurança dos pacientes submetidos a esses procedimentos complexos. Quando estimamos esses valores a nível local, em um único serviço, eles são chamados de valores típicos (ICRP, 2017). Com esses valores, é possível que se atualizem protocolos e literaturas a fim de otimizar a dose entregue ao paciente, sempre visando sua segurança sob a visão da proteção radiológica.

Procedimentos metodológicos

A seguinte pesquisa teve uma abordagem prospectiva e quantitativa de natureza aplicada. Os dados da pesquisa foram coletados em um Hospital público de Florianópolis no setor de hemodinâmica. A amostra consistiu em dados de exames de angioplastia de 51 pacientes adultos (36 do sexo masculino e 14 do sexo feminino), sem limite máximo de idade, que passaram por procedimentos de RI entre novembro de 2023 e abril de 2024. Como critério de exclusão, foram retirados pacientes que realizaram mais de um procedimento de RI no mesmo dia. A coleta de dados foi realizada presencialmente por meio de acesso ao sistema virtual *Picture Archiving and Communication System* (PACS) e o livro de registro local. Os dados coletados e utilizados para a análise estatística foram: PKA (Produto Kerma-Área), $K^{a,r}$ (Kerma no Ar no Ponto de Referência de Entrada), tempo total de procedimento, sexo, idade e peso corporal dos pacientes cujos dados de exames foram coletados. O projeto foi aprovado no CEPISH/IFSC sob o parecer nº 6.336.194.

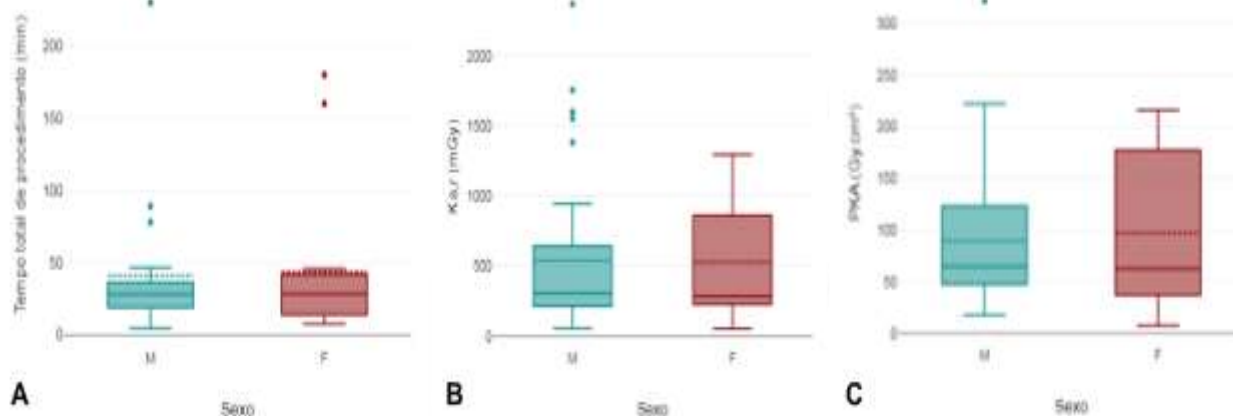
Os dados tabulados foram plotados na ferramenta web *DATAtab*, na qual foram realizadas as análises estatísticas: média, 2º e 3º quartil. Os resultados foram posteriormente apresentados graficamente usando a mesma ferramenta.

Resultados e discussões

Para se estimar os Valores Típicos, adotou-se a utilização do 2º quartil (mediana). Para PKA, obteve-se resultados de 123,05 Gy.cm² para o sexo masculino e 177,07 Gy.cm² para o sexo feminino. Para $K^{a,r}$, obteve-se resultados de 644,63 mGy para homens e

861,75 mGy para mulheres. O tempo 36,33 minutos para o sexo masculino e 41,8 minutos para o sexo feminino (figura 1).

Figura 1 - Valores típicos por sexo. O 3º quartil é apresentado como a linha superior de cada caixa. A - Valores de Tempo total de procedimento, em minutos. B - Valores de $K^{a,r}$, em mGy. C - Valores de PKA, em Gy.cm².



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Comparando com um estudo feito em Minas Gerais (Silva *et al.*, 2023), com uma amostra de 3.350 dados, em que os resultados não foram separados por sexo, o terceiro quartil foi de 102 Gy.cm², podendo-se analisar uma diferença de 121,05 Gy.cm² para homens e 175 Gy.cm² para mulheres. No estudo comparativo, o tempo apresentado foi de 13,3 minutos, observando-se uma diferença de 23,03 minutos para homens e 28,5 minutos para mulheres. Entretanto, o estudo não analisou $K^{a,r}$.

Os valores obtidos mostram que há uma significativa diferença entre a rotina realizada nos respectivos locais, o que abre possibilidades de revisão de protocolos utilizados no local parceiro, porém, a lacuna gerada pela falta de literatura local e nacional dificulta a análise comparativa entre os valores obtidos neste estudo com outros estudos nacionais.

Considerações finais

Pode-se concluir que os objetivos foram realizados, contribuindo para o fomento da produção científica na área de estudo, indissociabilizando o ensino, a pesquisa e a extensão, já que com a estimativa desses valores o serviço participante poderá utilizar os dados obtidos para revisar e otimizar os protocolos realizados no local.

Referência ao fomento recebido

Os pesquisadores agradecem ao IFSC e ao CNPq pelo apoio financeiro e tecnológico por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI) via Edital nº 02/2023/PROPI - Universal.

Referências

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear. **NN 3.01 – Diretrizes básicas de proteção radiológica**. Resolução 164/14, 2014.

ROCHE, A.. Radioprotection du patient en radiologie interventionnelle. **Journal de Radiologie**, [S.L.], v. 91, n. 11, p. 1231-1235, nov. 2010. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0221-0363\(10\)70179-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0221-0363(10)70179-7). Disponível em: www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0221036310701797. Acesso em: 23 jun. 2024

MAZUIM, Fernando Rockembach. **GERENCIAMENTO DE DOSE DECORRENTE DE EXPOSIÇÕES MÉDICAS EM RADIOLOGIA INTERVENCIONISTA**: uma revisão integrativa da literatura. 2020. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Radiologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. Disponível em: repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/1807/TCC_2020_Mazuim_Final_Aprovado.pdf?sequencia=1&isAllowed=y. Acesso em: 23 jun. 2024

MELO, Francisca Assis. A IMPORTÂNCIA DO USO DO DOSÍMETRO NOS PROFISSIONAIS MÉDICOS NO SERVIÇO DE HEMODINÂMICA. **Brazilian Journal Of Radiation Sciences**, [S.L.], v. 3, n. 1, 21 maio 2015. Sociedade Brasileira de Protecao Radiologica - SBPR. <http://dx.doi.org/10.15392/bjrs.v3i1a.58>. Disponível em: www.bjrs.org.br/revista/index.php/REVISTA/article/view/58. Acesso em: 23 jun. 2024

SILVA *et al.*. Estudo comparativo dos níveis de referência em diagnóstico estabelecidos para as grandezas PKA e tempo de fluoroscopia em serviços de radiologia intervencionista localizados no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Física Médica**, [S. l.], v. 17, p. 688, 2023. DOI: 10.29384/rbfm.2023.v17.19849001688. Disponível em: <https://rbfm.org.br/rbfm/article/view/688>. Acesso em: 7 jul. 2024.

IAEA - International Atomic Energy Agency. Radiation Protection of Patients (RPOP). **Diagnostic Reference Levels (DRLs)**. 2023a. Disponível em: www.iaea.org/resources/rpop/health-professionals/radiology/diagnostic-reference-levels>. Acesso em: 23 jun. 2024

IAEA - International Atomic Energy Agency. **Right Dose for Accurate Diagnosis**: Track Radiation Dose to Patients and Use Diagnostic Reference Levels. 2016. Disponível em: www.iaea.org/newscenter/news/right-dose-for-accurate-diagnosis-track-radiation-dose-to-patients-and-use-diagnostic-reference-levels>. Acesso em: 23 jun. 2024

ICRP - International Commission On Radiological Protection. Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. **ICRP Publication 135**. Ann. ICRP 46(1). 2017.

UNSCEAR - United Nations Scientific Committee On The Effects Of Atomic Radiation. **Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2020/2021 Report, Volume I**: Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Scientific Annex A - Evaluation of Medical Exposure to Ionizing Radiation. 2022.

Processo de conversão de uma tomografia computadorizada em um modelo anatômico tridimensional de coluna.

Divisão Temática

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

Autores: J. COSTA¹; M. SAVI²; F. SOARES³; A. NOGUEIRA⁴; C. MEDEIROS⁵.

Resumo:

A conversão de tomografias computadorizadas (TC) em modelos anatômicos tridimensionais (3D) representa uma inovação crucial na medicina, especialmente no planejamento cirúrgico da coluna vertebral. Com avanços na impressão 3D, tornou-se possível criar réplicas precisas das estruturas anatômicas dos pacientes, proporcionando uma visualização detalhada e manipulável que facilita o entendimento pré-operatório das complexidades anatômicas. Este estudo visa descrever o processo de criação desses modelos a partir de imagens de TC, destacando a segmentação das estruturas ósseas e o uso de tecnologia Fused Filament Fabrication (FFF) para impressão em plástico ABS. Os resultados demonstraram que os modelos 3D são capazes de replicar com precisão a anatomia do paciente, oferecendo aos cirurgiões uma ferramenta valiosa para o planejamento cirúrgico mais preciso e seguro.

Os modelos anatômicos impressos em 3D proporcionaram uma melhor compreensão das estruturas complexas da coluna vertebral antes da cirurgia, potencialmente reduzindo o tempo de procedimento e melhorando os resultados clínicos. Essa abordagem não apenas aprimora a prática cirúrgica, mas também enriquece a formação profissional dos envolvidos, preparando-os para enfrentar desafios futuros na área da saúde com conhecimento prático e técnico avançado.

Palavras-chave: Impressão 3D; Coluna Vertebral; Segmentação; Tomografia computadorizada.

Introdução

A conversão de tomografia computadorizada (TC) em modelos anatômicos tridimensionais (3D) é uma inovação significativa na medicina, especialmente no planejamento cirúrgico. Com a impressão 3D, é possível criar réplicas precisas das estruturas anatômicas dos pacientes a partir de imagens de TC, auxiliando os cirurgiões a planejar procedimentos complexos com maior precisão. A relevância deste trabalho reside

¹ Estudante do curso CST Radiologia do IFSC Câmpus Florianópolis, jaqueline.tc06@aluno.ifsc.edu.br.

