



**Seminário de Ensino,  
Pesquisa e Extensão:**

Fortalecendo o conhecimento  
científico e tecnológico

**Anais do Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão – SEPETEC - IFSC.  
v. 1 n. 1 (2022)**

**2º Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão - SEPETEC 2022**

**Fortalecendo o Conhecimento Científico e Tecnológico**

26 e 27 de outubro de 2022



Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Jaraguá do Sul - Rau  
Rua dos Imigrantes, 445 - Bairro Rau - CEP 89254-430 - Jaraguá do Sul - SC

Anais do Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão – SEPETEC - IFSC (2: 2022: Jaraguá do Sul).

S471a

Anais [recurso eletrônico] / Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão – SEPETEC - IFSC: fortalecendo o conhecimento científico e tecnológico 26 e 27 de outubro 2022 em Jaraguá do Sul, SC. – Jaraguá do Sul, IFSC, 2022.

Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/sepetic-rau/index>

1. Conhecimento científico - Eventos. 2. Tecnologia - Eventos.

I. Título.



# **ANAIS SEPETEC 2022**

## **IFSC Jaraguá do Sul – Rau**

*Organização: Pablo Dutra da Silva  
Joana Nunes Costa  
Laline Broetto*

FORMAÇÃO E CAPACITAÇÃO DOS SERVIDORES TÉCNICO-ADMINISTRATIVOS NO INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA - CAMPUS FLORIANÓPOLIS	4
ANÁLISE DA MODIFICAÇÃO MICROESTRUTURAL DO AÇO AISI 1045 SUBMETIDO AO ENSAIO DE TEMPERABILIDADE JOMINY	5
PROJETO DE UMA PLATAFORMA DE INTERNET DAS COISAS PARA CONECTIVIDADE DE APLICAÇÕES DE AUTOMAÇÃO	6
DESENVOLVIMENTO DE PLATAFORMA HARDWARE-IN-THE-LOOP, DE BAIXO CUSTO, UTILIZANDO PLATAFORMAS MICROCONTROLADAS DIFUNDIDAS, PARA TESTES E VALIDAÇÕES EM SISTEMAS DIVERSOS	10
DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA DE TESTES PARA PEÇAS DE USO EM MÁQUINAS DE EMPACOTAMENTO AUTOMÁTICO	14
OTIMIZAÇÃO EM REDES: PROBLEMA DO CAMINHO MÍNIMO UTILIZANDO O SOFTWARE LINDO	18
ESTUDO DA DEGRADAÇÃO EM MEIO SALINO DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE RECICLADO	22
O CONVERSOR FLYBACK E SEU USO EM UMA FONTE CHAVEADA PARA ALIMENTAÇÃO DE CELULARES E NOTEBOOKS	27
APLICAÇÃO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS PARA AUMENTO DA VIDA ÚTIL DE MAMÕES E BANANAS	31
SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DO AQUECIMENTO, POR EFEITO JOULE, EM COLMEIAS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO	35



A MELIPONICULTURA NO ESPAÇO EDUCACIONAL: AÇÕES PARA A DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE AS ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO	39
IMPACTO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA EM UMA REDE ELÉTRICA REAL DA CIDADE DE JARAGUÁ DO SUL	43
MEDIDOR PORTÁTIL DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA COM SUPERVISÓRIO VIA INTERNET DAS COISAS	47
DETERMINAÇÃO DA DUREZA DE MATERIAIS ANTIDERRAPANTES COMERCIAIS DESTINADOS A PRÁTICA DO SURF EM ÁGUAS FRIAS	48
ESTUDO DO USO DA TÉCNICA DE PREAQUECIMENTO NO PROCESSO DE SOLDAGEM TIG DE AÇOS BAIXO CARBONO	53
FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA GERAR MODELOS DE ALIMENTADORES REAIS DE DISTRIBUIÇÃO NO OPENDSS A PARTIR DE DADOS DISPONIBILIZADOS PELA ANEEL	54
SISTEMA DE EXAUSTÃO FORÇADA CONTROLADA ELETRONICAMENTE PARA SUPERVISÃO E AJUSTE DE TEMPERATURA VISANDO A OTIMIZAÇÃO DO DESEMPENHO DE UM PAINEL DE INSTRUMENTAÇÃO	58
AVALIAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICO E DE SIMULAÇÃO MECÂNICA PARA UTILIZAÇÃO NO PROJETO DE CÉLULAS DE CARGA PARA MEDIÇÃO DE DEFORMAÇÃO EM ROTORES DE MÁQUINAS ELÉTRICAS DE GRANDE PORTE	62
UM MODELO ESTATÍSTICO PARA ESTIMATIVA DA RESISTÊNCIA NÃO DRENADA EM SOLOS FINOS	66
ESTACIONAMENTO ARBORIZADO: UMA PROPOSTA EDUCATIVA E SUSTENTÁVEL PARA O IFSC CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL-RAU	70
SOFTWARE PARA APLICAÇÃO DE PARAMETRIZAÇÃO OTIMIZADA E SIMULAÇÃO DO RENDIMENTO NA USINAGEM EDM DO INCONEL 718	74
O TEATRO COMO PROMOTOR DA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL: UM OLHAR DA PERSPECTIVA DO ENSINO DE CIÊNCIAS	75
OTIMIZAÇÃO EM REDES DE CAMINHO MÍNIMO: UMA APLICAÇÃO INTRODUTÓRIA	76



APLICAÇÃO DE PROBLEMAS DE CORTE UNIDIMENSIONAIS EM BARRAMENTO BLINDADO DE BAIXATENSÃO	80
DETERMINAÇÃO DO CAMINHO MÍNIMO ENTRE CIDADES POR MEIO DO MÉTODO SIMPLEX	84
AVALIAÇÃO DO ACABAMENTO NO TORNEAMENTO DE UM AÇO ABNT 1045	88
APLICAÇÃO DO ARCO DE MAGUERZ PARA O DESENVOLVIMENTO DA UNIDADE CURRICULAR DE ENGENHARIA E CIDADANIA	92
MODELAGEM E SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE GERADOR SÍNCRONO DE ÍMÃS PERMANENTES DE 3 MW PARA APLICAÇÃO EM ENERGIA EÓLICA	93
UM OLHAR SOBRE A EDUCAÇÃO NÃO FORMAL E O CASO DA OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA (OBA)	97
FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DA QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA	98
IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS EM SOFTWARE GERENCIADOR DE PRODUTOS IOT SMART HOME	102
O ENSINO DA ORIGEM DA VIDA COMO OBJETO DE DISCUSSÃO EM SALA DE AULA: 2010 A 2020	106
AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO DO CAVACO EM UM AÇO ABNT 1020 COM A UTILIZAÇÃO DE UM DISPOSITIVO QUICK-STOP	111
A EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA INTERINSTITUCIONAL COMO POTÊNCIA PARA A FORMAÇÃO DE MEDIADORES DE LEITURA	115
OFICINA DE EXPERIMENTOS PARA O ENSINO DE FÍSICA E CUIDADOS COM ELETRICIDADE PARA CRIANÇAS	119
DESEMPENHO DE REVESTIMENTOS DE FE-CR-C FABRICADOS POR FCAW EM TESTE DE ABRASÃO POR RODA DE BORRACHA	120



## **FORMAÇÃO E CAPACITAÇÃO DOS SERVIDORES TÉCNICO- ADMINISTRATIVOS NO INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA CAMPUS FLORIANÓPOLIS**

Autora: Ana Luísa da Silveira - e-mail: a.silveira@ufsc.br<sup>1</sup>

Orientadora: Jaqueline Tondato Sentinelo<sup>2</sup>

**Resumo simples:** A presente pesquisa analisa a capacitação continuada dos técnico-administrativos em educação (TAEs) do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), a partir de análise bibliográfica e coleta de dados. A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de questionário via correio eletrônico aos TAEs que atuam no Campus Florianópolis, entre maio e outubro de 2020. Esse campus foi escolhido por ter o maior número de servidores, permitindo uma visão mais ampla sobre a capacitação dos mesmos na Instituição. A análise das respostas permite notar que mais da metade dos pesquisados prefere cursos na modalidade presencial. Além disso, é possível compreender as dificuldades enfrentadas, bem como as demandas dos servidores, no que se refere à sua atualização profissional. Dessa forma, a pesquisa contribui na orientação de novas políticas e ações futuras na instituição. Os cursos de capacitação têm como objetivo a formação profissional continuada e visam proporcionar aprendizagem constante ao longo da carreira, sejam eles aplicados em uma Universidade ou em um Instituto Federal. Portanto, é necessário que as reitorias e direções dos campi de instituições federais de ensino incluam esses cursos no seu planejamento anual de atividades. Esse protagonismo institucional é essencial para incentivar a formação continuada, devendo haver uma preferência quanto aos cursos mais relevantes à formação e às temáticas e atividades desenvolvidas pelos servidores em seu cotidiano. Mesmo dispondo de conhecimento em ferramentas técnicas, como *softwares* e *hardwares*, as relações interpessoais devem ser observadas, pois são igualmente importantes na construção de um clima organizacional saudável. Atualmente, no IFSC há um diagnóstico feito por meio de mapeamento de competências, onde as necessidades de ações de desenvolvimento são detectadas por meio das lacunas dessas competências. A partir do diagnóstico, torna-se possível um mapeamento onde há mais necessidades de capacitação e onde mais atores institucionais participam desse processo, como as chefias imediatas. Esta pesquisa questiona: a capacitação oferecida aos servidores do IFSC é suficiente ao seu desenvolvimento pessoal e profissional? Quais as demandas institucionais? Dentre as hipóteses, está a de que uma parcela dos TAEs participam de poucos cursos de capacitação ao longo de sua trajetória profissional, alguns deles apenas cursando os necessários para ascender na carreira. Somado a isso, algumas dificuldades são impostas à participação dos servidores que demonstram-se interessados, como a incompatibilidade de horários e a sobrecarga de tarefas laborais. Sendo assim, conclui-se que essa pesquisa reflete uma realidade local, que pode encaminhar para a confirmação a partir de uma nova pesquisa por amostragem, com possibilidade de replicá-la considerando nova metodologia para a formação do grupo de informantes.

**Palavras-chave:** Formação Continuada, Campus Florianópolis, Servidor Técnico Administrativo em Educação (TAE).

<sup>1</sup>Auxiliar em Administração na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Egressa da especialização em EPT - Educação Profissional e Tecnológica do IFSC – Campus Florianópolis.

<sup>2</sup>Docente EBTT no Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Florianópolis. Mestra e Graduada em História.



## **ANÁLISE DA MODIFICAÇÃO MICROESTRUTURAL DO AÇO AISI 1045 SUBMETIDO AO ENSAIO DE TEMPERABILIDADE JOMINY**

*R. PERIN<sup>1\*</sup>; J. F. DE CARVALHO NETO<sup>1</sup>, E. B. HERTZ<sup>1</sup>, K. V. S. DAMIN<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>IFSC – Campus Chapecó*

*\*ricardo.p1@aluno.ifsc.edu.br*

O ensaio Jominy é um ensaio empregado para avaliar a temperabilidade dos metais, temperabilidade é capacidade de endurecimento do aço verificada através da profundidade e distribuição da dureza após um tratamento de têmpera. Este trabalho tem como objetivo verificar a microestrutura formada no aço AISI 1045 submetido ao ensaio de temperabilidade Jominy e correlacioná-las com a dureza obtida, corpos de prova de AISI 1045 foram usinados conforme a norma ABNT NBR 6339 e normalizados, foram aquecidos até a austenitização a 925°C por uma hora. Na sequência, a barra foi resfriada com um jato de água em uma das extremidades por 10 minutos, a temperatura ao longo do corpo de prova foi monitorada por meio de 6 termopares distribuídos nas posições 5 mm, 15 mm, 25 mm, 35 mm, 45 mm e 55 mm a partir da extremidade resfriada. A microestrutura e a dureza foram avaliadas nas mesmas regiões dos termopares e na extremidade resfriada, a dureza foi avaliada por meio de um Durômetro Rockwell da marca Pantec modelo RASN RSD e as fases formadas por meio de procedimento metalográfico. Os resultados mostraram que a microestrutura obtida na extremidade resfriada foi a martensita, apresentando maior dureza,  $(55,3 \pm 3,8)$  HRC. A medida em que se distancia da extremidade resfriada há a formação de fases de menor dureza, como a ferrita e a perlita. Observa-se que essa diminuição de dureza ocorre a partir de 5 mm da extremidade resfriada, onde a dureza reduz para  $(27,0 \pm 0,2)$  HRC. Mostrando que o aço 1045 tem uma temperabilidade baixa, que é atrelada principalmente a ausência de elementos de liga e também ao baixo teor de carbono.

**Palavras-chave:** Temperabilidade, Jominy, AISI 1045.

Instituição de fomento: Instituto Federal de Santa Catarina.



## **PROJETO DE UMA PLATAFORMA DE INTERNET DAS COISAS PARA CONECTIVIDADE DE APLICAÇÕES DE AUTOMAÇÃO**

A. F. ZADROSKI<sup>1\*</sup>; F. R. SANTOS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IFSC/Discente Engenharia Mecatrônica/Câmpus Criciúma; <sup>2</sup> IFSC/Docente Engenharia Mecatrônica/Câmpus Criciúma

\*[alex.fz@aluno.ifsc.edu.br](mailto:alex.fz@aluno.ifsc.edu.br)

**RESUMO:** Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um projeto para construção de uma plataforma IoT para conectividade de soluções de automação aplicada no IFSC Câmpus Criciúma que permita interligar dispositivos IoT aos usuários via internet. A plataforma visa conectar, transmitir, armazenar e processar dados de múltiplos dispositivos IoT e apresentar as informações aos usuários através de interfaces gráficas. Para o desenvolvimento do projeto do sistema foi utilizada uma metodologia baseada em níveis de abstração. A plataforma utiliza uma estrutura física, em servidor local, para promover a integração entre hardware e software, com o objetivo de implementar um conjunto de softwares livres para disponibilizar serviços de armazenamento, gerenciamento e hospedagem de aplicações Web. Assim, foi elaborado um modelo de arquitetura do sistema proposto, juntamente com os componentes de hardware e software a serem utilizados na implementação da plataforma.

**Palavras-chave:** Plataforma IoT. Dispositivo IoT. Banco de Dados. Aplicação Web.

### **1 INTRODUÇÃO**

A Internet das Coisas (IoT), é uma tecnologia utilizada para a integração de objetos em serviços computacionais (HEJAZI et al., 2018). As aplicações IoT possibilitam a solução de problemas industriais, aumentando a eficiência dos processos produtivos; e disponibiliza recursos e dispositivos que incrementam a qualidade de vida. Conectar objetos, coletar dados, analisar e atuar sobre o ambiente, são características que demonstram o potencial da Internet das Coisas e o motivo dessa tecnologia estar sendo integrada à sociedade (ROUTH; PAL, 2018).