² Docente [DASS / Radiologia] do IFSC Câmpus Florianópolis, matheus.savi@ifsc.edu.br.

³ Docente [DASS / Radiologia] do IFSC Câmpus Florianópolis, flavio@ifsc.edu.br.

⁴ Estudante do curso CST Radiologia do IFSC Câmpus Florianópolis, ana.pn39@aluno.ifsc.edu.br.

⁵ Docente [DASS / Radiologia] do IFSC Câmpus Florianópolis, carol@ifsc.edu.br

na potencial melhoria da eficácia e segurança das cirurgias, além de contribuir para a educação e treinamento de futuros profissionais da saúde.

Assim, este trabalho visa relatar os processos para a confecção de um modelo anatômico impresso em 3D, por meio a tomografia computadorizada do paciente, para o planejamento cirúrgico de uma coluna vertebral com escoliose. A criação do modelo envolve várias etapas, incluindo a aquisição de imagens de TC, a segmentação dessas imagens para isolar as estruturas anatômicas relevantes, e a posterior impressão.

A confecção deste modelo une os aspectos de ensino, pesquisa e extensão. Durante o desenvolvimento do projeto, os alunos do CST em Radiologia aplicaram os conhecimentos de anatomia na prática, promovendo uma aprendizagem ativa. A pesquisa para buscar melhorias na prática para produzir modelos 3D precisos. A extensão é evidenciada ao fornecer esses modelos para um hospital público da Grande Florianópolis, melhorando a prática médica local e reforçando o compromisso com a integração entre ensino, pesquisa e extensão.

Fundamentação teórica

A utilização de modelos anatômicos impressos em 3D para o planejamento cirúrgico é uma inovação tecnológica que tem ganhado destaque nos últimos anos. A conversão de imagens de tomografia computadorizada (TC) em modelos anatômicos tridimensionais (3D) é um processo que envolve a combinação de várias tecnologias e metodologias. Este processo é utilizado para a criação de réplicas precisas das estruturas anatômicas dos pacientes, proporcionando aos profissionais da saúde uma ferramenta para o planejamento cirúrgico e o treinamento.

A segmentação de imagens é o processo de separar e identificar diferentes estruturas dentro das imagens de TC. Este passo é crítico para a criação de modelos 3D, pois garante que apenas as estruturas anatômicas relevantes sejam incluídas no modelo final. Softwares especializados, como Materialise Mimics e 3D Slicer, são utilizados para este propósito. Rengier et al. (2010) destacam que a segmentação precisa das imagens é essencial para garantir que o modelo 3D represente fielmente a anatomia do paciente, proporcionando uma ferramenta confiável para o planejamento cirúrgico.

A impressão 3D, ou manufatura aditiva, é a tecnologia que permite a materialização dos modelos tridimensionais criados a partir das imagens de TC segmentadas. Dentre as várias técnicas de impressão 3D, a Fused Filament Fabrication (FFF) é uma das mais populares devido à sua acessibilidade e precisão. Materiais como o plástico ABS são frequentemente escolhidos por suas propriedades mecânicas favoráveis e capacidade de detalhamento fino (Ventola, 2014).

Esses modelos permitem uma visualização tangível e manipulável das estruturas anatômicas dos pacientes para que os cirurgiões compreendam melhor as complexidades anatômicas antes da cirurgia, o que pode levar a um planejamento mais eficaz e a uma execução mais precisa dos procedimentos. Estudos mostram que os modelos 3D podem reduzir o tempo de cirurgia, diminuir os riscos de complicações intraoperatórias e melhorar a comunicação dentro da equipe cirúrgica (Wong et al., 2016). Giannopoulos et al. (2016) afirmam que os modelos 3D são particularmente úteis em cirurgias de alta complexidade, como as de coluna vertebral, onde a precisão é crucial.

Embora os benefícios dos modelos anatômicos 3D sejam numerosos, a sua produção enfrenta desafios significativos. A precisão do modelo final depende da qualidade das imagens de TC e da habilidade na segmentação das mesmas. Erros nesses processos podem levar a modelos imprecisos, comprometendo sua utilidade clínica (Lau & Sun, 2018). Além disso, a impressão de modelos complexos pode ser dispendiosa e demorada, o que pode limitar sua aplicação em alguns contextos clínicos (Moglia et al., 2019).

Procedimentos metodológicos

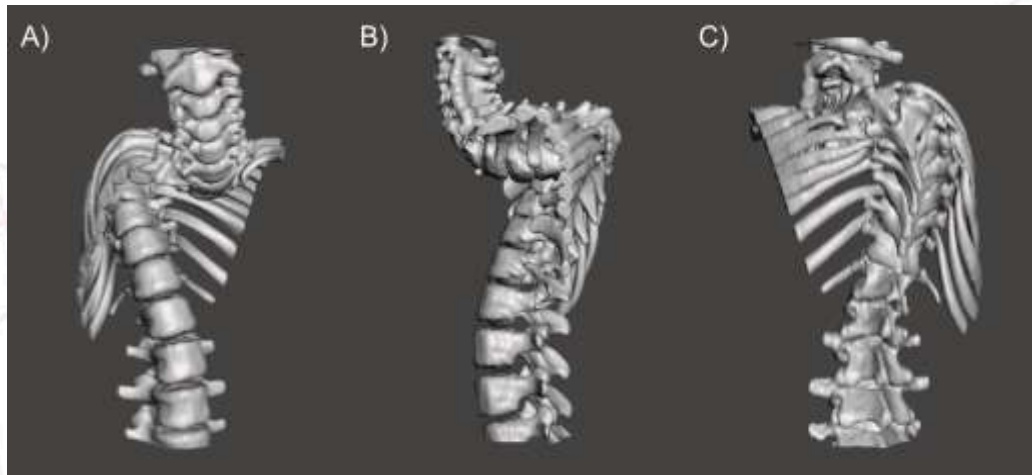
O primeiro passo para o desenvolvimento do modelo é o pedido realizado pela equipe médica para o Laboratório de Manufatura Aditiva em Saúde (LabMAIS), seguido da obtenção da tomografia computadorizada (TC). Os exames de TC foram realizados no setor de radiologia do hospital parceiro.

As imagens de TC foram exportadas em formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) e importadas para um software de segmentação 3D Slicer. Neste software, a segmentação foi realizada manualmente, de forma que os tons de cinza correspondentes ao osso fossem selecionados para compor o modelo ósseo. Esse procedimento resultou na criação de um modelo que replica a anatomia do paciente com precisão.

O modelo digital segmentado foi convertido para o formato STL (StereoLithography). Em seguida o arquivo foi importado para um software de edição 3D, o Meshmixer (Autodesk), onde foram realizadas edições adicionais para corrigir imperfeições e suavizar superfícies. Durante esta etapa, foram adicionados suportes estruturais, para garantir a integridade do modelo durante a impressão, resultando no modelo da figura 1.

A impressão do modelo anatômico foi realizada utilizando impressoras 3D da tecnologia de Fabricação de Filamento Fundido (FFF), com o material ABS. O modelo teve um tempo total de 44:27 horas de impressão para sua conclusão, utilizando um total de 595 gramas de material.

Figura 1 – Modelo anatômico, com vista anterior, lateral e posterior, respectivamente.



Fonte: Autores, 2024.

Resultados e discussões

A conversão da tomografia computadorizada em modelo anatômico foi realizada com sucesso, o modelo resultante replicou com fidelidade a anatomia do paciente. Os benefícios observados com a utilização dos modelos 3D foram significativos. Os cirurgiões relataram uma melhor compreensão das complexidades anatômicas pré-operatórias, o que facilitou o planejamento e execução dos procedimentos.

A aplicação deste modelo para o planejamento cirúrgico da coluna vertebral resultou em melhorias significativas na precisão e eficácia dos procedimentos, facilitando o entendimento das complexidades anatômicas e a identificação de possíveis desafios cirúrgicos.

Considerações finais

Os objetivos deste estudo foram plenamente alcançados, demonstrando que a conversão de imagens de tomografia computadorizada (TC) em modelos anatômicos tridimensionais (3D) proporciona benefícios substanciais para o planejamento cirúrgico. Os modelos 3D desenvolvidos permitiram uma visualização detalhada e manipulável da anatomia do paciente, auxiliando os cirurgiões na preparação e execução dos procedimentos com maior precisão e segurança.

A atividade teve uma contribuição significativa na formação profissional dos envolvidos, especialmente para os estudantes do curso superior de Tecnólogo em Radiologia. Eles participaram ativamente de todas as etapas do projeto. Essa experiência

prática foi enriquecedora, proporcionando um entendimento da tecnologia de impressão 3D e suas aplicações na área médica.

Os esforços para materializar a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão foram exitosos. O projeto integrou esses três pilares de maneira coesa, promovendo a aplicação prática de conhecimentos teóricos, contribuindo para a pesquisa científica e atendendo às necessidades da comunidade médica. A equipe envolvida vislumbra a continuidade desse princípio em atividades futuras, com a perspectiva de expandir as colaborações e aprofundar a integração entre as áreas acadêmica e prática.

Referências

- Giannopoulos, A. A., Steigner, M. L., George, E., Barile, M., Hunsaker, A. R., Rybicki, F. J., & Mitsouras, D. (2016). Cardiothoracic applications of 3-dimensional printing. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 9(12), 1380-1402.
- Lau, I., & Sun, Z. (2018). Three-dimensional printing in congenital heart disease: A systematic review. *Journal of Medical Radiation Sciences*, 65(3), 226-236.
- Moglia, A., Di Franco, G. & Morelli, L. Use of 3D models for planning, simulation, and training in vascular surgery. *Updates Surg* 71, 185–186 (2019). <https://doi.org/10.1007/s13304-019-00636-1>
- 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. L. (2014). Medical applications for 3D printing: Current and projected uses. *Pharmacy and Therapeutics*, 39(10), 704-711.
- Wong, K. C. (2016). 3D-printed patient-specific applications in orthopedics. *Orthopedic Research and Reviews*, 8, 57–66. <https://doi.org/10.2147/ORR.S99614>

Construção e programação de robôs utilizando Arduino

Divisão Temática

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

**Autores: V.Z. SOUZA¹; A.A. LUCIETTO²; M. V. COSTA³; R.L. BERGAMO⁴;
M.DEBARBA⁵; G. V. RUTZ⁶**

Proppi Universal

Resumo:

A robótica com viés pedagógico é uma estratégia bastante motivadora e permite construir e programar protótipos simples em que é possível aplicar conhecimentos articulados entre ensino, pesquisa e extensão. Neste contexto, este texto tem como objetivo apresentar alguns resultados do trabalho desenvolvido pelos bolsistas do edital 02/2023/PROPPI-UNIVERSAL, que uniram os conhecimentos adquiridos nas unidades curriculares do curso, aos conhecimentos científicos desenvolvidos com a pesquisa, criando e programando robôs utilizando a plataforma Arduino. A metodologia é baseada na construção de projetos básicos para a familiarização com eletrônica e programação, progredindo para modelos mais avançados, resultando em um robô para competição em torneio de robótica e um robô para demonstração em feiras e atividades de extensão. Além dos resultados práticos obtidos com a construção dos protótipos, destacam-se as habilidades na manipulação de hardware e software, desenvolvidas pelos bolsistas.

Palavras-chave: arduino; robótica; projetos práticos; impressão 3D.

Introdução

A robótica é uma área de crescimento, importância e relevância no cenário atual, impactando diversas indústrias e setores da sociedade. Apresenta-se aqui alguns resultados da pesquisa desenvolvida pelos bolsistas do edital 02/2023/PROPPI-UNIVERSAL, e a expansão do entendimento teórico (adquirido em

¹ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC, Câmpus Chapecó, vitor.zs2004@aluno.ifsc.edu.br

² Estudante do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do IFSC, Câmpus Chapecó, angelolucietto@gmail.com

³ Prof. Me. Área de Informática, marcos.virgilio@ifsc.edu.br

⁴ Prof. Me. Área de Mecânica, renatobergamo@ifsc.edu.br

⁵ Prof. Esp. Área de Informática, miguel.debarba@ifsc.edu.br

⁶ Prof. Dra. Área de Matemática, grazielli.vassoler@ifsc.edu.br

atividades de ensino) e também a aplicação da robótica em atividades práticas (aplicando os conhecimentos à pesquisa e extensão).

Os objetivos deste trabalho incluem a criação e programação de robôs simples e complexos utilizando a plataforma Arduino, proporcionando aos bolsistas a experiência prática necessária para solidificar o conhecimento teórico adquirido nos cursos do IFSC, Câmpus Chapecó.

Fundamentação teórica

A integração de robótica educacional e novas tecnologias como o Arduino tem mostrado um potencial promissor na melhoria do processo de ensino-aprendizagem. (D'ABREU, 2014). Estudos exploram o uso de storytelling, impressão 3D com materiais recicláveis e o desenvolvimento de ambientes de programação como o ArduAlg. Essas abordagens não apenas promovem a sustentabilidade e inclusão, mas também tornam a robótica uma ferramenta educativa acessível e eficaz. (DE JESUS, 2014).

Com relação ao ensino e pesquisa sobre robótica educacional em públicos de graduação, destaca-se o trabalho de Menezes *et. al* (2014). Os autores relatam que conhecimentos em robótica, por estudantes da Ciência da Computação e Engenharia Elétrica, despertam o interesse tanto na parte teórica, como nas simulações e montagem física dos robôs.

Procedimentos metodológicos

As atividades iniciaram com encontros e discussões para realizar uma análise preliminar do conhecimento dos bolsistas sobre o tema. Em seguida, foram realizadas leituras e apresentação de seminários, sobre robótica e investigações de projetos existentes na região que se relacionam com esta área de estudo.

Após essa fase inicial de pesquisa, os bolsistas iniciaram experimentos práticos, com o auxílio de docentes da área, concentrando-se na criação e programação de robôs utilizando a plataforma Arduino. Inicialmente, os projetos eram simples, mas gradualmente evoluíram para projetos mais complexos.

Para a criação dos protótipos definiram-se quatro etapas, que são apresentadas no

Quadro 1.

Quadro 1 - Etapas de criação dos protótipos

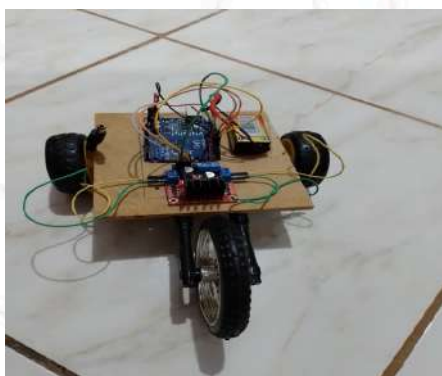
1ª) Definição dos objetivos do robô;
2ª) Escolha e planejamento do tipo e função do robô;
3ª) Execução;
4ª) Verificação e validação do código e alterações conforme necessidade;

Utilizando as etapas pré-definidas, apresenta-se a seguir os resultados obtidos para a construção e programação dos robôs.

Resultados e discussões

A Figura 1 apresenta informações sobre a construção do primeiro robô, com características mais simples. Observa-se que o objetivo de familiarizar os bolsistas com a programação básica do Arduino foi alcançado.

Figura 1 - Imagem do primeiro robô e materiais utilizados



Materiais Utilizados

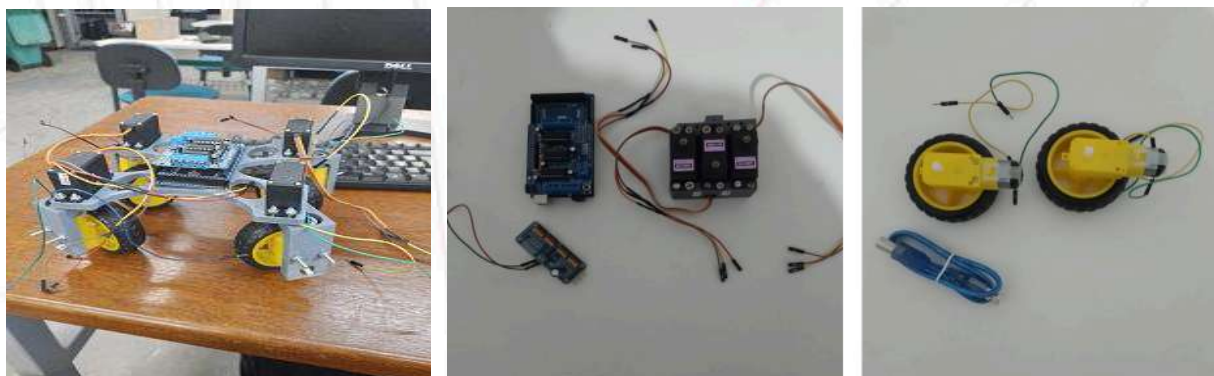
- Placa arduino Uno
- Módulo Shield Driver Motor Ponte H - L298M
- 02x motores DC 3-6V
- 02x rodas principais para arduino
- 01x roda de apoio (Retirado de um brinquedo antigo)
- Bateria 9V + Conector clip
- 06x jumpers macho-macho
- 04x jumpers macho-fêmea
- Cabo USB para arduino
- Chapa de madeira

Fonte: Autoria própria.

Em seguida, apresentam-se os robôs com características e programações mais complexas: um para competições de robótica na modalidade de combate e outro para demonstração em feiras de ciências e atividades de extensão.

A Figura 2 apresenta algumas peças, bem como o robô que será utilizado para a demonstração. O modelo escolhido tem características apropriadas para esta finalidade. Trata-se de um robô autônomo, cujas peças para construção foram reutilizadas de outros projetos institucionais e algumas obtidas com impressão em 3D. Optou-se por utilizar baterias separadas para cada componente, cujos modelos requerem menor voltagem.

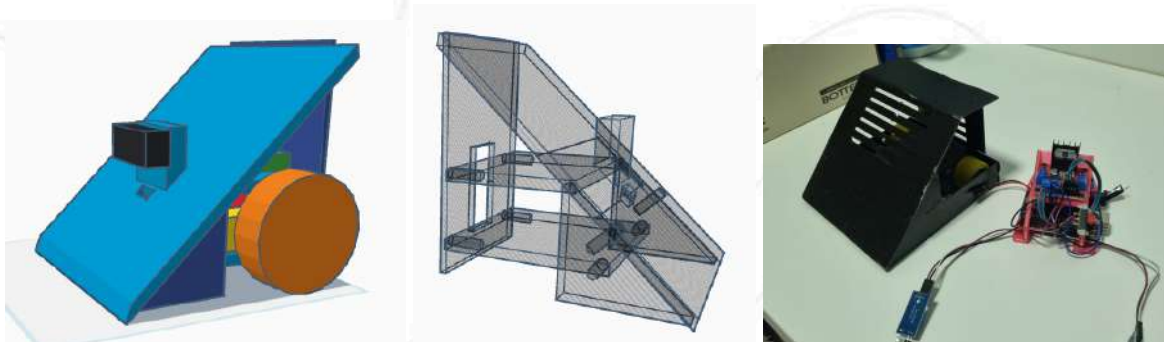
Figura 2 - Robô de demonstração (desenvolvido)



Fonte: Autoria própria.

A Figura 3 apresenta a modelagem do robô com objetivo de participar de competições de robótica em modalidades de estilo combate. Confeccionado em aço, no estilo rampa, com proteção lateral e dois níveis de chapas, para posicionamento dos componentes eletrônicos.

Figura 3 - Robô rampa para competições e modalidade de combate



Fonte: Autoria própria.

Esta escolha se deu pela observação, na participação de competições de robótica, de que este tipo de robô possui excelente desempenho, quando comparado aos de Lego.

Considerações finais

Através da realização deste projeto, pode-se observar melhorias significativas na compreensão, pelos bolsistas, dos conceitos de eletrônica e programação. As atividades contribuíram para a formação acadêmica, despertando maior pró-atividade, criatividade e desenvolvimento. Os resultados foram alcançados, uma vez que foram construídos e programados robôs simples e complexos. Institucionalmente, este projeto contribuiu para difundir os conhecimentos de robótica com intuito pedagógico, mostrando como os conhecimentos dos cursos frequentados pelos bolsistas vão ao encontro de projetos práticos na área de robótica.

Referência ao fomento recebido

O primeiro autor é bolsista PIBIC-Af/CNPq, o segundo autor é bolsista PIPCIT/IF-SC. Os autores agradecem pelo apoio financeiro recebido para a execução do projeto por meio do edital 02/2023/PROPI - UNIVERSAL.