A implementação de soluções IoT ocorre na forma de dispositivos que enviam ou recebem dados, em sistemas interconectados a uma plataforma de serviços na nuvem, com comunicação realizada através de protocolos e conexões específicas. Com a utilização da tecnologia IoT, os dados do ambiente são coletados através de dispositivos de sistemas





embarcados, em seguida transmitidos para uma plataforma de serviços na nuvem, onde são armazenados e processados (FOX; DONNELLAN; DOUMEN, 2019).

A partir disso, a proposta do presente trabalho consiste em desenvolver o projeto de uma plataforma IoT para conectividade de soluções de automação.

## **2 METODOLOGIA**

Para realizar o desenvolvimento deste projeto será utilizada uma metodologia baseada em níveis de abstração, apresentada por Wolf (2008). Essa metodologia propõe a execução de cinco etapas para desenvolvimento de projetos de sistemas embarcados: requisitos, para delimitar as funções, recursos e propriedades do sistema; especificação, etapa em que o projeto é descrito de forma detalhada, com base nos requisitos especificados; na fase de arquitetura o projeto é representado através de diagrama de blocos que demonstram a interação entre os módulos do sistema; após a definição da arquitetura, os componentes de hardware e software do sistema são definidos; e por fim, a integração dos módulos é realizada.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com base nas etapas da metodologia, foram estabelecidos os seguintes requisitos: o sistema deve ser capaz de realizar a conexão entre as aplicações de automação e os usuários via internet; Tem o objetivo de conectar, transmitir, armazenar e processar os dados de múltiplos dispositivos IoT simultaneamente; A plataforma deve possuir um módulo para hospedagem de aplicações Web (Web App); Para ter acesso à aplicação Web de interesse, o usuário necessitará conectar algum dispositivo computacional, via internet, para visualizar os dados e controlar o processo da aplicação de automação; E a plataforma deve apresentar mecanismos de gerenciamento de dispositivos IoT e usuários para limitar o acesso aos dados e serviços.

Em seguida, foram determinadas as especificações da plataforma. A comunicação entre os dispositivos IoT e a plataforma será realizada através do protocolo MQTT. Após a transmissão dos dados, um conjunto de recursos de software integrados será responsável por



receber e armazenar os dados em um banco de dados. A comunicação entre usuários e o sistema será estabelecida através do protocolo HTTP. Cada usuário poderá ter acesso a uma interface gráfica para visualização e controle do processo no ambiente IoT.

Com base nos requisitos e especificações, foi elaborada a arquitetura de hardware e software da plataforma, conforme Figura 1.

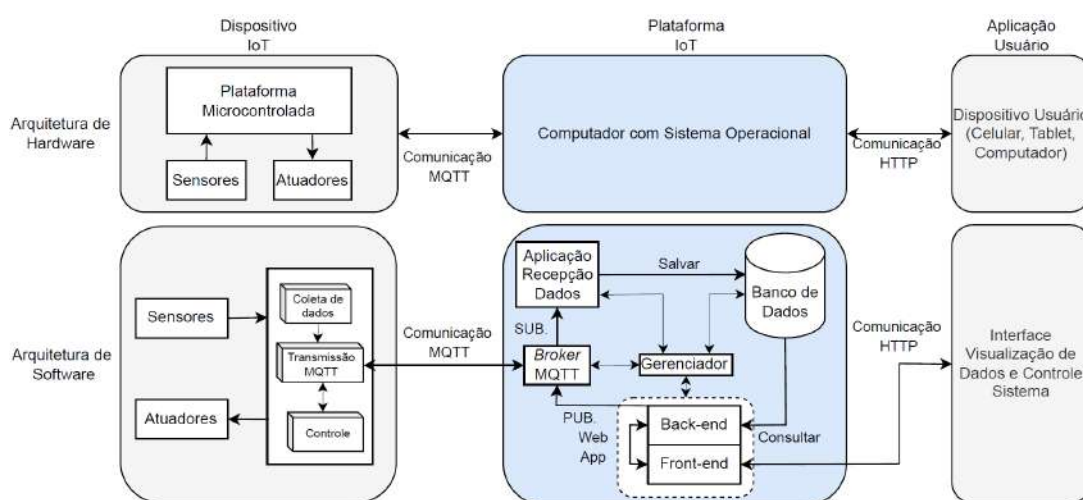


Figura 1: Arquitetura de Hardware e Software da Plataforma IoT

Fonte: o Autor

A partir da arquitetura, foram especificados os componentes de hardware e software. Para desempenhar a função de servidor da plataforma, será utilizado um computador do tipo *desktop* em que os módulos de software serão instalados. Para realizar gerenciamento de mensagens do protocolo MQTT será utilizado o Broker Eclipse Mosquitto MQTT. Cada aplicação de automação apresenta uma estrutura de dados, composta por entradas e saídas variáveis, em função disso, será implementado um banco de dados do tipo não relacional, o MongoDB. A aplicação recepção de dados é um módulo para acesso de informações do broker e persistência no banco de dados, esse programa será desenvolvido utilizando a linguagem Python. O módulo gerenciador tem o objetivo de instaurar mecanismos de controle de dispositivos e usuários que irão interagir com a plataforma. O módulo de software Aplicação Web (Web App) é composto pelo *back-end*, para acessar e processar os dados da plataforma, e *front-end* para gerar uma interface gráfica para o usuário, a ser desenvolvido utilizando as linguagens HTML, CSS e JavaScript.



#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A implementação da plataforma IoT, será fundamental para fomentar e viabilizar novas soluções IoT. Essa plataforma visa possibilitar o acesso de desenvolvedores aos padrões, protocolos e estruturas de comunicação utilizadas, bem como os serviços de armazenamento e processamento de dados. Com base nisso, a próxima etapa consistirá na execução da fase de integração da metodologia, na qual será realizada a implementação do projeto utilizando os componentes especificados, realização de testes e validação.

#### **REFERÊNCIAS**

- FOX, John; DONNELLAN, Andrew; DOUMEN, Liam. **The deployment of an IoT network infrastructure, as a localised regional service.** 2019 IEEE 5Th World Forum On Internet Of Things (Wf-Iot), [S.L.], v. 5, n. 1, p. 319-324, abr. 2019. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/wf-iot.2019.8767188>.
- HEJAZI, Hamdan; RAJAB, Husam; CINKLER, Tibor; LENGYEL, Laszlo. **Survey of platforms for massive IoT.** 2018 IEEE International Conference On Future IoT Technologies (Future IoT), [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-8, jan. 2018. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/fiot.2018.8325598>.
- ROUTH, Koustav; PAL, Tannistha. **A survey on technological, business and societal aspects of Internet of Things by Q3, 2017.** 2018 3Rd International Conference On Internet Of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU), v. 3, fev. 2018. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/iot-siu.2018.8519898>.
- SIKARWAR, Ranjana; YADAV, Pradeep; DUBEY, Aditya. **A Survey on IOT enabled cloud platforms.** 2020 IEEE 9Th International Conference On Communication Systems And Network Technologies (Csnt), [S.L.], v. 9, n. 9, p. 120-124, abr. 2020. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/csnt48778.2020.9115735>.
- WOLF, W. **Computers as Components Principles of Embedded Computing System Design.** 2. ed. Burlington: Elsevier, 2008. v. 2.



## **Desenvolvimento de Plataforma *Hardware-in-the-loop*, de baixo custo, utilizando plataformas microcontroladas difundidas, para testes e validações em sistemas diversos**

A. K. B. RAIZER<sup>1</sup>, M. G. C. ANDRADE<sup>2</sup>, V. V. C. SILVA<sup>3</sup>, L. R. FERREIRA<sup>4</sup>, A. A. ESPÍRITO SANTO .<sup>5</sup>

<sup>1</sup>IFSC/UEDESC-CCT; <sup>2</sup>IFSC; <sup>3</sup>IFSC; <sup>4</sup>IFSC; <sup>5</sup>IFSC;

**RESUMO:** A utilização de bancadas didáticas para pesquisa pode ser inviável devido ao espaço físico necessário para sua instalação e pelos custos envolvidos. Ferramentas computacionais que utilizam a emulação de sistemas em tempo real vêm sendo cada vez mais utilizadas, principalmente do tipo *Hardware-in-the-loop*. Projetos iniciados a partir de simulações precisas de sistemas reais emulados em tempo real podem reduzir drasticamente o tempo de aprendizado. Mesmo assim, para a realidade das instituições de ensino brasileiras, os custos comerciais, a especificidade de aplicação, aliadas a impossibilidade de customização, tornam o uso de HIL inviável. Este trabalho apresenta uma solução economicamente viável para o problema proposto, aproveitando softwares e hardwares amplamente difundidos em ambientes acadêmicos.

**Palavras-chave:** *Hardware-in-the-loop*, Microcontroladores, Controle e Automação.

Instituição de fomento: PROPP/DAE IFSC

### **1 INTRODUÇÃO**

Simulações computacionais apresentam a desvantagem de não replicar as condições reais de operação de um sistema [1]. Um processo é simulado porque não está disponível ou porque experimentos com o processo real são muito caros, destrutivos ou perigosos, ou ainda, exigem muito tempo de desenvolvimento [2]. Os avanços no campo da computação aliados a necessidade de testar e prototipar diferentes tipos de sistemas com maior rapidez, a fim de reduzir o tempo de colocação no mercado e os custos, levaram ao desenvolvimento de ferramentas de simulação sofisticadas e complexas para muitas áreas de estudo [3]. O método de simulação *Hardware-in-the-loop* – HIL se mostra como um dos mais eficientes, precisos e criativos neste aspecto [4]. A simulação HIL é caracterizada pela operação de componentes reais em conexão com componentes simulados em tempo real [2]. Assim, o sistema de simulação calcula o comportamento do Sistema Físico Real – SFR e fornece os dados relevantes para o processo. Isto permite um teste muito realista dos programas de controle com todos os efeitos de tempo de



execução, sem ter que usar o SFR ou protótipo. O benefício adicional reside na possibilidade de gerar os algoritmos de controle em estágio inicial do processo de desenvolvimento [5].

As plataformas HIL comerciais são projetadas para área específica de aplicação e podem atingir preços na faixa de € 200.000,00, dificultando a aquisição pelas universidades [3]. Buscou-se neste trabalho o desenvolvimento de um sistema *hardware-in-the-loop*, de baixo custo, em plataforma microcontrolada, para estudo, desenvolvimento e validação de estratégias de controle em sistemas físicos reais diversos, com a finalidade de uso para aulas práticas nas áreas de análise de sistemas, sistemas de controle, controle digital, instrumentação eletrônica e microcontroladores, além claro de ser ferramenta útil e inovadora para desenvolvimento de trabalhos de conclusão de curso e pesquisa podendo ser utilizado para desenvolvimento e aprendizagem de técnicas atualizadas com o estado da arte e inovadoras para os alunos com emprego de baixo investimento, podendo se estender a todo e qualquer projeto, devido a sua natureza modular e adaptável, e ainda a possibilidade de controlar todo e qualquer processo que seja um SFR cujo modelo matemático seja conhecido ou possível de determinar ou identificar. Além de poder representar o contato direto com áreas de desenvolvimento de indústrias da região.

## 2 METODOLOGIA

Para atender os pré-requisitos de baixo custo, utilizou-se um Arduino Uno para a receber o algoritmo da planta, um Arduino Due para receber o algoritmo de controle, pois as plataformas Arduino são acessíveis e amplamente difundidas, o que colabora com a curva de aprendizado e os custos de projeto. Na Figura 1 pode-se observar a proposta HIL.



Figura 1: Proposta HIL. Fonte: Os autores.



O sinal de saída proveniente do bloco “planta discreta”, que contém o modelo do sistema, é comparado com uma referência, gerando um sinal de erro que passa pelo bloco “Controle Discreto” onde é calculado o sinal que vai para a planta, que direciona a planta para a resposta desejada. Na sequência desenvolveu-se e validou-se os algoritmos de controle e emulação da planta com seus respectivos modelos discretos. A Figura 2 mostra o conjunto de *hardware*.

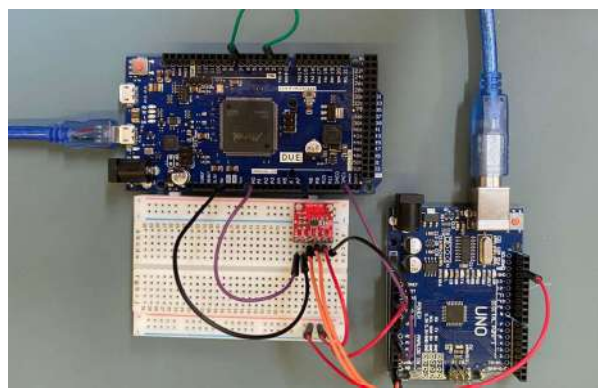


Figura 2: Conjunto de Hardware-in-the-loop. Fonte: Os autores.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Escolheu-se uma planta genérica de primeira ordem, para prova conceitual, na qual foram verificados os tempos naturais do sistema e as magnitudes dos sinais, o último passo da prova consistiu em fechar a malha de controle.

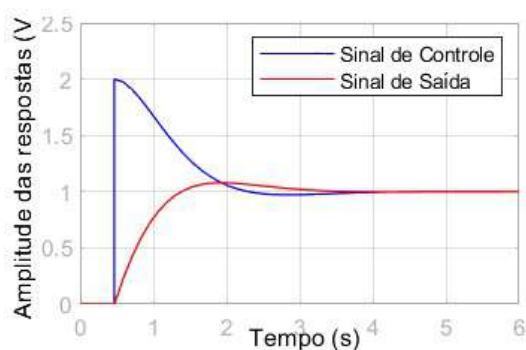


Figura 3 – Simulação Matlab FTMF

Fonte: Os autores.

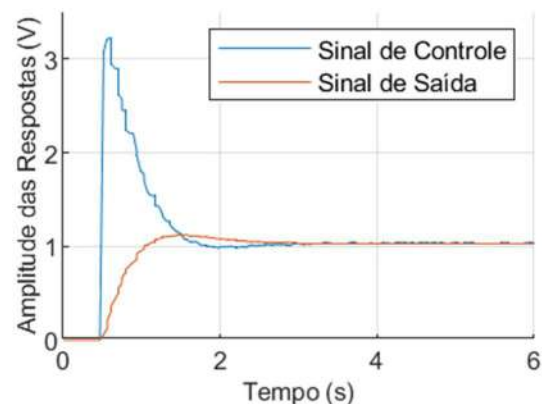


Figura 4 – Simulação HIL FTMF.