Referências

- D'ABREU, João Vilhete Viegas. Robótica pedagógica: Percurso e perspectivas. In: **V Workshop de Robótica Educacional–WRE**. 2014. p. 79-83.
- DE JESUS, Ângelo Magno e outros. ArduAlg: Ambiente de Programação Fácil para Robótica na Plataforma Arduino. Em: **V WORKSHOP DE ROBÓTICA EDUCACIONAL** . pág. 29.
- MENEZES, Matheus Chaves; DE AZEVEDO KANEHISA, Rodrigo Fumihito; DE OLIVEIRA, Alexandre César Muniz. Ensino tutorial de robótica em Ciência da Computação e Engenharia Elétrica. Em: **V WORKSHOP DE ROBÓTICA EDUCACIONAL** . 2014. pág. 67.

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE TOKENIZAÇÃO PARA INCENTIVO A ARTES E ESPORTES

Divisão Temática

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

Autores: J. MUSSÓI GARCIA¹; V. DAL BEM²; J. HENRIQUE PRIM³; G. DE MELO RODRIGUES⁴

Edital de fomento do trabalho: FINANCIAMENTO INTERNO (2024_PROEX 04 - Edital de Câmpus_SLO)

Resumo:

Esta proposta visa contribuir com as ações de promoção à cultura e esportes do Coletivo de Eventos Nova Arte que possui integrantes de São Lourenço do Oeste, Chapecó e outras cidades da região, e não tem fins lucrativos. Por integrar arte, cultura, esportes e tecnologia, diversas ações deste grupo dependem de sistemas computacionais, gerando demanda de pessoas que possam contribuir com o desenvolvimento destes sistemas. O objetivo geral desta proposta é aproximar pelo menos um(a) estudante do curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas a esta entidade, de forma que este(a) discente contribua com o desenvolvimento de uma plataforma de gestão de tokens (tecnologia que permite, dentre outras funcionalidades, determinar propriedade de obras artísticas ou acúmulo de créditos virtuais para engajamento de público).

Palavras-chave: cultura; esportes; sistemas; tecnologia; tokens.

Introdução

Segundo (LÓSSIO, 2007) “As esferas do desenvolvimento local englobam: religião, cultura, política, economia, saúde, atitudes, lazer, educação entre outros”. Dessa forma, iniciativas que apoiem cultura, saúde, lazer e educação podem ser consideradas contribuições para o desenvolvimento regional. Associadas a iniciativas culturais ou esportivas, cada vez mais encontram-se sistemas informatizados que permitam

¹ Servidor DEPE/ Docente do IFSC, jonas.mussoi@ifsc.edu.br.

² Servidor DEPE/ Docente do IFSC, vinicius.bem@ifsc.edu.br.

³ Egresso do curso Técnico em Informática para Internet do IFSC Câmpus São Lourenço do Oeste, joaohenriqueprim@gmail.com.

⁴ Estudante do curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas do IFSC Câmpus São Lourenço do Oeste, rodriguesg0396@gmail.com.

negociações (por exemplo de bens artísticos) ou engajamento por técnicas de gamificação (com tarefas associadas a prêmios), sendo atualmente a tecnologia de blockchains e tokens a mais adequada para estes fins, conforme afirma (MENDONÇA, 2022): “Dentre os diversos domínios possíveis de uso das blockchains, destaca-se atualmente o domínio dos tokens, no qual o uso de aplicações específicas deste domínio visa agregar forma de garantia de posse e representação de bens”. A presente proposta contempla este casamento entre cultura e tecnologia, surgindo através de uma demanda da comunidade externa, representada por um coletivo cultural regional (Coletivo de Eventos Nova Arte), que já possui diversas iniciativas de apoio a cultura e esporte, tanto em realização quanto planejadas para o futuro, e que vê no IFSC um parceiro para a integração da tecnologia a estas iniciativas. Neste sentido, o campus é capaz de atender a esta demanda através do envolvimento de discentes do curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, cuja base de conhecimento seria reforçada e expandida, cumprindo com nosso objetivo de uma formação mais ampla aos estudantes enquanto simultaneamente propicia benefícios à comunidade externa.

O objetivo geral deste projeto é que o discente bolsista contribua diretamente com o planejamento e desenvolvimento de um sistema web, mais especificamente uma plataforma de tokenização, que se integre às demais iniciativas do Coletivo de Eventos Nova Arte da região, realizando treinamentos e atividades de programação tanto de forma remota quanto in-loco no espaço ocupado por este grupo na incubadora de empresas municipal. Como objetivos específicos a serem alcançados principalmente pelo discente podemos listar 1) receber da instituição parceira capacitação em programação direcionada a blockchains 2) desenvolvimento do módulo de logins da plataforma 3) desenvolvimento do módulo de gestão de carteiras em custódia 4) desenvolvimento do módulo de coleta de tokens 4) desenvolvimento do módulo de edição de avatares 5) participação no SEPEI (Seminário de Ensino Pesquisa e Extensão) do IFSC 6) Participação no evento a ser realizado em agosto pela instituição parceira no Centro de Eventos da cidade 7) Contribuir com as iniciativas de divulgação nas redes sociais.

A relação com ensino se dá diretamente, uma vez que o(a) estudante utilizará os conhecimentos de programação adquiridos no curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas para atender a uma demanda da comunidade externa, além de precisar capacitar-se em tópicos adicionais não trabalhados em aula, dessa forma tanto

reforçando o que já foi aprendido quanto expandindo as habilidades/conhecimentos deste(a) discente. Já a relação com pesquisa se dará mais na forma de consumo e não de produção, evidenciando-se principalmente durante as capacitações que o(a) estudante receberá, quando irá apropriar-se do estado-da-arte em pesquisa de algoritmos relacionados a programação em blockchains.

Fundamentação teórica

A interseção entre cultura, esporte e tecnologia promove uma nova dinâmica de desenvolvimento local, conforme destacado por Lossio (2007). Iniciativas que abraçam esses pilares não apenas enriquecem a identidade regional, mas também impulsionam a economia e o bem-estar social. Como Mendonça (2022) enfatiza, os tokens representam uma ferramenta essencial para garantir a propriedade de bens culturais e engajar o público por meio de estratégias de gamificação. Assim sendo, embasamos teoricamente a união entre a expertise técnica dos estudantes do curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas do IFSC e visão às necessidades do Coletivo de Eventos Nova Arte, visto que o projeto busca não apenas criar uma plataforma tecnológica, mas também fortalecer os laços entre educação, cultura e desenvolvimento regional, além de introduzir os estudantes ao universo das blockchains e tokens, de forma a enriquecer o aprendizado dos discentes.

Procedimentos metodológicos

A metodologia consiste primordialmente de tarefas de planejamento e desenvolvimento de uma plataforma web. Estas tarefas seriam realizadas pelo(a) discente bolsista, em horário a combinar durante todas as semanas da execução do projeto, sob orientação direta do Coletivo de Eventos Nova Arte, remotamente e/ou inserido(a) na incubadora de empresas municipal (onde este grupo possui um espaço) de forma que o produto gerado seja aplicado para benefício geral da comunidade em apoio a iniciativas artísticas e esportivas, sem fins lucrativos. A plataforma a ser desenvolvida deverá permitir interação entre esportistas que utilizem espaços públicos (por exemplo pistas de skate) e instituições apoiadoras como patrocinadores ou associações de esporte. Essa

interação se daria através da ciência de dados, onde as instituições apoiadoras poderiam monitorar aspectos dos esportistas, como frequência de treinos, e oferecer benefícios/brindes aos esportistas de destaque. Outra funcionalidade desejada seria a gestão de propriedades artísticas no formato NFT e das carteiras virtuais necessárias para esta funcionalidade. Além das tarefas principais de desenvolvimento de software, o(a) bolsista também deverá participar dos eventos de divulgação decorrentes desta ação, como SEPEI, e de campanhas virtuais de divulgação.

Resultados e discussões

É esperado um crescimento pessoal do estudante, tanto no viés técnico devido às práticas de programação e de comunicação planejadas, quanto no sentido cultural ao estar em contato com uma entidade composta por um coletivo de artistas. Outro resultado esperado é a agregação de valor a esta entidade parceira, no formato do produto que será desenvolvido (o sistema web), e consequentes estreitamento de laços com IFSC e maior eficiência nas suas atividades de promoção à cultura e esportes, o que representaria um benefício direto à comunidade regional.

Considerações finais

O projeto ainda está em fase de execução, tendo iniciado no mês de junho de 2024 e com previsão de encerramento em dezembro de 2024. O estudante bolsista está auxiliando no desenvolvimento do sistema junto ao estudante egresso, inclusive aplicando conhecimentos adquiridos em sala de aula e tirando dúvidas com os docentes do curso e tem mostrado resultados promissores. O estudante bolsista e o aluno egresso também participaram de outros eventos onde o projeto foi apresentado, como por exemplo a INVENTUM 2024 realizada no município de Pato Branco no Paraná.

Referência ao fomento recebido

O projeto foi contemplado pelo edital de FINANCIAMENTO INTERNO (2024_PROEX 04 - Edital de Câmpus_SLO) que fornece auxílio financeiro ao estudante e auxílio financeiro ao servidor para financiamento de materiais.

Referências

LÓSSIO, Rúbia Aurenívea Ribeiro; PEREIRA, Cesar de Mendonça. A importância da valorização da cultura popular para o desenvolvimento local. III ENECULT–Encontro de Estudos Multidisciplinares em Cultura, v. 23, 2007.

MENDONÇA, Ronan D. et al. Tokens Não Fungíveis (NFTs): Conceitos, Aplicações e Desafios. Sociedade Brasileira de Computação, 2022.

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE DIFERENTES PREENCHIMENTOS EM CORPOS DE PROVA DE IMPRESSÃO 3D COM FILAMENTO POLI-ÁCIDO LÁTICO

Divisão Temática

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

Autores: DACAS, F.P.¹; DAMACENO, G.A.²; OLIVEIRA, D.C.³; PASINI, M.R.⁴;

Resumo:

A impressão 3D, destacando-se desde os anos 80, encontra aplicações diversas na medicina, engenharia e educação. A técnica Fused Deposition Modeling (FDM) utiliza filamento aquecido e extrusado, com o poli-ácido láctico (PLA) como material popular devido à sua acessibilidade e propriedades adequadas para impressão. As comunidades maker e o setor educacional impulsionam a demanda por produtos FDM. A produção de PLA cresce anualmente devido à sua fácil impressão, baixa temperatura de extrusão, baixo custo e baixa toxicidade. As propriedades mecânicas do PLA variam com sua composição química e temperatura de processamento, essenciais para determinar suas aplicações. Estudos revelam variações significativas nas propriedades mecânicas dos corpos de prova impressos, influenciadas pelos parâmetros de impressão. Os testes de tração realizados mostraram que o padrão concêntrico apresentou maior resistência e ductilidade, enquanto o padrão cúbico teve os menores valores. Estes resultados são consistentes com a literatura, embora mais estudos sejam necessários para entender as variações nos corpos de prova.