Fonte: Os autores.



Na Figura 3 temos uma simulação da planta no domínio da frequência em malha fechada no Matlab, ao seu lado na Figura 4 temos os sinais de controle e de saída da planta cujos dados foram adquiridos via IDE Arduino, gráfico gerado via Matlab. Sabe-se que descasamentos entre a simulação HIL e o SFR, com a presença da planta e não do modelo emulado, ocorrerão devido ao atraso de amostragem e às condições numéricas pois há perda de informação na discretização, e pelo truncamento durante a execução. Sendo assim, um ajuste empírico dos parâmetros do modelo para conformidade entre tempos e magnitudes das plantas através dos coeficientes dos algoritmos implementados pode ser necessário.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados alcançados foram promissores, os trabalhos futuros podem evoluir para sistemas e algoritmos de controle mais complexos. A utilização de plataformas HIL como metodologia para validação de técnicas de controle apresenta inovação metodológica, uma vez que é uma solução que mostra tornar mais eficiente, barata, segura e rápida a etapa de desenvolvimento, a qual é crucial para competitividade e inovação das empresas que desenvolvem tecnologia.

#### **REFERÊNCIAS**

- [1] Lu, B., Wu, X., Figueroa, H., Monti, A., “A Low-Cost Real-Time Hardware-in-the-Loop Testing Approach of Power Electronics Control”, IEEE Transactions, vol. 54, p. 919-931, 2007.
- [2] Isermann, R., Schaffnit, J., Sinsel, S., “Hardware-in-the-Loop simulation for the design and testing of engine-control systems”, Control Engineering Practice 7, p. 643-653, 1999.
- [3] A. B. C. De Farias, R. S. Rodrigues, A. Murilo, R. V. Lopes and S. Avila, “Low-Cost Hardware-in-the-Loop Platform for Embedded Control Strategies Simulation”, IEEE Access, vol. 7.
- [4] Sarhadi, Pouria, and Samereh Yousefpour. "State of the art: hardware in the loop modeling and simulation with its applications in design, development and implementation of system and control software", International Journal of Dynamics and Control 3.4, p. 470-479. 2015.
- [5] RÖCK, S., “Hardware in the loop simulation of production systems dynamics”, Production Engineering, vol. 5, n. 3, p. 329-337, 2011.



## **DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA DE TESTES PARA PEÇAS DE USO EM MÁQUINAS DE EMPACOTAMENTO AUTOMÁTICO**

C. R. SCHMITZ<sup>1\*</sup>; J.C. OLIVEIRA<sup>1</sup>, L. F. HENNING<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IFSC Instituto Federal de Santa Catarina – Jaraguá do Sul Rau

luizh@ifsc.edu.br

**RESUMO:** Neste artigo apresenta-se o desenvolvimento de uma bancada de testes para peças de pós-venda utilizadas em máquinas de empacotamento automático, com o objetivo de garantir uma segurabilidade mais assertiva na qualidade das peças enviadas para os clientes. A realização deste projeto está vinculada a uma demanda específica registrada pelo Serviço de Atendimento ao Consumidor da empresa participante neste estudo. De acordo com o SAC, muitos clientes que adquiriam as peças alegavam que estas não haviam sido devidamente testadas e chegavam com problemas. De modo a sanar tal problema, foi proposto na sequência a realização de uma bancada afim de adaptação para realizar testes das mesmas, utilizando um clp da marca Omrom modelo nx1p2 para realizar a simulação em situação real de trabalho. O desenvolvimento da bancada é realizado com peças e estruturas totalmente reutilizadas de equipamentos obsoletos que seriam descartados pela empresa. Com a implementação da bancada pretende-se reduzir as reclamações enviadas até o SAC e aumentar a confiabilidade entre empresa e clientes, podendo até mesmo ser realizadas pesquisas sobre a durabilidade e período que deve ser realizado a manutenção das peças.

**Palavras-chave:** *Automação, teste, comprovação, soldabilidade.*

### **1 INTRODUÇÃO**

Devido a grande demanda de produtos alimentícios, a produtividade do processo de empacotamento requer equipamentos de alta performance produtiva, para empresas que fazem a utilização de empacotadoras deste segmento é de extrema importância fazer manutenções periódicas em seus equipamentos[1-3]. Se faz necessário uma forma de comprovar o teste real da qualidade das peças enviadas ao cliente, garantindo segurança nas especificações propostas, mantendo assim uma boa relação de confiança entre empresa e cliente[4].

Assim, foi proposto o desenvolvimento de uma bancada de testes automatizada através de um CLP controlado via IHM. A bancada foi construída com peças estruturais reutilizadas e equipamentos eletroeletrônicos que seriam descartados pela empresa.

A fim de promover os testes especificamente em conjuntos de mordaças e metais de solda, ambos itens que mais são gerados registro de insatisfação pelos clientes. Foram promovidos testes de comprovalidade do funcionamento energético, aquecimento, soldabilidade e durabilidade das partes que compõe o metal.

Desta forma foi realizado vídeo-teste e check-list do processo e em seguida enviado junto ao cliente comprovando a funcionalidade do equipamento. O controle de peças foi realizado através de um número gerado no extrato técnico da venda.





## 2 METODOLOGIA

Para simular o funcionamento real de metais de solda utilizados em empacotadoras automáticas, é apresentado neste projeto o desenvolvimento de uma bancada de testes com objetivo de garantir a comprobabilidade de testes. Para controle de acionamentos é utilizado um CLP da marca Omron, modelo nx1p2 controlado através de uma IHM Altus, modelo x2 base de 7 polegadas, uma fonte 24 V – 5A de tensão contínua para alimentar o sistema de comando. O aquecimento do metal é garantido através de um transformador monofásico sendo este acionado por um rele de estado sólido. O rele propriamente dito junto com o cilindro pneumático são comandados pela saída do CLP.

Para garantir a segurança do operador da bancada é dimensionado um rele de segurança Schmersal CAT3, integrado junto dois botões de emergência tipo trava, e válvula pneumática de despressurização do sistema pneumático, tomadas de 55 Amperes da marca Harting, para interligar as cordoalhas ao metal de solda. O procedimento de desenvolvimento da bancada, é primeiramente a atualização do projeto elétrico, dimensionando corretamente os componentes, sendo que a empresa onde a bancada será implementada possui diversos materiais considerados obsoletos, portanto a bancada é constituída inteiramente de componentes e estrutura reutilizáveis, estes que seriam descartados com o passar do tempo, assim é utilizado um painel elétrico antigo já considerado descartável pela empresa. A estrutura é dividida em duas partes, a bancada propriamente dita e o painel elétrico interligado a bancada através das tomadas de engate rápido.

A segunda etapa é a parte de corte e solda, este realizado por profissionais atuantes dentro da empresa, logo em seguida é enviado para pintura da parte externa das estruturas, o processo de acabamento é iniciado junto a fixação dos componentes elétricos e mecânicos na bancada (ver a figura 1).



Figura 1 – Montagem do painel da bancada de testes



Depois da revisão e dimensionamento dos componentes no painel elétrico, este é levado e fixado em uma caixa isolada. Nessa etapa é fixado a tela da IHM de 7 polegadas na porta do painel junto com os botões de controle. Com os componentes alocados, e a estrutura mecânica finalizada é realizado a inicialização do sistema elétrico, verificando se a tensão adequada está chegando até os devidos componentes com o auxílio do multímetro, ligando corretamente os componentes pode ser iniciado o processo de desenvolvimento do programa do CLP e da IHM. Assim no final todos os testes serão filmados e enviados junto com as peças pedidas para os clientes, caso seja solicitado. Será também enviado um check-list contendo a assinatura do responsável pelo teste.

O teste inicia-se primeiramente verificando o encaixe do metal no mordente do quadro. Em seguida os acionamentos são colocados em modo automático por cinco minutos. Passado esse tempo é feita a leitura da corrente elétrica que passa pelos filetes do metal de solda. Em seguida através de uma câmera termográfica infravermelha é verificado a temperatura que o metal alcançou. Depois dos processos descritos a cima é realizando o vídeo teste, por último todos os dados são anotados no check-list e enviado junto com o componente adquirido pelo cliente, figura 2.

<b>Cliente:</b> [REDACTED]	
<b>Pedido Número:</b> 110987	<b>Descrição:</b> Metal de solda DG4
<b>Corrente:</b> 46,62 A	<b>Temperatura:</b> 172,3° C
<b>Realizado Vídeo-teste?</b> (x) SIM ( ) NÃO	
<b>Responsável teste:</b> [REDACTED] / N° cadastro: 1704	

Figura 2 - modelo de check-list.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 2 meses e com a bancada sendo utilizada diariamente foi relatado pelo SAC da empresa que as insatisfações e as alegações por falta de teste em específico nos metais de solda tem diminuído cerca de 54%. Além realizar os testes de trabalho nos metais de solda, foi realizado teste de durabilidade dos materiais oferecidos pela empresa, um dos casos foi o teflon, responsável por dar o acabamento nas solda dos pacotes, foi constatado que a qualidade e durabilidade do teflon oferecido pela empresa é muito superior ao vendido no mercado nacional, tendo durabilidade quase duas vezes maior. Na figura 3 é visto um filete de metal que foi reprovado no teste pela bancada.

### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste projeto foi desenvolvido uma bancada de teste para assegurar qualidade no produto enviado para o cliente. Fundamentado nos resultados obtidos, pode possuir ainda mais funcionalidades, disponibilizando assim o surgimento de trabalhos futuros partindo da disposição deste projeto. Durante o desenvolvimento do projeto notou-se que a maior dificuldade envolveu as partes mecânica e componentes eletroeletrônicos obsoletos, a bancada tem seus acionamentos todos automatizados, porém como foram utilizados estruturas, peças e componen-



tes obsoletos, fazer com que a parte estrutural da bancada fosse adequada aos padrões de peças utilizados atualmente, como por exemplo os metais de solda vendidos nos dias de hoje, gerou a necessidade de muitos ajustes mecânicos, já na parte dos componentes eletroeletrônicos houve certa dificuldade em realizar o funcionamento requerido, devido muitos componentes antigos e fora de funcionamento, foi desafiador. Como melhorias futuras, sugeriu-se acrescentar um inversor de frequência e um contator para realizar testes em esteiras também vendidas pela empresa.



Figura 3 - Metal reprovado no teste da bancada

## REFERÊNCIAS

- [1] SILVA, Luis Henrique. **Embalagem para alimentos** / Luis Henrique Silva, - Universidade Estadual Paulista, 2013. Disponível em: <<http://www.santoandre.sp.gov.br/pesquisa/ebooks/360234.PDF>>. Acesso em 23 out 2021.
- [2] TRIGO, B. L. **Formação de operadores e otimização de operação de máquinas industriais de empacotar açúcar** / Bruno Lopes Trigo - ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2018.
- [3] OLIVEIRA, D. S; MAIA L. A; NERY, L. F. C; TORRE, M. F. C; COSTA D. O. **Planejamento e controle de manutenções aplicadas ao Processo de beneficiamento de arroz** / Delânio da Silva Oliveira; Iany de Assis Maia; LaraFernanda Cavalcante Nery; Mágda Ferreira Maia Torre; Daiane Oliveira da Costa - Universidade federal do ceará.
- [4] FELIZARDO, C. S. **DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA DE INSPEÇÃO DA QUALIDADE DE MONTAGEM DE PEÇAS DO SETOR AUTOMOTIVO**/ Carlos Eduardo Felizardo – IFSC Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, 2018.



## **Otimização em redes: problema do caminho mínimo utilizando o software LINDO**

G. ULBRICHT<sup>1</sup>, F. V. OSLKA<sup>1\*</sup>; M. E. FORMIGARI<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>*Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Jaraguá do Sul, Rau*  
*gerson.ulbricht@ifsc.edu.br*

**RESUMO:** Neste trabalho propõe-se desenvolver e implementar um modelo matemático para descrever o comportamento do caminho mínimo em diversas cidades. Dessa forma, busca-se modelar uma rede integrando todos os pontos a fim de determinar o menor caminho entre a origem e o ponto de destino mais distante, utilizando o método do caminho mínimo. Para tal, foram empregadas técnicas de otimização em problemas apresentados na literatura e buscando relacionar um problema real que possibilite utilizar os conhecimentos adquiridos. Para obtenção dos resultados utilizou-se o *software* LINDO para tomada de decisão.

**Palavras-chave:** Rede, Caminho Mínimo, *software* LINDO.

### **1 INTRODUÇÃO**

Ao longo dos anos houve o avanço da tecnologia e conseqüentemente impactou nos meios de produção como um todo. Busca-se sempre melhorar os processos produtivos e de entrega, obtendo o menor tempo de produção possível, tornando a execução mais eficiente e mais robusta, garantindo competitividade nos negócios. Através dessa necessidade de resolver esses problemas pode-se utilizar técnicas de otimização, dentre elas, a técnica de redes de caminho mínimo (LACHTERMACHER, 2016).

Azevedo (2019), através da implementação da técnica de caminho mínimo propõe encontrar o caminho mais curto entre dois nós de um grafo ou uma rede considerando a soma da distância de todos os arcos percorridos. Este problema é um dos clássicos da ciência da computação e objetiva diminuir custos logísticos, tempo de rotas de entrega, entre outros.

A literatura apresenta alguns artigos referentes a este problema. Silva (2017), propôs modelar uma rede contendo todos os pontos de entrega de uma Cooperativa e determinar o menor caminho entre a origem e o ponto de entrega mais distante. Haessler (1988), discutiu algumas abordagens para resolver tal problema.

O caso a ser estudado se trata de uma rede de cidades próximas no sul do Brasil. A fim de verificar a menor distância percorrida aplica-se a técnica de redes de caminhos mínimos, entre o ponto inicial sendo a cidade de Chapecó, localizada em Santa Catarina e Porto Alegre localizada no Rio Grande do Sul, sendo o ponto final. Dessa forma, as cidades foram interligadas por arcos que representam a distância entre os pontos. Sendo assim, por meio de algoritmos que



serão detalhados nos próximos tópicos, determinou-se o caminho mais curto a ser percorrido entre 11 cidades, através da utilização de um *software* de otimização denominado LINDO.

## 2 METODOLOGIA

Para realizar o estudo em questão, foi elaborada uma rede com os possíveis caminhos, representados por retas, e suas respectivas distâncias em km entre os nós (cidades), representados por retângulos. No total são onze cidades, que foram nomeadas, sendo Chapecó a origem e Porto Alegre o destino. A rede é apresentada na Figura 1.

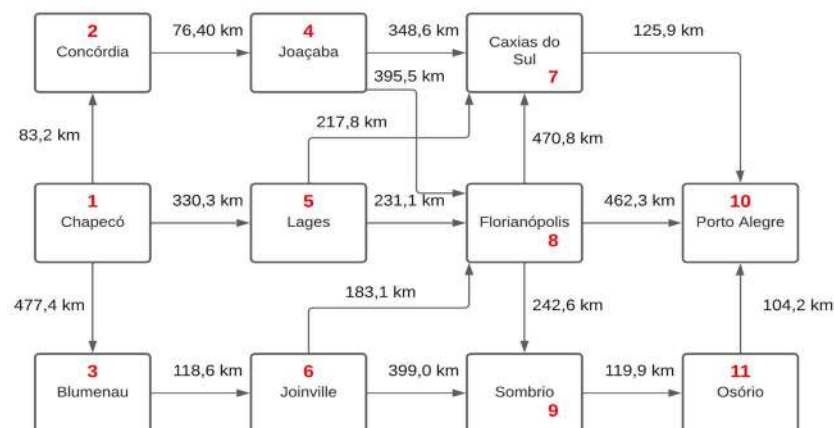


Figura 1 – Representação em rede.

Construída a rede, estes dados foram estruturados em um modelo matemático, para se chegar a um caminho mais curto com a utilização do *software* LINDO. Sendo assim, inicialmente, deve-se apresentar as variáveis de decisão, sendo  $x_{ij} = 1$  se o trecho da cidade  $i$  até a cidade  $j$  for utilizado e 0 caso contrário.

Com isso, foi definida a representação dos índices para cada cidade, sendo: 1 – Chapecó; 2 – Concórdia; 3 – Blumenau; 4 – Joaçaba; 5 – Lages; 6 – Joinville; 7 – Caxias do Sul; 8 – Florianópolis; 9 – Sombrio; 10 – Porto Alegre e 11 – Osório. Como exemplo, a representação do trecho Chapecó a Lages se dará pela variável  $x_{15}$ .

Dando continuidade, apresenta-se o modelo matemático, sendo esse, a função objetivo que se refere ao trajeto com menor distância a ser percorrida entre as cidades de Chapecó e Porto Alegre, sendo dada por:

$$\text{Min } z = 83.2x_{12} + 330.3x_{15} + 477.4x_{13} + 76.40x_{24} + 348.6x_{47} + 395.5x_{48} + 217.8x_{57} + 231.1x_{58} + 118.6x_{36} + 183.1x_{68} + 399.0x_{69} + 125.9x_{710} + 470.8x_{87} + 462.3x_{810} + 242.6x_{89} + 119.9x_{911} + 104.2x_{1011}$$



A partir disso, foram elaboradas as restrições, as quais estão sujeitas aos nós de saída e de chegada:

$$\text{Nó 1 (Saída): } x_{12} + x_{13} + x_{15} = 1$$

$$\text{Nó 8 (Chegada): } x_{710} + x_{810} + x_{1011} = 1$$

E aos nós intermediários:

$$\text{Nó 2: } x_{12} - x_{24} = 0$$

$$\text{Nó 3: } x_{13} - x_{36} = 0$$

$$\text{Nó 4: } x_{24} - x_{47} - x_{48} = 0$$

$$\text{Nó 5: } x_{15} - x_{57} - x_{58} = 0$$

$$\text{Nó 6: } x_{36} - x_{68} - x_{69} = 0$$

$$\text{Nó 7: } x_{47} + x_{57} + x_{87} - x_{710} = 0$$

$$\text{Nó 8: } x_{48} + x_{58} + x_{68} - x_{87} - x_{89} - x_{810} = 0$$

$$\text{Nó 9: } x_{69} + x_{89} - x_{911} = 0$$

$$\text{Nó 11: } x_{911} - x_{1011} = 0$$

A resolução do modelo através do *software* LINDO cujos resultados são apresentados no tópico a seguir.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aplicando-se os conhecimentos apresentados na metodologia, obteve-se o resultado para o estudo de caso, o qual é demonstrado na Figura 2.

```
BOUND ON OPTIMUM: 634.1000
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS=
LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION....

OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1) 634.1000

VARIABLE      VALUE      REDUCED COST
X12            1.000000      83.199997
X15            0.000000     330.299988
X13            0.000000     477.399994
X24            1.000000      76.400002
X47            1.000000     348.600006
X48            0.000000     857.799988
X57            0.000000     217.800003
X58            0.000000     693.400024
X36            0.000000     118.599998
X68            0.000000     645.400024
X69            0.000000     623.099976
X710           1.000000     125.900002
X87            0.000000      8.499988
X810           0.000000      0.000000
X89            0.000000      4.400006
X911           0.000000      0.000000
X1011          0.000000      0.000000
```

Figura 2 - Resultado do modelo matemático.



O resultado obtido indica que a rota escolhida apresenta uma distância de 634,10km, sendo percorrida pelas cidades correspondentes às variáveis que receberam valor 1, são elas  $x_{12}$ ,  $x_{24}$ ,  $x_{47}$  e  $x_{710}$ , sendo o trajeto: Chapecó → Concórdia → Joaçaba → Caxias do Sul → Porto Alegre.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo inicialmente proposto pelo trabalho foi atingido. Modelou-se uma rede contendo cidades próximas no sul do país e a determinação do menor caminho entre a origem e o ponto mais distante, utilizando o algoritmo do caminho mínimo modelado no software LINDO, onde foi possível verificar a eficiência do método quando aplicando a este tipo de problemática.

A resolução através do software LINDO se mostrou rápida e eficiente, além da leitura dos resultados ser clara quando se conhece as variáveis e o problema modelado junto das equações inseridas no *software*, facilmente identificaram-se os trechos que oferecem a menor distância para rota, bem como o valor obtido para a função objetivo, ou seja, a quilometragem da rota encontrada.

Com isso, o presente trabalho contribuiu para a área acadêmica, visto que propicia aos estudantes a oportunidade de pôr em prática o conteúdo visto em sala de aula por meio de pesquisas.

#### **REFERÊNCIAS**

AZEVEDO J. V., *et al.* Caminho mínimo de redes conectadas utilizando grafos. **Cereus**, Tocantins, v. 11, n. 3, p. 61-68, Novembro, 2019.

HAESSLER, R.W., (1988), "Selection and design of heuristic procedures for solving roll trim loss problems", *Management Science* 34 (12), 1460-1471.

LACHTERMACHER, Gerson. Pesquisa operacional na tomada de decisões. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. 188 p. ISBN 9788521630319.

SILVA, Jarbas. Otimização em redes utilizando o algoritmo do caminho mínimo para roteirização de uma cooperativa agropecuária. Encontro de engenharia de produção agroindustrial, 2017.



## **ESTUDO DA DEGRADAÇÃO EM MEIO SALINO DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE RECICLADO**

C. A. SUSKI<sup>1\*</sup>; P. R. HOFFMANN<sup>1</sup>; T. B. FREITAS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Instituto Federal de Santa Catarina*

\**cassio.suski@ifsc.edu.br*

**RESUMO:** Este artigo teve como objetivo comparar as propriedades mecânicas do polietileno de alta densidade (PEAD) reciclado submetido ao ensaio de névoa salina com PEAD reciclado não submetido ao ensaio de névoa salina. Foram confeccionados corpos de prova de PEAD reciclados por meio da trituração de embalagens, prensagem a quente em molde de alumínio e usinagem, formando assim, duas chapas nas quais foi possível fazer a usinagem dos corpos de prova de ensaio de tração. Os corpos de prova CP1 ao CP4, oriundos da primeira chapa e os corpos de prova CP5 ao CP10, oriundos da segunda chapa, foram divididos em grupo controle (não submetidos ao ensaio de névoa salina) e grupo variável (submetidos a 1000 horas de ensaio de névoa salina). Após o ensaio de névoa salina, realizou-se os ensaios de tração em todos os corpos de prova do grupo controle e do grupo variável, a fim de analisar a influência da névoa salina nas propriedades mecânicas do polímero. Os resultados mostram a redução das propriedades mecânicas do PEAD após exposição em câmara de névoa salina, sugerindo que houve um processo de degradação por cisão da sua cadeia polimérica.

**Palavras-chave:** Polietileno de Alta Densidade, Propriedades Mecânicas, Reciclagem.

Instituição de fomento: IFSC, CNPq.

### **1 INTRODUÇÃO**

Os polímeros, em geral, têm ganhado grande importância no meio comercial devido às suas propriedades mecânicas, entretanto, o mesmo possui grande resistência biodegradável e degradação lenta, o que torna o descarte excessivo desse material uma grande problemática que pode acarretar em vários impactos ambientais (BABETTO *et al*, 2015).

Diversos autores têm se referido aos efeitos da radiação solar como principal agente de degradação dos materiais expostos e que os polímeros, sob exposição prolongada à intempérie, sofrem degradação polimérica pelos efeitos térmicos e pela radiação ultravioleta (UV) (RONKAY *et al*, 2021). No entanto, são raros os estudos que tenham mencionado a degradação de PEAD por meio salino e úmido, uma vez que esse tipo de ação é classificada como lenta, já que levariam anos para que tais efeitos pudessem ser observados.





Com base no exposto, o presente artigo tem como objetivo analisar a degradação de polímeros de alta densidade (PEAD) por meio da salinização e umidade, a fim de estudar a influência destes parâmetros na estrutura do material e, conseqüentemente, nas suas propriedades mecânicas.

## **2 METODOLOGIA**

A metodologia baseou-se na análise da influência da salinidade nas propriedades mecânicas do PEAD reciclado, na qual 50% das amostras foram submetidas ao ensaio névoa salina e outros 50% sem o ensaio. Os corpos de prova foram confeccionados por meio de trituração, prensagem a quente e usinagem. Foram produzidas duas chapas por meio da prensagem a quente em um molde de alumínio, onde uma das chapas foi utilizada para a usinagem de 8 corpos de prova de ensaio de tração e com a segunda chapa foram usinados 12 corpos de prova de ensaio de tração, totalizando 20 corpos de prova.

Os corpos de prova foram separados em corpos de prova (CP1 ao CP4), oriundos da primeira chapa e em corpos de prova (CP5 ao CP10), oriundos da segunda chapa, assim como estes corpos de prova também foram divididos em grupo controle (não submetidos ao ensaio de névoa salina) e grupo variável (submetidos ao ensaio de névoa salina). O ensaio de névoa salina foi realizado, no grupo variável, com 5% de NaCl, conforme a norma ABNT-NBR-8094-SS, totalizando 1000 horas de ensaio com a temperatura da câmara sendo 35 °C, temperatura do saturador 45 °C e a pressão interna da câmara de 1 kgf/cm<sup>2</sup>.

Após o ensaio de névoa salina, realizou-se o ensaio de tração em ambos os grupos de corpos de prova, de acordo com a norma ASTM D638, a uma velocidade de 50 mm/min. As propriedades mecânicas analisadas foram tensão de escoamento, tensão na força máxima e módulo de elasticidade. A análise dos dados obtidos foi realizada por meio de média aritmética por grupos de corpos de prova e por chapa que originou os corpos de prova, assim como foram calculados os parâmetros estatísticos, a fim de avaliar as correlações entre os grupos.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ensaio de tração dos corpos de prova mostrou resultados diferentes entre as propriedades mecânicas do grupo controle e do grupo variável (tabela 1), indicando uma inexistência de correlação, especialmente pela análise da média e do desvio padrão. Os valores médios da tensão de escoamento (MPa) oriundos da chapa 1 (CP1-CP4) e da chapa 2 (CP5-CP10), assim como as barras de erro atribuídas ao seu respectivo desvio padrão são observados na figura 1. Pode-se perceber uma diferença das propriedades mecânicas entre as figuras 1a e 1b devido ao processo de fabricação das chapas 1 e 2, onde o material triturado proveniente de materiais reciclados foi prensado com diferentes pressões para cada chapa. A redução na tensão de escoamento, na tensão de força máxima e no módulo de elasticidade, entre o grupo controle e o grupo variável, foi de 10, 10 e 16% para os corpos de prova (CP1-CP4) e 17, 7 e 11% para os corpos de prova (CP5-CP10), respectivamente.

**Tabela 1:** Dados obtidos do ensaio de tração.

Propriedades Mecânicas	Ensaio de Tração							
	Sem Névoa Salina (Grupo controle)				Com Névoa Salina (Grupo variável)			
	CP1 ao CP4		CP5 ao CP10		CP1 ao CP4		CP5 ao CP10	
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
Tensão de Escoamento (MPa)	3,45	0,1567	5,63	0,33	3,11	0,11	4,68	0,37
Tensão de Força Máxima (MPa)	11,15	0,59	16,01	0,39	10,07	0,28	14,86	0,34
Módulo de Elasticidade (MPa)	455,34	29,94	597,70	39,26	384,48	29,80	530,55	23,50

\*Fonte: Arquivo dos autores.

Esta redução após a exposição à névoa salina por 1000 horas sugere um processo de degradação da sua cadeia polimérica. Estudos de degradação de polímeros (BELMONTE, 2020; GHAZI *et al*, 2018; LODI, ZORNBERG, 2007) mostram que as cadeias poliméricas são atacadas pela exposição aos raios ultravioletas onde a mesma provoca reações que alteram a estrutura molecular do polímero causando oxidações e/ou cisão das suas cadeias, o que causa interferência em seus aspectos mecânicos, acelerando a degradação desse material. Outros estudos mostram ensaios de névoa salina realizados em aços revestidos com epóxi poliéster onde resultou a formação de bolhas, perda de massa e de aderência pelo revestimento após o ensaio de névoa salina após 2246 horas, também de acordo com a norma ASTM B117 (AKINCI, 2009).