Palavras-chave: Impressão 3D, FDM, PLA, Parâmetros, Tração.

Introdução

O processo de impressão 3D, introduzido nas manufaturas aditivas na década de 1980, tem ganhado relevância graças aos avanços tecnológicos e à sua aplicação em diversas áreas (de Assis, 2018). Esta tecnologia é amplamente utilizada na medicina, engenharia e educação, adaptando-se conforme a necessidade. A impressão 3D, com a técnica de Fused Deposition Modeling (FDM), funde o filamento sólido ao passar por um bico extrusor aquecido (Bolelli e Lebrão, 2019). O material varia conforme a aplicação,

¹ Servidor Luzerna/Técnico de Laboratório do Instituto Federal Catarinense, fernando.dacas@ifc.edu.br

² Estudante do curso Bacharelado em Engenharia Mecânica do Instituto Federal Catarinense, gustavo.damaceno@ifc.edu.br

³ Estudante do curso Bacharelado em Engenharia Mecânica do Instituto Federal Catarinense, daniboy7979@gmail.com

⁴ Servidor Luzerna/Técnico de Laboratório do Instituto Federal Catarinense, mateus.pasini@ifc.edu.br

mas o poli-ácido láctico (PLA) é popular entre as comunidades maker por ser acessível e adequado para FDM (Tanikella, Wittbrodt e Pearce, 2019).

O crescimento dessas comunidades no meio educacional, junto à maior acessibilidade às tecnologias de impressão 3D, aumentou a demanda por produtos fabricados pela técnica FDM, abrangendo tanto a educação quanto a solução de problemas em diversas áreas (Santos e Andrade, 2020). Oliveira e Borges (2020) afirmam que a produção de PLA cresce anualmente entre 10 a 15% devido às suas várias aplicações. Khan et al. (2018) e Andronov et al. (2023) atribuem o aumento do uso de PLA à facilidade de impressão, baixa temperatura de extrusão, baixo custo e baixa toxicidade.

Fundamentação Teórica

As propriedades mecânicas do PLA variam conforme suas características químicas e a temperatura de processamento (Madhavan *et al.*, 2010; Ghosh *et al.*, 2010, *apud* Branco *et al.*, 2021). Estas variações são cruciais para determinar sua aplicação em diferentes contextos.

De acordo com o estudo de Alves *et al.* (2021), a força máxima de tração dos corpos de prova impressos atingiu 1051,12 N, com deformação máxima de 2,20 mm para esta amostra, sendo diferente para os demais padrões testados, o que não evidencia um padrão entre cada corpo de prova, podendo ser variado conforme os diferentes parâmetros utilizados.

Portanto, o estudo objetiva verificar a coerência ou discrepância entre os valores em diferentes estudos, visando submeter os corpos de prova ao ensaio de tração e comparando os resultados com a literatura disponível.

Procedimentos Metodológicos

A metodologia foi dividida em duas etapas principais: a definição dos parâmetros de impressão e a fabricação dos corpos de prova.

Os corpos de prova foram dimensionados conforme a norma ASTM D638/I, que define as dimensões e tolerâncias para o ensaio em plásticos rígidos.

O padrão das amostras foram desenhadas utilizando o software *Autodesk Inventor Professional 2024* e exportadas para o fatiador *Ultimaker Cura*, sendo impressos na

impressora 3D *Creality* CR-10S Pro V2.

Os parâmetros de impressão foram classificados em preenchimento e temperatura de extrusão.

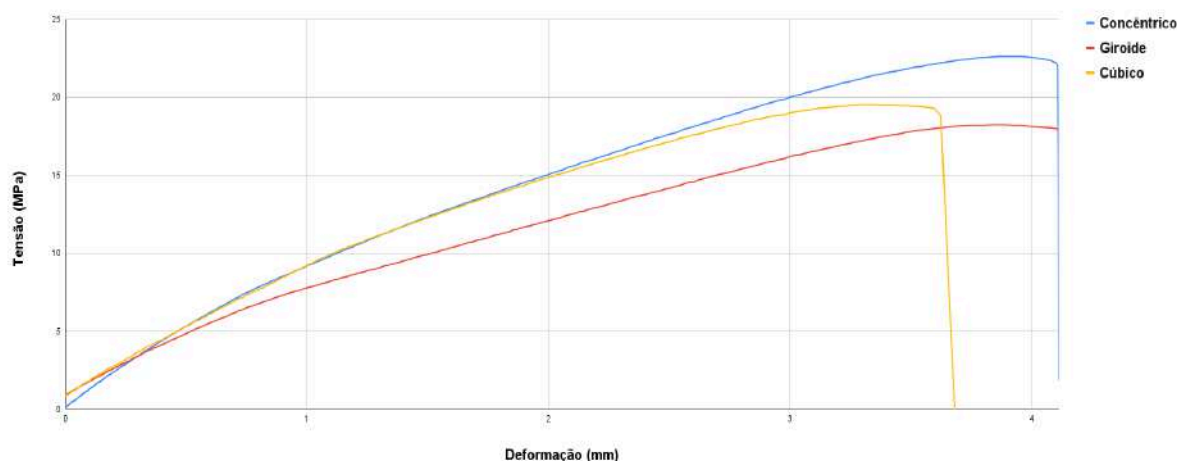
Desta forma, definiu-se os padrões concêntrico, cúbico e giroide para impressão, todos em densidade padrão de preenchimento, sendo 20%, e em temperatura de extrusão de 200° C. Esta combinação resultou em três corpos de prova, que, para um experimento e comparação inicial, não foram replicados.

As amostras foram tracionadas na máquina universal de ensaios EMiC, e com os dados obtidos é possível verificar o comportamento de cada corpo de prova bem como características mecânicas.

Resultados e Discussões

Na Figura 01, apresentamos o gráfico de Tensão x Deformação das amostras ensaiadas.

Figura 01. Gráfico tensão x deformação a partir de dados obtidos no ensaio de tração



Fonte: Autores

O corpo de prova com padrão concêntrico exigiu a maior força para ruptura (2059,6 N) e apresentou a maior deformação (4,11 mm). O padrão cúbico mostrou força de ruptura inferior ao giroide (1804,9 N versus 1710,6 N), mas deformou menos (3,48 mm). Comparando com o estudo de Alves et al. (2021), nossos corpos de prova suportaram

maiores tensões de ruptura, mas as deformações foram semelhantes. Ambos os estudos confirmam que os corpos de prova que suportam maiores cargas também apresentam maiores deformações.

Os resultados indicam que o padrão concêntrico possui maior rigidez e resistência à tração. O padrão cúbico, com menor rigidez e deformação, apresentou ruptura precoce em relação aos outros padrões testados.

Considerações Finais

Neste estudo, verificamos a resistência à tração de diferentes padrões de preenchimento em corpos de prova impressos em filamento de Poli-Ácido Lático (PLA). Os ensaios mostraram fraturas frágeis, sem estrição e baixa ductilidade. Houve diferenças nos resultados para os três padrões de preenchimento, coerentes com a literatura, indicando que os parâmetros de impressão influenciam a resistência mecânica das peças.

No entanto, é necessário aprofundar o estudo dos filamentos e corpos de prova para determinar com precisão as causas das variações observadas, conforme a literatura que aponta a falta de materiais disponíveis com ensaios e testes específicos para este filamento.

Referências

ANDRONOV, V. et al. Overview and Comparison of PLA Filaments Commercially Available in Europe for FFF Technology. *Polymers*, v. 15, n. 14, p. 3065, 17 jul. 2023.

BOLELLI, Raquel Meirelles; LEBRÃO, Guilherme Wolf. Avaliação das propriedades de material produzido por FDM em impressora 3D. In: 19º Congresso Nacional de Iniciação Científica. São Paulo. 2019.

CASTELO BRANCO, R. R. et al. Caracterização da performance do material Polilático (PLA) manufaturado pela tecnologia de Modelagem de Fusão e Deposição (FDM). Research, Society and Development, v. 10, n. 8, p. e44210817348, 15 jul. 2021.

DE ASSIS, Marley Alisson Perdigão. Impressão 3D, modelos de negócios e os novos cenários para a propriedade intelectual. 2018.

DE OLIVEIRA, Ana Carolina Salgado; BORGES, Soraia Vilela. Poli (ácido láctico) aplicado para embalagens de alimentos: uma revisão. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2020.

KHAN, K. Y.; GAUCHIA, L.; PEARCE, J. M. Self-sufficiency of 3-D printers: utilizing stand-alone solar photovoltaic power systems. Renewables: Wind, Water, and Solar, v. 5, n. 1, p. 5, dez. 2018.

MADHAVAN NAMPOOTHIRI, K.; NAIR, N. R.; JOHN, R. P. An overview of the recent developments in polylactide (PLA) research. Bioresource Technology, v. 101, n. 22, p. 8493–8501, nov. 2010.

TANIKELLA, N. G.; WITTBRODT, B.; PEARCE, J. M. Tensile strength of commercial polymer materials for fused filament fabrication 3D printing. Additive Manufacturing, v. 15, p. 40–47, maio 2017.

TARSSO GOMES SANTOS, J.; FERREIRA DE ANDRADE, A. Impressão 3D como Recurso para o Desenvolvimento de Material Didático: Associando a Cultura Maker à Resolução de Problemas. RENOTE, v. 18, n. 1, 31 jul. 2020.

VOLPATO, Neri. Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações. Editora Blucher, 2007.

ROBÔ EQUILIBRISTA - UMA APLICAÇÃO DE PID

Divisão Temática

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

Autores: A. LANA¹; V. BARD².

Resumo:

O presente estudo explora a criação de um robô equilibrista, com foco na criação de um sistema de controle PID, uma vez que o princípio de pêndulo invertido remete a um sistema naturalmente instável. O projeto envolve todas as etapas, desde a criação do hardware à determinação dos parâmetros do sistema. Os objetivos deste trabalho são desenvolver a modelagem de um pêndulo invertido, projetar um controlador PID para seu controle e realizar a confecção do hardware correspondente. Este trabalho foi desenvolvido na disciplina de “Projeto Interdisciplinar II”, envolvendo as etapas de construção do hardware, programação e determinação dos parâmetros do controlador. Em se tratando de uma pesquisa em desenvolvimento, os resultados obtidos até o momento são promissores.