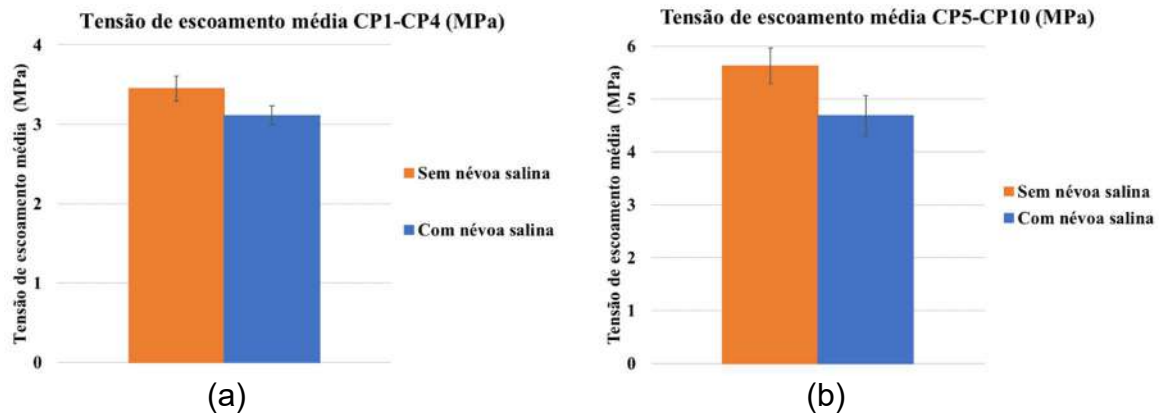


Figura 1 - Tensão de escoamento média (MPa) dos CP1-CP4 (a) e dos CP5-CP10 (b).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados nesse estudo mostram a redução das propriedades mecânicas do PEAD após exposição de 1000 horas em câmara de névoa salina, sugerindo que houve um processo de degradação por cisão da sua cadeia polimérica, o que significa que o peso molecular diminuiu e, como resultado também reduz as propriedades mecânicas de tensão de escoamento, tensão na força máxima e módulo de elasticidade do polímero estudado.

#### REFERÊNCIAS

- AKINCI, A. **The Salt Spray Corrosion of Polymer Coating on Steel**. Arabian Journal for Science and Engineering, v. 34, p. 139-145, 2009.
- BABETTO, A. S.; AGNELLI, J. A. M.; BETTINI, S. H. P. **Avaliação de sistemas pró-degradantes na degradação termooxidativa do PEAD**, *Polímeros*, v. 25 p. 68–76, 2015.
- BELMONTE, G. K. **Explorando a Radiação Eletromagnética Na Modificação Superficial De Polímeros: Da Degradação À Litografia Euv**. 2020, 172p. Tese (Doutorado em Ciência dos Materiais) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul Programa – UFRS, Porto Alegre.
- DUARTE, I. S.; TAVARES, A. A.; LIMA, P. S.; ANDRADE, D. L. A. C. S.; CARVALHO, L. H.; CANEDO, E. L.; SILVA, S. M. L. **Chain extension of virgin and recycled poly(ethylene terephthalate): Effect of processing conditions and reprocessing**, v. 124, v. 26-34, 2016.
- GERE, D.; CZIGANY, T. **Future Trends of Plastic Bottle Recycling: Compatibilization of PET and PLA**. Polymer Testing, v. 81, p. 106-160, 2020.
- GHAZI, D.; EL-HITI, G. A.; YOUSIF, E.; AHMED, D. S.; ALOTAIBI, M. H. **The Effect of Ultraviolet Irradiation on the Physicochemical Properties of Poly(Vinyl Chloride) Films Containing Organotin(IV) Complexes as Photostabilizers**. *Molecules* (Basel, Switzerland), v. 23, p. 254, 2018.
- IÑIGHEZ, M. E.; CONESA, J. A.; FULLANA, A. **Recyclability of four types of plastics exposed to UV irradiation in a marine environment**, *Waste Management*, v. 79, p. 339–345, 2018.



## Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão:

Fortalecendo o conhecimento  
científico e tecnológico

IFSC Câmpus Jaraguá do Sul – Rau

**26 e 27/10 de 2022**

LODI, P. C.; ZORNBERG, J. G. **Degradação Ultravioleta de Geomembranas Poliméricas**, VI Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental e V Simpósio Brasileiro de Geossintéticos, p. 1–6, 2007.

RONKAY, F.; MOLNAR, B.; GERE, D.; CZIGANY, T. **Plastic Waste from Marine Environment: Demonstration of Possible Routes for Recycling by Different Manufacturing Technologies**. Waste Management (New York, N.Y.), v. 119, p. 101–110, 2021.



## **O CONVERSOR FLYBACK E SEU USO EM UMA FONTE CHAVEADA PARA ALIMENTAÇÃO DE CELULARES E NOTEBOOKS**

D. O. A. BUBLITZ<sup>1\*</sup>, J. C. L. DE OLIVEIRA<sup>2</sup>, L. F. HENNING<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>IFSC-RAU

\**daisybublitz20@hotmail.com*

**RESUMO:** Esse artigo trata da realização do protótipo de uma fonte chaveada que utiliza o conversor Flyback, pois apresenta a possibilidade de fornecer múltiplas saídas. O objetivo é fornecer na primeira saída a tensão de 20 V e corrente elétrica de 2,5 A para o carregamento de notebooks. Na segunda saída fornecerá 5 V e corrente elétrica de 2 A para alimentar celulares. Haverá também uma terceira saída de 15 V e corrente elétrica de 50m A para alimentar o circuito de comando. As saídas funcionarão simultaneamente. Após os cálculos efetuados, obteve-se como resultado da simulação em software os valores desejados para as saídas projetadas. Conclui-se então que os componentes foram dimensionados de forma correta.

**Palavras-chave:** Flyback, Conversor, Eletrônica de Potência.

### **1 INTRODUÇÃO**

Tem-se como objetivo do presente trabalho criar um dispositivo com uma fonte chaveada para alimentar um celular e um notebook simultaneamente, com as tensões e correntes de 5 V e 2 A e 20 V e 2,5 A, respectivamente. A terceira saída será projetada para fornecer a tensão de 15 V e uma corrente de 50m A, esta servirá de alimentação para o circuito de controle. O presente projeto funcionará com a combinação de circuitos que na primeira etapa será composta por um circuito retificador, pois a tensão de entrada é de 220 V em tensão em corrente alternada (VCA), com a frequência de 60 Hz.

A segunda etapa será um circuito de comando composto por um transistor MOSFET, com frequência de comutação de 50k Hz, com o objetivo de acionar o transformador. Então a tensão retificada na primeira etapa, que será de 311 V em tensão em corrente contínua (VCC), servirá de entrada para o transformador de isolamento do conversor Flyback.



O retificador com filtro capacitivo foi o primeiro circuito projetado na etapa de potência. Uma ponte retificadora de tensão transforma uma tensão alternada em contínua. A tensão retificada é necessária, pois o Flyback é uma topologia de conversor CC-CC. Esta tensão servirá de entrada para o transformador de isolamento do conversor Flyback.

Além de ter a opção de múltiplas saídas, muitas são as vantagens de utilizar um conversor CC-CC Flyback. Conforme Barbi (2007, p. 67) as características gerais das fontes deste tipo são: Baixo custo; aceita grande variação da resistência de carga; propicia isolamento entre a entrada e a saída; boa regulação cruzada; dispensa indutor de filtragem; no modo de condução descontínua, permite o emprego de diodos lentos no estágio retificador; resposta rápida e é fácil de ser estabilizada, por apresentar um pólo simples na função de transferência.

Tomando-se por base todas as características apresentadas, a fonte chaveada do tipo Flyback, em condução descontínua, é amplamente utilizada para potências abaixo de 100W.

## 2 METODOLOGIA

O projeto foi dividido em quatro etapas principais. A primeira etapa consiste nos cálculos feitos no *software SmathStudio* para: projeto da fonte, projeto do transformador, número de espiras secundários, capacitores, corrente de pico nos enrolamentos secundários, RSE máxima dos capacitores, seção dos condutores, número de condutores em paralelo, dimensionamento dos diodos, dimensionamento da chave, a possibilidade de execução, circuito retificador, circuito grameador, circuito soft starter, dissipador de calor e circuito de controle.

A segunda etapa consiste na simulação dos circuitos no *software PSIM*. Na terceira etapa realizou-se a elaboração do protótipo. Na Figura 1 está o *layout* do protótipo.



Figura 1: Protótipo



Na quarta etapa realizou-se as medições nas saídas da fonte. Pode-se verificar as equações de projeto, a lista de componentes, os circuitos e o *layout* da placa no vídeo de apresentação.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta etapa foram realizadas as simulações no *software* PSIM e as medições no protótipo. Para testar a atuação do circuito do controle aplicou-se uma perturbação no sistema retirando parte da resistência de carga da saída controlada no tempo de 3 ms. A atuação do sistema de controle estabilizou a tensão controlada para 20 V na saída 01. Mesmo com a alteração da carga, o controlador conseguiu reestabelecer o nível de tensão para um valor próximo ao obtido antes da perturbação.

Foram realizadas dez medições em cada saída do protótipo. A tabela 2 demonstra os valores médios, máximos e mínimos de tensão. Também demonstra o percentual da variação da tensão nas saídas secundárias em regime permanente:

**Tabela 2:** Média dos Valores de Tensão.

Saída	Tensão máx. (V)	Tensão mín. (V)	$\Delta V(\%)$
Vaux	14,818	14,705	0,76
V01	19,990	19,836	0,80
V02	7,059	6,898	2,28

\*Fonte: O autor.

Verificou-se nos dados da tabela 2 que a ondulação de tensão na saída da fonte ficou abaixo dos 5% especificados nos requisitos de projeto. A tensão especificada para a saída V02 é de 5 V e observou-se um valor médio, medido próximo de 7 V. Esta divergência origina-se do arredondamento no número de espiras do enrolamento secundário. O cálculo resultou em um número de espiras de 2,24, então optou-se por arredondar o resultado para o valor superior. Esse arredondamento resultou em uma tensão de saída acima do especificado.



Antes da elaboração do protótipo realizou-se uma nova simulação no *software* PSIM, arredondando-se para o valor inferior, com 2 espiras. Obteve-se como resultado um valor médio de 4,45 V.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo inicial de criar um dispositivo com uma fonte chaveada para alimentar um celular e um notebook simultaneamente, com as tensões de 5 V e 20 V respectivamente foi realizado parcialmente. As saídas 1 e 2 obtiveram respectivamente os valores máximos de tensão de 19,99 V e 7,05 V. A saída 01, destinada a alimentar um notebook ficou dentro da margem de erro especificada inicialmente. A saída 02 ficou com um valor 41% maior devido ao arredondamento no número de espiras. Para buscar obter a tensão desejada no projeto, pode-se utilizar outra bitola de fio ou mudar o tamanho do núcleo e refazer os cálculos.

Portanto os objetivos foram alcançados e o aprendizado obtido sobre o conversor Flyback foi muito proveitoso. Uma fonte chaveada utilizando o conversor Flyback mostrou-se uma boa alternativa para a finalidade que foi projetado.

#### **REFERÊNCIAS**

BARBI, Ivo. Eletronica de potência: projetos de fontes chaveadas. Edição 2. Editora, Ed. do autor, 2007.

DE OLIVEIRA, Júlio Cesar Lopes. Projeto e Estudo de um Conversor CA/CC de Alta Potência, 14,4 V E 300 A para Aplicações Automotivas. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2014.

DE MATOS, Renato, MARTINS, Roselane Cristina. Fonte Chaveada Flyback. Instituto Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2009.





## **APLICAÇÃO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS PARA AUMENTO DA VIDA ÚTIL DE MAMÕES E BANANAS**

G. C. SLAVIERO<sup>1\*</sup>, G. F. DE CASTRO<sup>1</sup>, J. C. GRANDO<sup>1</sup>, S. J. ANGHINONI<sup>1</sup>, A. M. CENCI<sup>1</sup>, A. SILVA<sup>1</sup>,  
M. M. SIMIONATO<sup>1</sup>, P. P. DOS SANTOS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC; <sup>2</sup>Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS

\*gabriellyslaviero@gmail.com

**RESUMO:** As frutas, de maneira geral, são altamente perecíveis, com o objetivo de aumentar a vida útil de mamões e bananas foram produzidos dois filmes biodegradáveis, os quais foram aplicados como coberturas nas cascas destas frutas. Após a aplicação, as frutas foram observadas e comparadas com um grupo controle. As frutas que receberam a aplicação dos filmes biodegradáveis demoraram mais para apresentar sinais de decomposição.

**Palavras-chave:** Frutas, Durabilidade, Filmes.

Instituição de fomento: Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC – PROPPI/DAE.

### **1 INTRODUÇÃO**

As frutas, de maneira geral, são altamente perecíveis, assim algumas técnicas são estudadas com o propósito de aumentar a vida útil, uma destas técnicas é a aplicação de filmes biodegradáveis na superfície das frutas. De acordo com Watada e Qi (1999, apud ASSIS; BRITTO, 2014, p. 93) o filme formado através da aplicação do revestimento, possibilita reduzir a permeação dos tecidos intactos, promover o preenchimento parcial de aberturas no tecido dermal, atuando significativamente na redução da transferência de umidade (transpiração) e nas trocas gasosas (respiração), diminuindo a velocidade de amadurecimento. Como o processo de maturação está associado a um aumento na produção de etileno e considerando-se que O<sub>2</sub> exógeno é necessário para a esta produção, a redução da permeação de O<sub>2</sub> para o interior da fruta acarretará em uma correspondente redução na produção de etileno, permitindo o prolongamento da vida da fruta. Assim, foram produzidas e aplicadas duas formulações destes filmes, com o objetivo aumentar a vida útil de mamões e bananas.



## **2 METODOLOGIA**

A pesquisa e experimentos foram realizados por discente do Ensino Médio Integrado do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Chapecó, em ambiente doméstico devido à pandemia. As duas formulações testadas foram denominadas F1 e F4, onde a formulação F1, considerada uma fórmula caseira, foi produzida conforme vídeo disponibilizado no Youtube (BIOFILME, 2015), sendo composta por 1/4 de xícara de amido, 1 colher de chá de gelatina sem sabor e 1 litro de água. A formulação F4, considerada uma fórmula laboratorial, foi elaborada conforme Barros et al. (2019), com modificações, sendo composta por 50g de fécula de mandioca e 1 litro de água deionizada. Para as duas formulações, foram utilizadas a técnica de gelatinização do amido, iniciando com a suspensão dos ingredientes na água, e posteriormente mantendo a mistura em agitação, com a temperatura em torno de 70°C controlada através de termômetro digital tipo espeto. Após, as formulações permaneceram em temperatura ambiente até atingir 30°C, em seguida foram aplicadas em frutas com um pincel culinário de forma a cobrir completamente a superfície. Para os testes foram utilizadas 9 bananas e 9 mamões, sendo 3 bananas e 3 mamões para cada grupo (controle, F1 e F4). As frutas do grupo controle não receberam a adição de cobertura, foram utilizadas para fins de comparação. As frutas foram avaliadas visualmente por sete dias em relação ao escurecimento da casca, presença de bolores e liberação de líquido.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Sete dias após a aplicação dos filmes, as frutas do grupo controle apresentaram a casca enrugada, textura mole com indícios de apodrecimento (bolor, liberação de líquidos, e larvas). Já as amostras de banana e de mamão que receberam a cobertura do filme biodegradável se apresentaram conservadas, com texturas e odor semelhantes ao da fruta fresca. As bananas do grupo controle, no quarto dia, apresentavam sinais de apodrecimento (escurecimento da casca e liberação de líquido), enquanto no grupo F1 apresentaram leve escurecimento da casca e no grupo F4 permaneceram inalteradas. No quinto dia, as bananas do grupo controle estavam com



aparência fosca e aumento na liberação de líquido, enquanto no grupo F1 percebeu-se amadurecimento e textura mais mole, no grupo F4 observou-se um leve escurecimento. No sexto dia as bananas do grupo controle apresentavam larvas, as do grupo F1 estavam maduras ainda em condições de consumo e o grupo F4 estava sem sinais de decomposição, conforme mostra a Figura 1. Com relação aos mamões, no grupo controle, no terceiro dia observou-se o início de liberação de líquido, enquanto os mamões dos grupos F1 e F4 não apresentaram alterações. No quinto dia, o grupo controle apresentou escurecimento da casca e amolecimento, os grupos F1 e F4 apresentaram leve amadurecimento. No sexto dia, o grupo controle apresentou bolores e demais sinais de apodrecimento, já F1 apresentou perda de brilho e o F4 demonstrou início de bolores nas pontas, conforme pode ser observado na Figura 1.

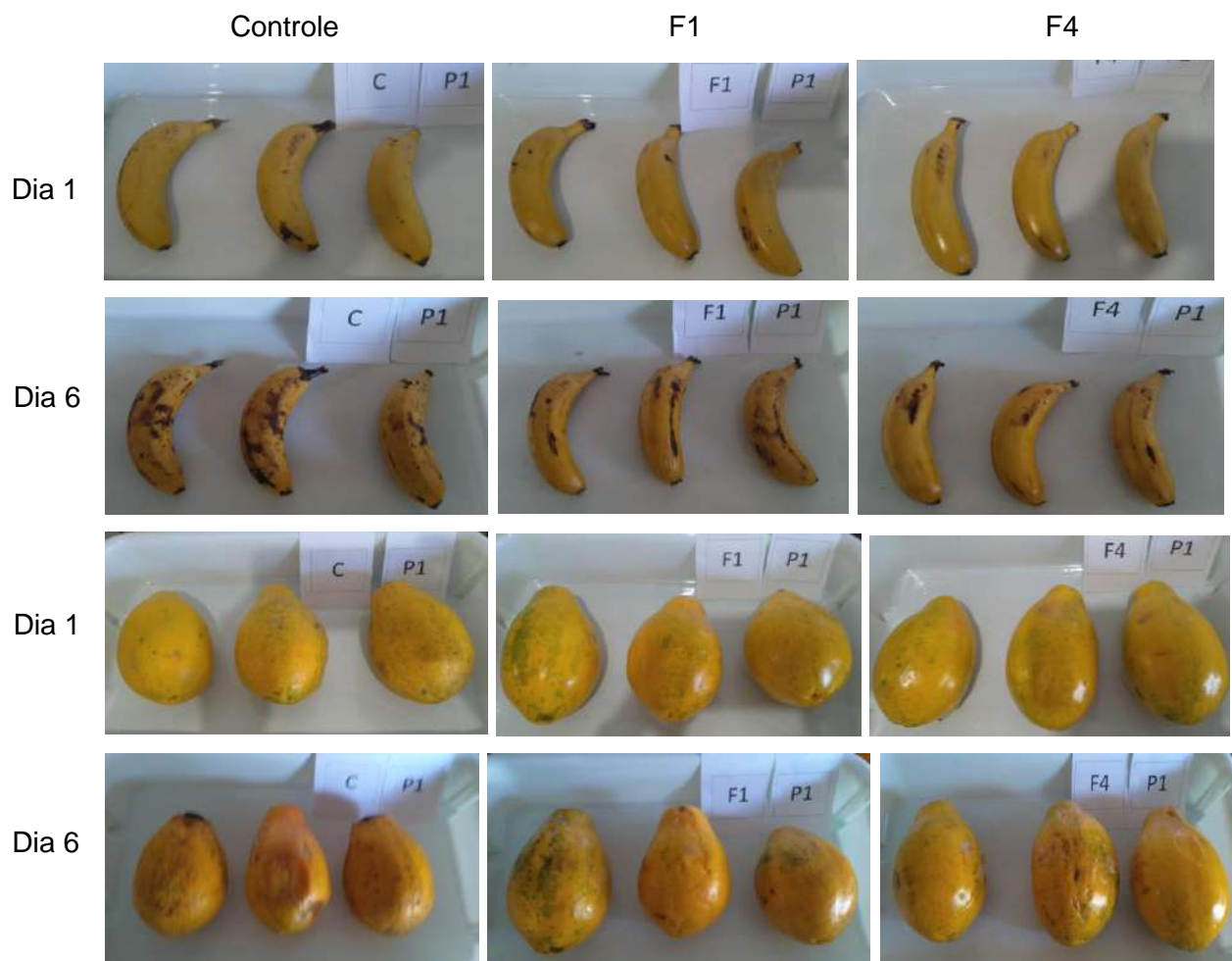


Figura 1: Comparação dos sinais de decomposição entre os grupos Controle, F1 e F4.



#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Assim, a utilização do filme biodegradável como cobertura mostrou-se satisfatória no que diz respeito a preservação e conservação das frutas testadas, pois ambas apresentaram maior durabilidade comparadas ao controle, não houve diferença perceptível na comparação entre as formulações. O método mostrou-se prático e econômico, o que é viável para uso em ambiente doméstico. Também houve contribuição na formação acadêmica dos estudantes, possibilitando aprimorar a leitura, método e escrita científica. A relação pesquisa, ensino e extensão está presente, sendo o ensino caracterizado no estudo de artigos e materiais bibliográficos e na relação destes conhecimentos com a química e a biologia, a pesquisa ocorre através da leitura, método e escrita científica e a extensão com a divulgação destes resultados através da publicação em evento científico.

#### **REFERÊNCIAS**

- ASSIS, Odilio Benedito Garrido; BRITTO, Douglas. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 17, n. 2, p. 87-97, abr./jun. 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/275694771\\_Revisao\\_coberturas\\_comestiveis\\_protetoras\\_em\\_frutas\\_fundamentos\\_e\\_aplicacoes](https://www.researchgate.net/publication/275694771_Revisao_coberturas_comestiveis_protetoras_em_frutas_fundamentos_e_aplicacoes). Acesso em: 10 dez. 2020.
- BARROS, Will Kenned Fontinele Conceição et al. Utilização De Revestimentos Alternativos a Conservação Pós-colheita de Mamão 'Sunrise Solo'. **Agri-environmental Sciences**, v. 5, 6 nov. 2019. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/agri-environmental-sciences/article/view/1205>. Acesso em: 07 dez. 2020.
- BIOFILME caseiro de amido aumenta a durabilidade das frutas, 2015. 1vídeo (9min). Publicado pelo Canal Caroline Martins Calisto. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=Aj0VC5INnmM&feature=youtu.be&ab\\_channel=CarolineMartinsCalisto](https://www.youtube.com/watch?v=Aj0VC5INnmM&feature=youtu.be&ab_channel=CarolineMartinsCalisto). Acesso em: 07 jul. 2020.



## **SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DO AQUECIMENTO, POR EFEITO JOULE, EM COLMEIAS DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO**

C.E.J. de FREITAS<sup>1\*</sup>; L.W.R. PONTES<sup>1</sup>; A. J. ANTONIETTI<sup>1</sup>; M. C. SEDREZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IFSC Câmpus Jaraguá do Sul-Rau; <sup>2</sup>IFSC Câmpus Florianópolis

\* [claudio.ejf@aluno.ifsc.edu.br](mailto:claudio.ejf@aluno.ifsc.edu.br)

**RESUMO:** A transferência de calor está presente, praticamente, em todos os segmentos da engenharia e pode ser aplicada em ações de conservação do meio ambiente, como das inúmeras espécies de abelhas-sem-ferrão (ASF). Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo simular computacionalmente o aquecimento indireto de caixas para colmeias de ASF. Na execução deste trabalho foi realizada uma intensa pesquisa bibliográfica, em sites, livros e artigos científicos, sobre a biologia das ASF e formas de aquecimento por Efeito Joule. Após a realização da pesquisa, foram definidos os materiais e as dimensões da caixa para a simulação computacional, bem como o método de aquecimento por Efeito Joule a ser empregado. Os resultados obtidos possibilitaram a definição da temperatura interna ótima do enxame, em 30°C, sendo o aquecimento por Efeito Joule através de resistores de fio níquel-cromo considerado a forma mais adequada. Os resultados da simulação computacional corroboraram com a hipótese deste trabalho, fornecendo campos de temperatura que confirmam a possibilidade de se criar uma barreira térmica eficiente para evitar a perda de calor do enxame sem que haja interferência direta na temperatura interna da caixa, isto é, a temperatura interna da caixa, com o aquecimento, não ultrapassa a temperatura ótima para a colmeia. Os valores fornecidos pela simulação também possibilitaram obter uma equação capaz de relacionar a temperatura interna da caixa racional ( $T_{ext}$ ), com a tensão de alimentação de cada resistor ( $U$ ), o que, em um sistema real, possibilita variar-se a quantidade de calor gerada dependendo das condições térmicas externas à caixa.

**Palavras-chave:** Campo de Temperaturas, Transferência de Calor, Abelhas-sem-ferrão.

Instituição de fomento: IFSC.

### **1 INTRODUÇÃO**

Especialmente, nas regiões mais frias do Brasil, como o Sul e Sudeste, as baixas temperaturas trazem sempre uma grande preocupação para os meliponicultores, pois estão associadas ao enfraquecimento e morte de colônias de abelhas nativas sem ferrão (ASF). Por outro lado, a transferência de calor está presente em praticamente todos os segmentos da engenharia e pode ser aplicada também em ações visando à conservação do meio ambiente, mais especificamente, das espécies de ASF. Considerando-se estes fatos, formulou-se o seguinte problema: como utilizar o aquecimento artificial para auxiliar na termorregulação de enxames de ASF, sem interferir diretamente na temperatura interna do ninho?



Assim, tem-se a hipótese de que a simulação computacional de uma condição de aquecimento por Efeito Joule, pode fornecer dados importantes para que se possa criar na prática, uma barreira térmica artificial entre o interior e o exterior das colmeias, contribuindo com a termorregulação do enxame, sem que haja a interferência direta na temperatura interna da caixa.

## 2 METODOLOGIA

Na execução deste trabalho foi realizada uma intensa pesquisa bibliográfica, em sites, livros e artigos científicos, sobre a biologia das ASF e formas de aquecimento por Efeito Joule. Após a realização da pesquisa, foram definidos os materiais e as dimensões da caixa (Fig. 1) para a simulação computacional, bem como a forma de aquecimento a ser empregada (resistores de fio níquel-cromo), de acordo com espaço disponível entre as paredes da caixa. As propriedades dos materiais que compõe a caixa e do ar atmosférico, foram extraídas de Gérard et al. (2017) e indicada pelo próprio software, respectivamente. O coeficiente convectivo ( $h$ ) considerado, externo à caixa, foi de  $25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , valor limite apresentado por Bergman et al. (2014) para a convecção natural em gases. A parte interna da caixa, onde fica o ninho das abelhas, foi considerada como um espaço tomado por ar, com temperatura média de  $30^\circ\text{C}$  (BECKER, 2014). A superfície inferior da caixa não foi considerada como uma superfície de convecção, visto que grande parte desta superfície está em contato com o suporte de sustentação da caixa racional, não sendo exposto a tal fenômeno.

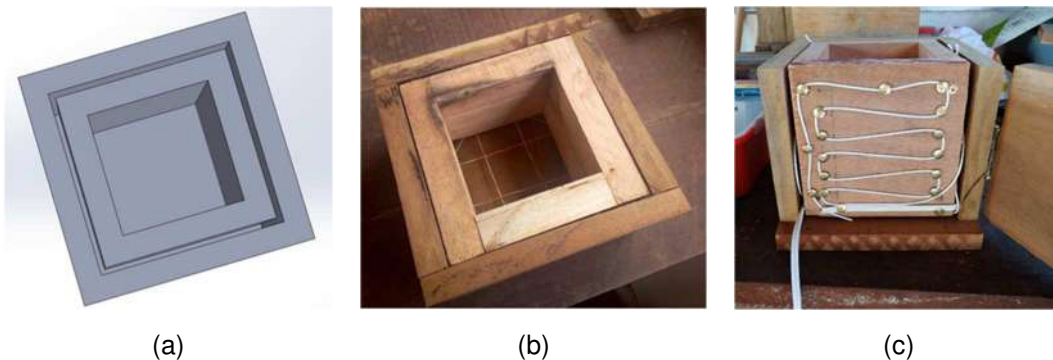


Figura 1: (a) Projeto executado no Solidworks; (b) Caixa racional já utilizada no meliponário; (c) Posicionamento dos resistores de fio níquel-cromo em cada face da caixa. Fonte: Fotografia dos autores (2021).



Como forma de se obter uma estimativa inicial do campo de temperaturas da caixa com aquecimento, utilizou-se o software *SolidWorks Simulation* para a aplicação das condições de contorno e solução do problema através do Método dos Elementos Finitos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas simulações computacionais possibilitaram estabelecer uma relação entre a temperatura externa e a tensão aplicada no resistor. Observou-se que, quanto menor a temperatura do ambiente externo, maior foi a tensão necessária para manter a temperatura da interface resistor/caixa na ordem de 29°C (para que não ocorra interferência direta na temperatura interna). Essa relação entre temperatura externa e tensão é demonstrada por:

$$U = -0,0011 T_{ext}^2 - 0,1646 T_{ext} + 8,7086 \quad (1)$$

Teoricamente, se  $T_{ext} = -5^\circ\text{C}$ , a tensão aplicada no resistor, para se obter uma temperatura na interface da ordem de 29°C, deverá ser de 9,5V. A Fig. 2 apresenta os comparativos do campo de temperaturas da caixa para os valores de  $T_{ext}$  considerados, quando aplicada a devida taxa de calor ( $q$ ) em cada uma das faces da caixa.