Palavras-chave: Robô equilibrista; Pêndulo invertido; Sistema de controle PID;

Introdução

O sistema de pêndulo invertido é um sistema amplamente utilizado e vastamente estudado em diversas disciplinas devido a sua instabilidade natural. Pode-se citar a utilização deste sistema em diversos usos, como foguetes (sistema de controle de altitude), a fim de equilibrá-los sempre na posição vertical, como também robôs, cadeiras de rodas, meios de transporte entre outras aplicações (SILVA et al., 2013).

Do ponto de vista do hardware, o pêndulo invertido é formado por um corpo central capaz de livre para movimentar em torno de um ponto fixo, sendo este ponto fixo acoplado a um sistema de motor com deslocamento livre na direção horizontal. Tornando todo o sistema instável, tendendo a nunca manter-se naturalmente na posição vertical. Para assegurar que a haste permaneça equilibrada na posição vertical, ou seja, estável, comumente emprega-se um sistema de controle orientado pela posição angular.

¹ Estudante de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Itajaí, anacarolinelana@gmail.com

² Estudante de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Itajaí, vanessadafni@gmail.com

O projeto envolveu a criação de um robô equilibrista, utilizando controle PID, abrangendo todas as etapas, desde o desenvolvimento do hardware até a programação e a determinação dos parâmetros PID. Teve como objetivos o desenvolvimento do hardware do projeto, a criação do software de controle e a determinação dos parâmetros do sistema.

Fundamentação teórica

Como forma de embasamento teórico, buscou-se na literatura projetos que envolvessem os temas abordados neste projeto. Partiu-se então de duas premissas, o desenvolvimento de pêndulos invertidos e sistemas de controle PID (proporcional, integral e derivativo).

O sistema de pêndulo invertido consiste em uma haste com base móvel, fixada apenas em um ponto. Este sistema é naturalmente instável, devido à concentração de massa nas extremidades e acima do ponto pivô.

O pêndulo invertido, por possuir regiões instáveis, torna necessário a utilização de controlador para manter sempre o pêndulo na região estável (ponto de equilíbrio). O controlador Proporcional-Integral-Derivativo (PID) é frequentemente aplicado para soluções em robôs equilibristas que possuem o princípio do pêndulo invertido .

Pedroso e Modesto (2017), Santos (2020) e Pires (2023) em seus projetos implementaram a criação de sistemas de controle de pêndulo invertido semelhantes ao proposto neste projeto, com o objetivo de realizar o controle de robôs equilibristas, por meio de um controlador PID.

Procedimentos metodológicos

Este trabalho foi desenvolvido na disciplina de “Projeto Interdisciplinar II”, como forma de integração das diversas disciplinas presentes na grade curricular de Engenharia Elétrica. O robô equilibrista foi desenvolvido sobre duas rodas paralelas, fixadas em um corpo acrílico, comportando todos os demais componentes (processador, sensores e baterias) acima delas.

O desenvolvimento do hardware do robô equilibrista se deu pela determinação dos materiais necessários para a confecção. Sendo eles: Conjunto de rodas com 15 cm de diâmetro; Dois motores com caixa de redução; Arduino Mega 2560; Ponte H L298N; Sensor MPU6050; Bateria LIPO 12V; Bateria Li-ion 12v; Placas acrílicas; Duas barras roscadas.

A construção do hardware do robô equilibrista envolveu a criação de um diagrama elétrico, para então o desenvolvimento das partes mecânicas do projeto. Primeiramente, foram realizados o embuchamento das rodas nos motores para então fixá-las em uma base acrílica. Utilizou-se dois andares de estrutura acrílica separadas entre si pelas barras roscadas, na parte superior localizam-se o arduino, o MPU6050 e a bateria Li-ion. Por sua vez, na parte inferior estão a ponte H L198N e a bateria LIPO.

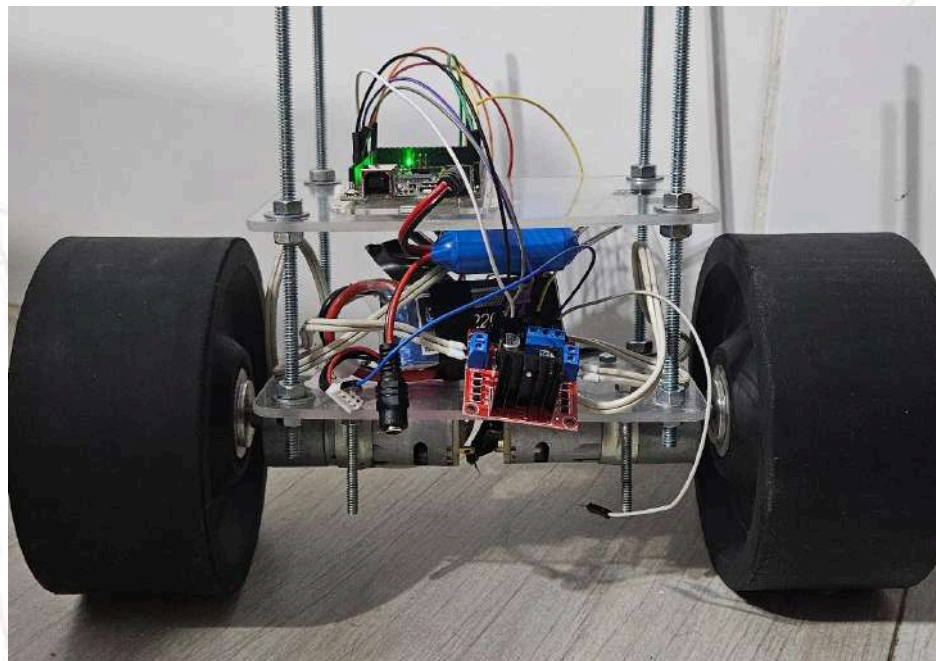
Dando continuidade aos procedimentos, buscou-se determinar os parâmetros do centro de gravidade do sistema. Utilizando o software *SolidWorks* desenvolveu-se o modelo virtual do protótipo para encontrar a modelagem matemática. Completa estas etapas os parâmetros do controlador proporcional-integral-derivativo foram determinados.

A programação do arduino envolve a utilização do filtro de Kalman para atenuar o sinal proveniente do sensor MPU6050, uma vez que o sensor é responsável por monitorar a inclinação e aceleração do pêndulo invertido. Criou-se a função PID responsável pelo cálculo do erro, a partir dos valores do sensor, e a resposta é utilizada no controle dos motores.

Resultados e discussões

Os testes iniciais do protótipo apresentaram resultados promissores. A construção da parte estrutural/mecânica não apresentou grande problema, precisou-se reduzir a altura do espaçamento entre as estruturas acrílicas para obter uma estabilidade maior entre as barras. O robô equilibrista possui aproximadamente 20 centímetros de altura (rodas e corpo), a figura 1 ilustra a construção finalizada do protótipo.

Figura 1: Desenvolvimento do hardware.



Fonte: Autores (2024).

Durante os testes iniciais ocorreram falhas no sistema como: a rotação acelerada dos motores em apenas uma direção, houve também a falta de resposta do sistema às variações angulares. Problemas estes que foram resolvidos com a devida calibragem do sensor giroscópio e acelerômetro (MPU6050).

Comparando os resultados obtidos com estudos anteriores, falhas nos sensores, discrepâncias na programação ou até mesmo problemas de hardwares são esperados. Pedroso e Modesto (2017) em suas pesquisas constataram que um dos principais problemas na construção de robôs equilibristas se concentra na instabilidade do sistema e nas folgas das engrenagens.

Embora os resultados sejam promissores, vale ressaltar que a atual pesquisa se trata de um protótipo em construção, então podem ocorrer alterações estruturais, de programação e principalmente do desenvolvimento da modelagem matemática para a descoberta dos parâmetros PID. Até o momento da submissão do artigo, os processos de modelagem matemática estavam em andamento.

Considerações finais

A atual pesquisa apresentou o desenvolvimento e implementação de um robô equilibrista controlado por um sistema PID. Em resumo, durante o desenvolvimento do projeto, diversos conceitos foram abordados e compreendidos. Sendo eles aspectos de hardware, mecânica, programação e sistemas de controle.

Desde a modelagem inicial até os testes finais, cada etapa foi essencial para garantir a funcionalidade e a precisão do sistema. Todos os processos de desenvolvimento foram desafiadores, em especial os necessários para modelagem do controle PID. Se tratando de uma pesquisa ainda em desenvolvimento, alguns aspectos ainda necessitam de avaliações, sendo elas ajustes de programação e refinamento dos parâmetros do controlador.

Referências

PEDROSO, Caio Cesar de Souza; MODESTO, Eduardo La Pastina. **SISTEMA DE CONTROLE DE PÊNDULO INVERTIDO**. 2017. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, Departamento Acadêmico de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017

PIRES, Laio da Silva. **Técnicas de Controle para Robôs Tipo Pêndulo Invertido**. 2023. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2023.

SANTOS, Lizandra Meire Moreira. **CONTROLE DE UM PÊNDULO INVERTIDO UTILIZANDO UM CONTROLADOR PID**. 2020. 38 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Engenharia de Computação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2020.

SILVA, H. V. D.; GONGORA, W. S.; SUMAR, R. R.; VALLIM, M. B.; GOEDTEL, A. Estudo comparativo entre os controladores fuzzy e pid aplicados ao controle de um pêndulo invertido utilizando plataforma lego mindstorms nxt. In: **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**. Paraná: SBMAC, 2013. v. 1, n. 1. 1, 2, 25.