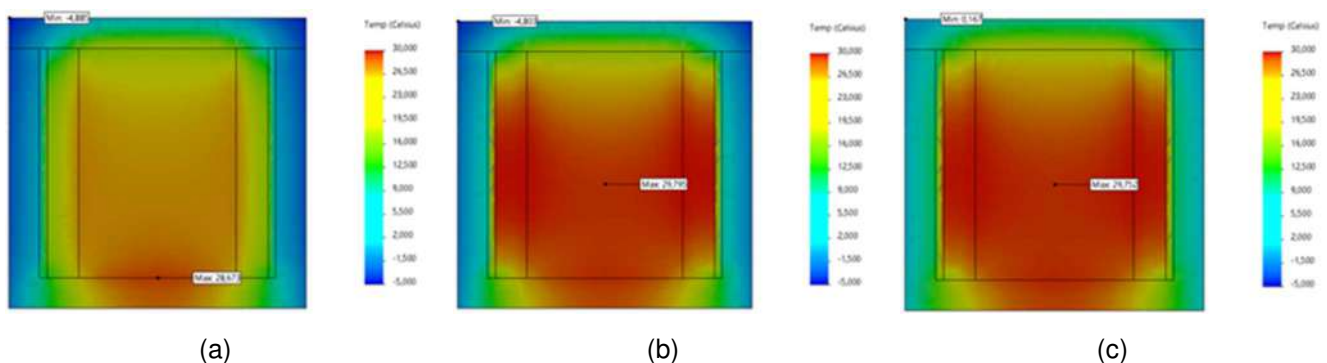


Figura 2: Caixa racional em corte, evidenciando o campo de temperaturas para: (a)  $T_{ext} = -5^\circ\text{C}$ , sem aquecimento; (b)  $T_{ext} = -5^\circ\text{C}$ , com aquecimento; (c)  $T_{ext} = 0^\circ\text{C}$ , com aquecimento. Fonte: Autores (2021).

Observou-se que, para o caso sem aquecimento (Fig. 5a), a temperatura do interior do ninho cai significativamente, indicando que as ASF teriam que trabalhar mais e, conseqüentemente, consumir mais alimento para manter a temperatura do ninho constante em 30°C. Em todos os testes com aquecimento é possível observar-se que a face superior da caixa, mesmo não apresentando resistor, permanece a uma temperatura próxima aos 20°C. Ou seja, o



empuxo gerado pela diferença de massa específica do ar quente no interior da caixa é suficiente para manter essa superfície aquecida. Ao observar o campo de temperaturas na face inferior, considerada sem convecção, as temperaturas também são aceitáveis, indicando que não há necessidade de aquecimento nesta face.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O aquecimento por Efeito Joule através de resistores de fio níquel-cromo foi considerado a forma mais adequada, pois possibilita uma distribuição de calor mais uniforme nas superfícies instaladas, facilitando a aplicação das condições de contorno nas laterais de aquecimento da caixa racional.

Os resultados da simulação computacional corroboraram com a hipótese deste trabalho, fornecendo campos de temperatura que confirmam a possibilidade de se criar uma barreira térmica eficiente para evitar a perda de calor do enxame sem que haja interferência direta na temperatura interna da caixa. Além de criar uma barreira térmica à saída de calor, o aquecimento possibilita que as ASF executem um processo de termorregulação mais brando. Outra possível vantagem deste processo é um menor esforço físico por parte das abelhas, resultando na redução da mortalidade, diminuição do consumo de alimento e uma maior produtividade de mel para o meliponicultor.

#### **REFERÊNCIAS**

BECKER, Tatiane. **Desenvolvimento de colmeias de abelhas *Melipona interrupta* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Meliponini) sob diferentes temperaturas em condições de laboratório.** 2014. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2014. Disponível em: <https://bdtd.inpa.gov.br/handle/tede/1625>. Acesso em: 6 dez. 2021.

BERGMAN, Theodore L. et al. **Fundamentos de transferência de calor e de massa.** Rio de Janeiro: LTC, 2014.

GÉRARD, Jean; GUIBAL, Daniel; PARADIS, Sébastien; CERRE, Jean-Claude. **Tropical Timber Atlas: Technological characteristics and uses.** France: Éditions Quae, 2017. Atlas. Disponível em: [https://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/3028/Technical/E-TMT-SDP-010-12-R1-M-Tropical%20Timber%20Atlas.pdf](https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3028/Technical/E-TMT-SDP-010-12-R1-M-Tropical%20Timber%20Atlas.pdf). Acesso em: 13 jul. 2021.





## **A MELIPONICULTURA NO ESPAÇO EDUCACIONAL: AÇÕES PARA A DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE AS ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO**

E. RANK<sup>1\*</sup>; D. F. SCHEER<sup>1</sup>; A. J. ANTONIETTI<sup>1</sup>; M. C. SEDREZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IFSC Câmpus Jaraguá do Sul-Rau; <sup>2</sup>IFSC Câmpus Florianópolis

\*[eduardo.r2001@aluno.ifsc.edu.br](mailto:eduardo.r2001@aluno.ifsc.edu.br)

**RESUMO:** A Educação Ambiental (EA) não deve ser tratada apenas como uma forma de transmissão de conhecimento, mas de práticas essenciais que todos devem realizar para garantir a manutenção do ecossistema. Este estudo teve como objetivo produzir materiais informativos sobre as abelhas nativas sem ferrão (ASF), para que, em conjunto com o meliponário do Centro de Educação Científica e Ambiental de Schroeder (CECAS), sirva como uma ferramenta pedagógica para o desenvolvimento da EA e a disseminação do conhecimento sobre as ASF. Inicialmente, foi realizada uma pesquisa em sites, livros e artigos científicos, sobre cada uma das espécies de ASF presentes no meliponário do CECAS, os tipos de meliponários possíveis de serem construídos e as espécies de plantas melíferas, responsáveis por fornecer pólen, néctar e resina para as abelhas. Com base nisso, foram selecionados os conteúdos mais relevantes e produzidos quatro folders e três banners com informações sobre as espécies de ASF, as espécies de plantas meliponícolas da região, a biologia das ASF e as espécies de ASF por região agroecológica de Santa Catarina, além do calendário de floração das plantas meliponícolas comuns da região. A revitalização do jardim sensorial do CECAS, como uma contrapartida à presença do meliponário, aumentou a oferta de alimento às ASF e favoreceu a sua função pedagógica. Por fim, a proposta para a integração entre o meliponário, a trilha ecológica e o jardim sensorial do CECAS, cumpriu o seu papel, qual seja, o de favorecer o aprendizado e maximizar a interação da comunidade com o meio ambiente.

**Palavras-chave:** ASF, Plantas meliponícolas, Educação ambiental.

Instituição de fomento: IFSC.

### **1 INTRODUÇÃO**

A Educação Ambiental (EA) não deve ser tratada apenas como uma forma de transmissão de conhecimento, mas de práticas essenciais que todos devem realizar para garantir a manutenção do ecossistema. Neste sentido, a meliponicultura pode ser abordada no espaço educacional, como um modo de incentivo à prática da conservação, inserção e expansão de abelhas nativas sem ferrão (ASF), através da EA.

Considerando que as ASF exercem papel fundamental tanto para a polinização quanto para a diversidade da flora em sua região de incidência, formula-se o seguinte problema: Como



disseminar o conhecimento sobre as ASF de forma a incentivar práticas sustentáveis de EA, com enfoque na conservação, inserção e expansão das ASF na natureza, contribuindo para a manutenção dos ecossistemas?

Neste viés, pode-se admitir como hipótese que o conhecimento teórico sobre ASF, aliado a demonstrações práticas desse conhecimento através da EA, pode resultar em um maior interesse e integração do público visitante com o meio ambiente.

## **2 METODOLOGIA**

Inicialmente, identificou-se as espécies de ASF presentes no meliponário do CECAS. Paralelamente, realizou-se uma intensa pesquisa bibliográfica, em sites, livros e artigos científicos, sobre as condições necessárias para a criação de ASF, os tipos de meliponários possíveis de serem construídos e as espécies de plantas melíferas, responsáveis por fornecer pólen, néctar e resina para as ASF. Após a realização da pesquisa, foram selecionadas, em conjunto com a comunidade (meliponicultores e profissionais da educação), as informações mais relevantes para compor os materiais didáticos, como banners e folders.

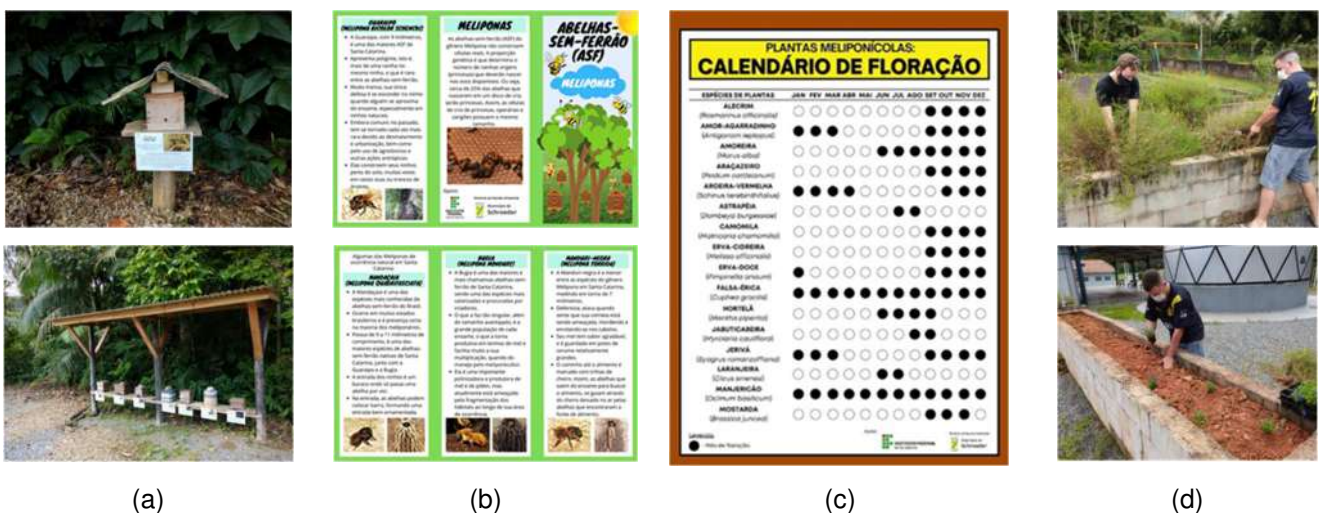
A proposta para a integração do meliponário, da trilha ecológica e do jardim sensorial foi elaborada com base no circuito de informações presentes em cada um dos ambientes, de modo a proporcionar uma experiência mais ampla no desenvolvimento da EA aos visitantes do CECAS. Para que a proposta de integração desses três elementos fizesse sentido, foi necessário revitalizar o jardim sensorial. O processo de revitalização foi constituído da limpeza dos canteiros, preparo da terra e plantio de novas mudas, maioria melíferas, adquiridas em floriculturas da região ou doadas pela comunidade. A diversidade de espécies utilizadas permitirá, à medida que florescerem, uma ampliação na oferta de flores, bem como os ciclos de floração alternados possibilitarão às ASF uma maior quantidade de alimento disponível para coleta durante o ano.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O meliponário do CECAS abriga 11 espécies de ASF, sendo quatro da classe das Meliponas e sete da classe das Trigonas, e pode ser considerado do tipo misto, ou seja, com algumas colmeias posicionadas em suportes individuais e o restante em prateleiras (Fig. 1a).



A partir das pesquisas realizadas foram produzidos, como materiais didáticos, quatro modelos de folders e três modelos de banners sobre as ASF. Os dois modelos de folders informativos sobre as espécies de ASF presentes no CECAS contém informações sobre a classe das Meliponas (Fig. 1b) e Trigonas. Os outros dois modelos de folders trazem informações sobre as plantas meliponícolas (melíferas) mais comuns na região, um contendo plantas consideradas medicinais e/ou condimentares e outro com plantas frutíferas e/ou ornamentais. Já os três banners desenvolvidos apresentam informações sobre a biologia das ASF, as espécies de ASF de ocorrência natural em Santa Catarina por região agroecológica e o calendário de floração para algumas plantas meliponícolas presentes na região do CECAS (Fig. 1c).



**Figura 1:** (a) Meliponário; (b) Folder Meliponas; (c) Calendário de Floração e (d) Revitalização do jardim sensorial.

Fonte: Elaborados pelos autores (2021).

O CECAS apresenta uma estrutura voltada para a EA composta de um meliponário, uma trilha ecológica e um jardim sensorial. Uma proposta de integração desses três instrumentos numa sequência lógica de apresentação poderia favorecer o aprendizado e maximizar a interação da comunidade com o meio ambiente. A ordem de apresentação sugerida neste projeto contempla a visitação na seguinte ordem: 1) trilha ecológica; 2) meliponário; e, 3) jardim sensorial.

A trilha ecológica do CECAS apresenta elementos naturais, como um córrego que atravessa a área, serrapilheira, fauna e flora diversificadas. A comparação desta área com alguns ambientes degradados de conhecimento dos estudantes pode trazer à reflexão ações simples para a preservação da natureza e a mitigação dos impactos ambientais antrópicos.



Dentre as ações, pode-se citar a conservação das espécies de ASF através dos meliponários. As ASF possuem grande importância na manutenção do ecossistema, pois realizam a polinização de inúmeras plantas que, sem elas, não se poderiam reproduzir. Como contrapartida, é necessário realizar também a inserção de plantas capazes de suprir a sua necessidade de alimento (ALVES; CORTOPASSI-LAURINO; IMPERATRIZ-FONSECA, 2017)

A proposição de revitalização do jardim sensorial contemplou a sua utilização pedagógica ao poder se estimular com isso a utilização dos cinco órgãos dos sentidos através das plantas, aliadas, ainda, como uma fonte importante de alimento para as ASF existentes no meliponário. Foram plantadas cerca de 180 mudas de plantas, de 14 espécies, distribuídas em sete canteiros (Fig. 1d). Assim, se optou por diversificar ao máximo o número de espécies implantadas, aumentando a variedade de flores e diversificando as épocas de floração.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As pesquisas desenvolvidas sobre as ASF e as espécies de plantas meliponícolas possibilitaram a criação de materiais didáticos e informativos específicos sobre o CECAS e seu entorno, que poderão servir de motivação para que os visitantes passem a atuar ativamente em prol do meio ambiente.

A proposta de integração cumpriu o seu papel, qual seja, o de favorecer o aprendizado e maximizar a interação da comunidade com o meio ambiente, na seguinte ordem de visita: 1) trilha ecológica; 2) meliponário; e 3) jardim sensorial. Assim, será possível refletir sobre os impactos ambientais causados pelo homem, o papel do indivíduo quanto à preservação do meio ambiente, a conservação das ASF como ação mitigatória e o sistema agroflorestal, aqui no papel do jardim sensorial, como contrapartida à intervenção conservacionista.