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE CONTROLE DE TEMPERATURA DE UMA INCUBADORA NEONATAL MICROCONTROLADA

Divisão Temática

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

**Autores: M. E. S. JUSTINO¹; D. BONNET²; R. A. S. M. MARCHIORI³; T. D. LOPES⁴;
F. I. M. A. da Silva⁵**

Edital de Pesquisa 13/2023/PESQUISA/ITJ

Resumo:

O controle de temperatura em incubadoras neonatais é essencial para a sobrevivência e desenvolvimento de recém-nascidos prematuros. Este estudo tem como objetivo desenvolver um sistema automatizado e eficaz de controle de temperatura em incubadoras, buscando melhorias na estabilidade térmica dos neonatos. A metodologia envolveu o uso de dez sensores de temperatura de alta precisão, um termômetro calibrado, uma resistência elétrica, uma placa de circuito impresso confeccionada para atuar como um circuito retificador. Os sensores estarão estrategicamente posicionados dentro da incubadora para monitorar a distribuição térmica em diferentes pontos. O termômetro calibrado foi utilizado como referência para validar e garantir a precisão das medições. A resistência elétrica foi usada para variar a temperatura interna de forma controlada, simulando condições reais de operação e seguindo a normativa NBR IEC 601-2-19/1999, que trata da segurança básica e desempenho essencial de incubadoras neonatais. Os dados de temperatura foram coletados continuamente pelos sensores e comparados com as leituras do termômetro calibrado. A tensão aplicada à resistência foi ajustada para criar variações de temperatura.

Palavras-chave: Incubadora neonatal; temperatura; controle; teste; prematuro.

Introdução

No Brasil, aproximadamente 11,1% das crianças nascem prematuras, segundo dados do Sistema Nacional de Nascidos Vivos por meio do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF). A neonatologia e a evolução das tecnologias permitiram que as

¹ Estudante do curso Engenharia Elétrica do IFSC - Câmpus Itajaí, maria.sj@aluno.ifsc.edu.br

² Estudante do curso Engenharia Elétrica do IFSC - Câmpus Itajaí, derick.b20@aluno.ifsc.edu.br

³ Servidor Professor Substituto EBTT IFSC - Câmpus Itajaí/Eletroeletrônica, renato.meneghin@ifsc.edu.br

⁴ Servidor Professor EBTT IFSC - Câmpus Itajaí/Eletroeletrônica, tiago.drummond@ifsc.edu.br

⁵ Servidora Professora EBTT IFSC - Câmpus Itajaí/Eletroeletrônica, fargoud@ifsc.edu.br

incubadoras se tornassem o ambiente mais adequado para o prematuro após o parto, oferecendo diversas outras funções essenciais.

O gasto de glicogênio hepático, que resulta na queima dos tecidos gordurosos, junto com o esforço energético do neonato para elevar a temperatura corporal, são fatores que agravam a situação metabólica e nutricional da criança, muitas vezes incapaz de se alimentar de forma satisfatória, e como consequência, a incapacidade de ganhar peso (Schimitz, 1998). Este fator deve ser minimizado com a oferta de calor para evitar: aumento do metabolismo, desequilíbrio ácido-base sanguíneo, redução das reservas energéticas e metabólicas, alteração da atividade normal do sistema nervoso central, alterações respiratórias ou até mesmo a morte.

A inovação contínua no design e na funcionalidade das incubadoras é essencial para aprimorar o cuidado neonatal. Investir em tecnologias que melhorem a precisão e a eficiência dos sistemas de controle de temperatura não só salvará vidas, mas também melhorará a qualidade de vida dos recém-nascidos prematuros. Desta forma, o presente trabalho busca produzir um sistema de controle de temperatura preciso que garanta que os bebês permaneçam em um ambiente termoneutro, com temperatura reguladas entre 36,5°C e 37,5° e uniforme entre toda a área da incubadora, conforme indicado na NORMA IEC 601-2-19/1999. Isso não só ajuda a estabilizar a condição metabólica dos bebês, mas também promove um crescimento e desenvolvimento saudáveis.

Ao garantir que esses bebês recebam o cuidado mais avançado e eficaz possível, podemos proporcionar-lhes um início de vida mais saudável e promissor.

Fundamentação teórica

Nos recém-nascidos, principalmente em prematuros, é possível notar uma razão desfavorável entre a área da superfície e a massa corporal, uma pequena espessura da camada de gordura subcutânea e uma grande permeabilidade da pele à água. Essas características resultam na dificuldade dos recém-nascidos (RNPT) para regular a sua própria temperatura corporal, pois possuem uma produção de calor muito limitada e perdas térmicas maiores que a de um adulto.

Este trabalho visa obter um sistema de grande precisão no controle de temperatura dentro das incubadoras, na qual regule o ambiente a uma temperatura estável e uniforme, seguindo os principais requisitos da norma NBR IEC relativa às incubadoras (NORMA IEC

601-2-19, 1999). O principal objetivo é reduzir o estresse fisiológico no bebê, otimizando o uso das reservas energéticas para o crescimento e o desenvolvimento.

Procedimentos metodológicos

Monitorar as condições do ambiente interno e externo à incubadora neonatal (IN) requer muita cautela e precisão. Portanto, para atingir o objetivo proposto neste trabalho, foram realizadas diversas pesquisas para escolher o sensor que melhor satisfaça as condições estabelecidas pela norma IEC 601-2-19/1999, a saber: manter a temperatura do ar dentro da incubadora variando em uma faixa segura e específica, geralmente entre 36,5°C e 37,5°C; manter a variação máxima permitida na temperatura do ar dentro da incubadora de $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Neste contexto, o sensor escolhido foi o AHT21, pois o modelo possui faixa de erro abaixo de $\pm 0,5^\circ\text{C}$, atendendo a necessidade.

O intuito do teste era utilizar 10 sensores, a fim de possibilitar a leitura de múltiplos pontos da incubadora e melhorar a precisão na uniformidade da temperatura ambiente. Contudo, isso não foi possível, pois o sensor escolhido precisa de um endereço único para ser identificado e quando conectados em paralelo a um mesmo barramento do microcontrolador apresentam conflitos de endereço. Para solucionar esse problema, será necessário a utilização de um multiplexador I2C (trabalho futuro), que irá gerenciar os endereços individuais de cada sensor e garantirá que todos possam ser acessados diretamente pelo sistema através do barramento I2C.

O próximo passo foi determinar a potência da resistência (250W), que tem por objetivo aquecer o interior da incubadora. Sendo o sistema de aquecimento do projeto de alta precisão, a corrente contínua é a melhor opção para oferecer controle e estabilidade. Como a fonte de alimentação disponível é um *Variac* (regulador de tensão CA), foi necessário desenvolver retificador de potência para converter CA em CC. O retificador foi projetado, simulado e implementado em uma placa de circuito impresso.

Assim deu-se início ao primeiro teste realizado utilizando uma incubadora neonatal, da marca Fanem, modelo 1186C, cedida ao câmpus pela empresa Squadra Manutenções de Equipamentos Hospitalares. Os equipamentos citados, com exceção do *Variac*, foram alocados dentro da incubadora. Um sensor de temperatura calibrado foi utilizado, como pode-se visualizar na Figura 1, a fim de fazer comparações com o sensor AHT21. O primeiro teste foi realizado, com êxito, em temperatura ambiente. Posteriormente, a

resistência, devidamente conectada ao retificador alimentado pelo *Variac*, foi utilizada para aquecer gradualmente e de forma controlada a incubadora.

Figura 1 – Ilustração do teste sendo realizado no interior da incubadora neonatal.



Fonte: Autores

Resultados e discussões

Durante o teste inicial à temperatura ambiente, o sensor AHT21 apresentou resultados consistentes quando comparado ao sensor calibrado, indicando seu potencial para uso em ambientes controlados.

No estágio seguinte, com a introdução da resistência e a conexão da placa de circuito retificador ao *Variac*, o ambiente da incubadora foi aquecido conforme esperado. Contudo, as medidas aferidas pelo sensor AHT21 apresentam erros quando comparadas às medidas do sensor calibrado, demonstrando a necessidade da calibração. Apesar das diferenças nas medidas, o ambiente foi aquecido de forma adequada, evidenciando a eficácia do sistema de aquecimento implementado.

Esses resultados reforçam a necessidade de calibração rigorosa dos sensores de temperatura em ambientes neonatais para garantir a estabilidade térmica e a segurança dos recém-nascidos.

Considerações finais

Os resultados apresentados no presente trabalho são parciais, mas conclusões importantes foram alcançadas. Os resultados obtidos até o momento indicam a

importância da calibração rigorosa dos sensores de temperatura para alcançar a precisão necessária em ambientes neonatais.

Os testes realizados demonstraram que o sensor AHT21 tem potencial para ser utilizado em sistemas de controle de temperatura, quando realizados ajustes e calibrações para garantir que forneçam medições precisas e confiáveis.

O retificador de potência, projetado e implementado, demonstrou ser eficaz, podendo fornecer o controle e a estabilidade necessários para o sistema de aquecimento. Assim, o sistema pode ser utilizado como atuador para aquecer a incubadora.

Neste contexto, futuros trabalhos devem focar na implementação de multiplexadores I2C para gerenciar múltiplos sensores e realizar a calibração precisa destes. Ainda, para alcançar a uniformidade e precisão térmica desejada, será desenvolvida a automatização do controle em malha fechada. Com esses avanços, será possível proporcionar um ambiente ainda mais seguro e estável para os neonatos, contribuindo para um início de vida mais saudável e promissor.

Referência ao fomento recebido

Este projeto foi financiado pelo Edital de Pesquisa 13/2023, IFSC Câmpus Itajaí.

Referências

IAIONE, Fábio. *Desenvolvimento de um Equipamento Eletrônico para o Ensaio de Incubadoras Infantis*. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

NBR IEC 601-2-19 **Equipamento eletromédico - Parte 2: Prescrições particulares para segurança de incubadoras para recém-nascidos**. ABNT, 2023.

SCHIMITZ, E. M., *A enfermagem em Pediatria e Puericultura*. São Paulo: Editora Atheneu, 1995.

PREMATURIDADE.COM. Taxa de partos prematuros no Brasil caiu de 12% para 11,1% na última década. Disponível em: <https://www.prematuridade.com>. Acesso em: 05 jul. 2024.

CÁLCULO DE ÁREA PARA COMPETIÇÃO DE DRONES USANDO VISÃO COMPUTACIONAL

Divisão Temática

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

Autores: T. SILVA¹; I. PSHENICHNIKOV².

Resumo:

Este artigo visa elucidar como a equipe Vitruvian do Laboratório de Drones do IFSC Campus Florianópolis está usando sistemas embarcados e visão computacional com o intuito de participar da etapa de medição de terreno, e também documentar as experiências adquiridas no processo de desenvolvimento da solução.

Palavras-chave: Drone; Visão Computacional; Canny; OpenCV.

Introdução

A visão computacional é um elemento extremamente importante da computação atual. É impossível colocar uma pessoa com conhecimento de estereometria e trigonometria em geral em todos os lugares, mas é possível colocar centenas de câmeras e dispositivos de computação fazendo este trabalho.

Sendo assim, a tarefa da equipe é encontrar um contorno desenhado na superfície do solo e calcular sua área e perímetro. O uso da visão computacional se torna uma ótima escolha para tal, pois vai de encontro com as especificações do regulamento da competição (Regulamento da Competição de Drones IFSC Câmpus Florianópolis 2024, s.d.), que referencia o tipo de técnica que pode ser utilizada, logo, foi escolhido usar a versão em python da biblioteca "OpenCV" criada pela Intel Corporation.

Fundamentação teórica

Quando se pretende encontrar contornos em imagens há uma grande quantidade de algoritmos possíveis para se fazer o processamento da imagem.

No nosso caso, a imagem tirada da câmera do drone passa por um algoritmo de várias etapas, o "Canny", eficaz para encontrar contornos. O algoritmo Canny é dividido em várias etapas(Documentação oficial do OpenCV 2024, online):

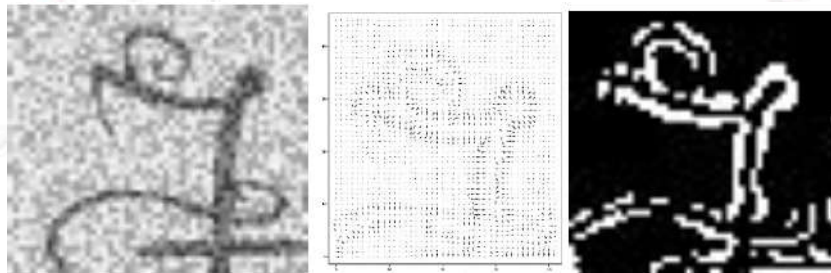
¹ Estudante do curso Técnico integrado em eletrotécnica do IFSC campus Florianópolis, thiagomartio7i@gmail.com.

² Estudante do curso Tecnólogo em Eletrônica Industrial, yb.official.mail@gmail.com.

1. Desfocagem - remove o "ruído" da imagem, elementos pequenos e perturbadores, que interferem na busca do contorno principal.
2. Busca de direções de gradiente local (também conhecido como "Operador de Sobel") - em uma imagem em Grayscale (imagem cinza, em que quanto mais brilhante o pixel na imagem original, mais claro ele é em escala de cinza), um vetor é atribuído a cada pixel na direção em que o gradiente mais forte vai dele na área local ao redor dele.
3. Filtragem da direção do gradiente - na área local ao redor do pixel e na direção do vetor (ou seja, na frente e atrás dele), é calculado o gradiente máximo para cada pixel na área local. Se o pixel selecionado tiver o gradiente máximo, ele será selecionado como um pixel de contorno; caso contrário, não será considerado um contorno.

As figuras a seguir mostram o que acontece com a imagem durante o procedimento do Canny:

Figura 1 – Escala de cinza da imagem de entrada, seus vetores de gradiente e o resultado de Canny



Fonte: Autores (2024, online).

Se representarmos o quadro da câmera como um retângulo situado no plano do solo, a câmera representará o vértice comum de todas as faces de uma pirâmide, cuja base será esse retângulo:

Figura 2 – Workspace do projeto com a montagem principal

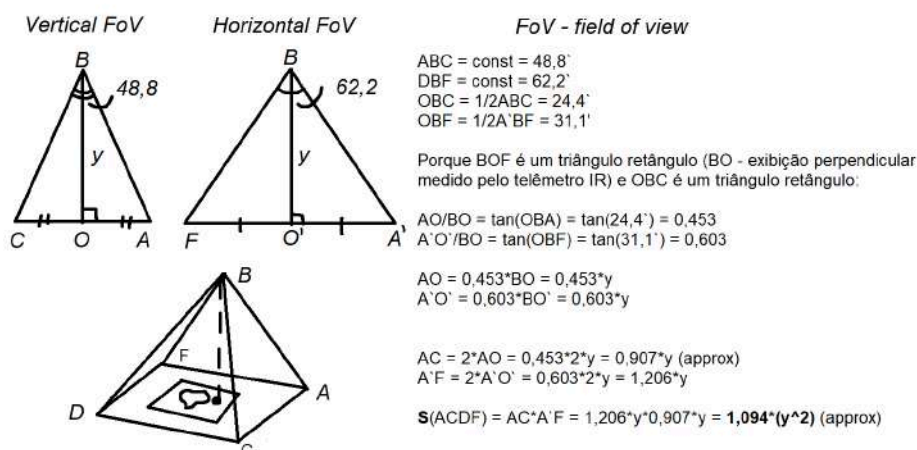


Fonte: Autores (2024, online).

Cada câmera (de acordo com sua documentação) tem um FoV (Field of View) definido e (em nosso modelo de câmera) imutável, o espaço angular visível pela câmera em uma posição fixa. Ele é definido por dois ângulos - Vertical Field of View (Campo de visão vertical) e Horizontal Field of View (Campo de visão horizontal) - e, na representação da figura 2, é o ângulo da projeção da pirâmide de perfil e de frente. Para a câmera RPi 2.1 que usamos, são 48,8 e 62,2 graus, respectivamente.

A câmera do drone parecerá perpendicular ao solo (que serão monitorado pela controladora de voo do drone), pois isso simplifica os cálculos e reduz a distorção da imagem, como descrito na figura 3.

Figura 3 – cálculo detalhado da área com base nos ângulos FoV fornecidos e na distância do telêmetro



Fonte: Autores (2024, online).

E para essas projeções, podemos calcular a razão entre: a base do triângulo e a perpendicular = tangente dupla do ângulo; entre a perpendicular e o lado do triângulo = $2 \cdot \tan(\text{ângulo})$, tendo como base a razão entre os lados do triângulo retângulo formado pela perpendicular.

Se y = distância medida pelo Lidar, e HX e VX são as dimensões horizontal e vertical do quadro, podemos escrever a relação:

$$hx = 2 \cdot \tan(62,2/2) = 2 \cdot \tan(31,1) = 1,206y$$

$$vx = 2 \cdot \tan(48,8/2) = 2 \cdot \tan(24,4) = 0,907y$$

Assim, temos uma proporção constante de distância da câmera ao solo, (conforme medido pelo Lidar) e o tamanho em pixels da imagem capturada pela câmera.

Sabendo o valor da distância da câmera até o solo, podemos sempre descobrir a área do quadro que a câmera vê, pois essa área nada mais é do que a multiplicação dos lados do quadro.

$$\text{Área do Quadro} = \text{hx} * \text{vx} = 1,206y * 0,907y = 1,094y^2$$

Sabendo o número de todos os pixels em todo o quadro e o número de pixels dentro do contorno, pode-se descobrir a proporção de todos os pixels em relação aos pixels dentro do contorno:

$$\text{Razão} = \text{Pixels de contorno} / \text{todos os pixels}$$

E sabendo a área do contorno em pixels, podemos multiplicar o número de todos os pixels no contorno pela área de cada pixel:

$$\text{Área do Contorno} = \text{Razão} * \text{Área de Quadro}$$

Procedimentos metodológicos

Usamos a biblioteca OpenCV para capturar e processar o fluxo de vídeo de entrada, o método Canny padrão, e alguns elementos auxiliares para lidar com o processamento de contorno. Foi usado o sistema de controle de versão do Github, onde a versão mais recente do nosso código está disponível publicamente no link github.com/YaBrick/Vitruvian-Drone.

Execução de software da pesquisa de área conforme a figura 4:

Figura 4 – cálculo detalhado da área com base nos ângulos FoV fornecidos e na distância do LIDAR.

```
def AreaConverter(distance, Area):  
    vx = 0.907 * distance #ratio between lidar distance and Vertical Field of View (VFoV)  
    hx = 1.206 * distance #ratio between lidar distance and Horizontal Field of View (HFoV)  
  
    S_multiplier = vx*vx  
    actualArea = Area/(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH*cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT)*S_multiplier  
    return actualArea
```

Fonte: VS code dos autores (2024, online).

Execução de software da pesquisa de contorno conforme a figura 5:

Figura 5 – código da pesquisa de contornos

```
# Canny - binarize image contours by their gradient
raw_contours = cv2.Canny(
    img, cannyMinVal, cannyMaxVal, L2gradient=True)
# minVal: any contour with gradient less than this value is 0
# maxVal: any contour with gradient above than this value is 255
# any value between this two that is connected to a value above max is 255, else is 0
# L2gradient: when True uses an algorithm more precise
# needs to be calibrated with different images and gradients, maybe even dinamically by the code itself

# Find Contours in a binarized image, and returns its points
contours, hierarchy = cv2.FindContours(
    raw_contours, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
# cv2.RETR_EXTERNAL - only take the external contours,
# cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE - form the contours only with the essential points
cv2.drawContours(frame, contours, -1, (0, 255, 0), 3)
cv2.imshow('Found contours', frame)
```

Fonte: VS code dos autores (2024, online).

A captura e o processamento de vídeo foram realizados em um computador Raspberry Pi Zero W, com depuração remota e configurado com o sistema operacional Raspbian x32 e as bibliotecas necessárias para a operação (sendo principais: OpenCV e Numpy), a câmera utilizada foi a cam RPi 2.1., e o sensor para aferição de distância LIDAR PSK-CM8JL65-CC5.

Resultados e discussões

Como resultado, obtivemos bagagem intelectual baseada no processo, principalmente derivada da resolução de diversos problema, como a impossibilidade de configurar o OpenCV em nosso sistema operacional Rpi sem bibliotecas auxiliares, depurar o mesmo código em máquinas com diferentes requisitos e poder de computação, mas, apesar de todos os desafios, a equipe tem um código de visão computacional (testado várias vezes e funcionando), uma metodologia definida e, agora, a documentação deste trabalho.

Referências

DRIVE, GOOGLE. **Regulamento da Competição de Drones IFSC Câmpus Florianópolis 2024.** Disponível em: https://drive.google.com/file/d/14-Zpn_keK0xSTiHvYBS_luffaR2sKWuS/view. Acesso em: 24 jun. 2024

HABR. **Site do fórum russo “Habr” com documentação detalhada.** Disponível em: <https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/694994/>. Acesso em: 19 jun. 2024.

OPEN SOURCE COMPUTER VISION. **Canny Edge Detection.** Disponível em: https://docs.opencv.org/4.x/d7/de1/tutorial_js_canny.html. Acesso em: 19 jun. 2005.