#### **REFERÊNCIAS**

ALVES, I. C.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Biodiversidade em ação: conservando espécies nativas: corredores ecológicos urbanos...: seguindo a trilha a Jataí em São Paulo.** São Paulo: A.B.E.L.H.A., 2017. Disponível em: <https://abelha.org.br/e-books/>. Acesso em: 28 jun. 2021.



## **IMPACTO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA EM UMA REDE ELÉTRICA REAL DA CIDADE DE JARAGUÁ DO SUL**

J. J. A. SALDANHA<sup>1\*</sup>; M. S. JANSEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IFSC - Câmpus Jaraguá do Sul-Rau; <sup>2</sup>Tnah - Soluções em Produtividade

\*john.saldanha@ifsc.edu.br

**RESUMO:** A inserção da geração distribuída (GD) pode ocasionar impactos na rede elétrica alterando, por exemplo, níveis de tensão. Dessa forma, para que a qualidade da energia elétrica seja mantida, é de suma importância que a rede seja planejada e operada levando em consideração os impactos. Nesse contexto, este artigo objetiva analisar o impacto da inserção da GD em uma rede de distribuição de energia elétrica. Para isso, uma rede elétrica real de Jaraguá do Sul é modelada. Nesta rede, diferentes cenários de inserção da GD são acrescentados e os resultados são obtidos através de simulações. A partir dos resultados, verificam-se transgressões dos limites adequados de tensão em regime permanente conforme aumenta-se a inserção da GD.

**Palavras-chave:** Geração distribuída, geração fotovoltaica, rede de distribuição.

### **1 INTRODUÇÃO**

Diversas alterações têm ocorrido no sistema elétrico brasileiro nos últimos anos. Entre elas, cita-se a crescente inserção de fontes renováveis e da geração distribuída (GD). Apesar dos benefícios condicionados ao meio ambiente e aos consumidores, a expansão da GD gera novos desafios no que tange a qualidade de energia elétrica para as distribuidoras de energia elétrica (LIANG, 2017; REINALDO; DUPCZAK; ARANHA NETO, 2020).

Nesse contexto, este artigo apresenta um estudo sobre o impacto da geração distribuída fotovoltaica (GDFV) em uma rede elétrica de média tensão (também chamada de alimentador) da cidade de Jaraguá do Sul. Assim, objetiva-se investigar se o perfil de tensão da rede pode ter seus limites violados pela inserção de potência proveniente da GDFV, além de outros impactos.

### **2 METODOLOGIA**

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu a partir das etapas apresentadas na Fig. 1. Inicialmente, os dados da rede elétrica foram obtidos a partir da plataforma Fala.BR - Plataforma



Integrada de Ouvidoria e Acesso à Informação (CGU, 2022). Após, o alimentador escolhido, JSL07, foi modelado no software OpenDSS.

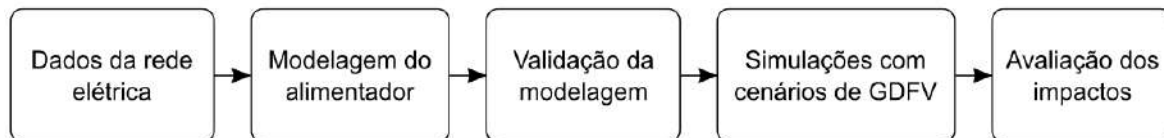


Figura 1: Etapas para o desenvolvimento da pesquisa.

A rede elétrica modelada foi validada comparando o consumo anual do alimentador obtido a partir da simulação ( $E_{(sim,ano)}$ ) e o consumo anual real ( $E_{(real,ano)}$ ) informado pelos dados obtidos em CGU (2020), conforme exposto em Jansen (2022) e na Eq. (1).

$$\left| \left( 100 - \frac{E_{(sim,ano)}}{E_{(real,ano)}} \cdot 100 \right) \right| \leq 10\% \quad (1)$$

Os cenários considerados para a inserção da geração distribuída foram os seguintes:

- Cenário 0 (C0): 0% de GD;
- Cenário 1 (C1): 25% da potência nominal de cada transformador de distribuição (TD);
- Cenário 2 (C2): 50% da potência nominal de cada TD;
- Cenário 3 (C3): 75% da potência nominal de cada TD;
- Cenário 4 (C4): 100% da potência nominal de cada TD.

A avaliação dos impactos consistiu em analisar os resultados e comparar com os limites definidos no Módulo 8 do PRODIST (ANEEL, 2021).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O traçado do alimentador real modelado é apresentado na Fig. 2, onde verificam-se a localização da subestação e as ramificações do circuito. Os traçados mais espessos indicam maiores valores de potência que estão fluindo nas ramificações.



O consumo anual simulado do alimentador é de 11.266.090 kWh. Já o consumo real em um ano pelo circuito é de 11.282.424 kWh. A partir da Eq. (1), verifica-se a diferença percentual entre os dados simulados e reais de 0,15%, demonstrando uma aproximação razoável da modelagem realizada com o sistema real.

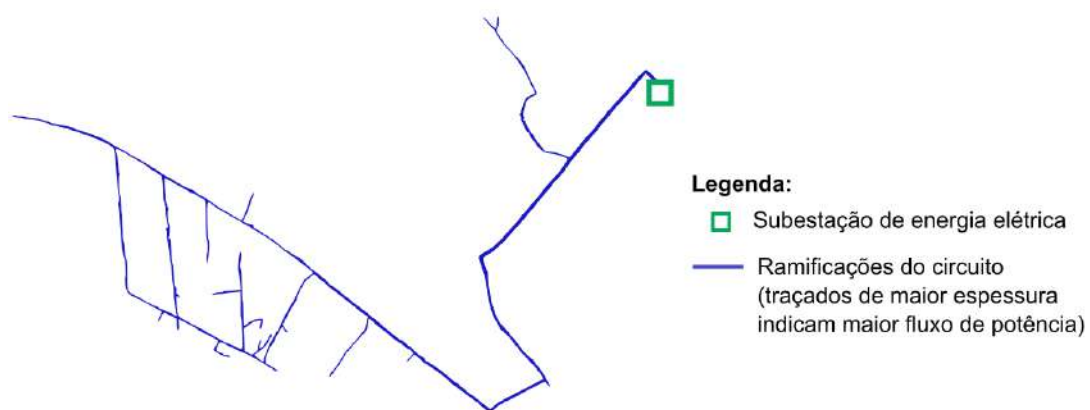


Figura 2: Traçado do alimentador real modelado.

Em relação aos níveis de tensão, não foram verificadas violações de tensão no cenário 0. No cenário 1, notam-se violações para algumas barras. Observam-se violações de tensão em um maior número de barras e de forma mais distribuída a partir do cenário 2. A Fig. 3 apresenta os níveis de tensão no alimentador para o cenário 2. Adicionalmente, no cenário 2, notam-se violações precárias e críticas de tensão para as fases A e B, conforme apresenta a Fig. 4.

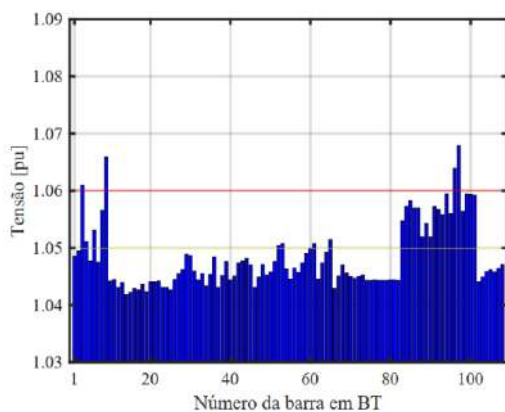


Figura 3: Tensões nas barras de baixa tensão para o cenário 2.

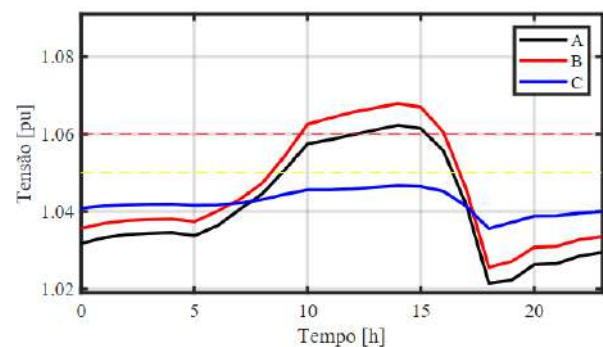


Figura 4: Tensões em uma barra crítica do sistema.



#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O artigo expôs os impactos da inserção da geração distribuída em uma rede elétrica real na cidade de Jaraguá do Sul. Assim, o estudo elencou alterações nos níveis de tensão que devem ser monitoradas continuamente conforme a inserção de GD vai aumentando no sistema elétrico. Dessa forma, verificou-se que a inserção da GD sem controle pode ocasionar impactos negativos. Com isso, o planejamento e a operação dos sistemas elétricos de distribuição devem ser preparados para acomodar a crescente inserção de GD. Para os alunos participantes da pesquisa verificaram-se diferentes contribuições para a formação acadêmica, entre elas: o uso de dados reais e a consulta a normas atuais. Entre as dificuldades encontradas, cita-se o difícil acesso a dados da operação da rede elétrica.

Para continuidade deste projeto, sugere-se realizar um estudo acerca das perdas de energia do alimentador. Em adição, estudos relacionados aos impactos nos dispositivos de proteção também podem ser considerados.

#### **REFERÊNCIAS**

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **PRODIST**: Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional. Brasília, 2021.

CGU. **Fala.BR - Plataforma Integrada de Ouvidoria e Acesso à Informação**. Disponível em: <https://falabr.cgu.gov.br/>. Acesso em: 02 mar. 2022.

JANSEN, Marcos Samuel. **Análise do impacto da geração distribuída fotovoltaica em uma rede elétrica da cidade de Jaraguá do Sul**. 2022. 25 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Santa Catarina, Jaraguá do Sul, 2022.

LIANG, Xiaodong. Emerging power quality challenges due to integration of renewable energy sources. **IEEE Transactions On Industry Applications**, [S.L.], v. 53, n. 2, p. 855-866, mar. 2017.

REINALDO, Pierry M.; DUPCZAK, Bruno Scortegagna; ARANHA NETO, Edison A. C.. Análise do impacto da geração distribuída fotovoltaica na rede de baixa tensão da Celesc. **Eletrônica de Potência**, [S.L.], v. 25, n. 3, p. 316-325, 4 ago. 2020.





## **MEDIDOR PORTÁTIL DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA COM SUPERVISÓRIO VIA INTERNET DAS COISAS**

*A.H.P. LAURINDO<sup>1\*</sup>; F.L. BELLE<sup>2</sup>, M. A. SALVADOR<sup>3</sup>, J.J.A. SALDANHA<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>Estudante do IFSC; <sup>2</sup>Estudante do IFSC; <sup>3</sup>Professor do IFSC; <sup>4</sup>Professor do IFSC*

*\*augusto.hl@aluno.ifsc.edu.br*

O consumo de energia elétrica é um tema cada vez mais abordado e discutido, não somente por órgãos públicos e concessionárias, mas também, pelo consumidor final. Para as concessionárias, medir o consumo e avaliar a qualidade de energia elétrica serve como norteamento para implantar políticas de racionamento e manutenção da infraestrutura, a fim de melhorar a eficiência do sistema elétrico (PAULILO, 2013). Tendo em vista que, segundo ABRACEEL (2022), houve uma alta na média do valor da energia elétrica de 16,3%, entre os anos de 2015 e 2021 (o que representa 237% da média do IPCA neste período), tornou-se necessário acompanhar detalhadamente o consumo, a fim de identificar padrões, visando otimizar e eliminar perdas. Para tanto, faz-se necessário que esses dados estejam disponíveis ao consumidor, a partir de fácil acesso e interpretação, como por exemplo, supervisórios online. Concomitantemente a esta maior criteriosidade em relação ao monitoramento do consumo, deu-se a difusão dos medidores inteligentes (*smartmeters*). Esses dispositivos possibilitam a medição do consumo da eletricidade, processam e disponibilizam os dados digitalmente. Tais equipamentos garantem uma tarifação da energia assertiva, além de disponibilizar ao consumidor um maior controle sobre seu consumo, a fim de estabelecer padrões e diminuir desperdícios. Com isso, o presente trabalho apresenta a proposta de confecção de um medidor monofásico portátil de consumo de energia elétrica, cujos valores de medição são disponibilizados em uma plataforma web, por meio de dashboards. Utilizaram-se sensores para medição de tensão (transformador de potencial) e corrente (transformador de corrente) e, para que esses valores medidos pudessem ser lidos por um microcontrolador, tais sinais de medição passaram por circuitos de condicionamento previamente projetados, fazendo uso de amplificadores operacionais. Utilizou-se o microcontrolador ESP32, para processar os dados lidos e realizar os cálculos necessários para interpretação destes valores. Assim, o próprio ESP32, por possuir conexão Wi-Fi integrada, envia esses dados para a plataforma web Arduino IoT Cloud. Nela, desenvolveu-se dashboards de monitoramento de tensão, corrente, potência e consumo. De tal forma, disponibilizou-se esses valores de forma intuitiva, para que assim possam auxiliar o consumidor a identificar a quantidade de energia consumida por determinados equipamentos. Por fim, foi realizada a confecção de uma placa de circuito impresso com o circuito desenvolvido, e fabricado um encapsulamento para esta placa em uma impressora 3D. Neste encapsulamento, foram montados um plugue e uma tomada do padrão tipo N, para tornar possível a medição do consumo de qualquer equipamento, até 10 A. A partir dos resultados, viu-se um bom desempenho do protótipo, devido às pequenas variações evidenciadas a partir da validação em bancada e em campo. Contudo, ressalta-se a necessidade de realizar melhorias nos circuitos de condicionamento, bem como a utilização de uma plataforma web e/ou aplicativo com mais recursos.

**Palavras-chave:** Consumo de energia elétrica, Internet das Coisas, Dispositivo de monitoramento portátil.



## **DETERMINAÇÃO DA DUREZA DE MATERIAIS ANTIDERRAPANTES COMERCIAIS DESTINADOS A PRÁTICA DO SURF EM ÁGUAS FRIAS**

A. D. MERIZIO<sup>1\*</sup>; M. D. DOLZAN<sup>1</sup>; R. C. GERHARDINGER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, Campus Itajaí

\*anaximandro.merizio@ifsc.edu.br

**RESUMO:** Este trabalho apresenta resultados obtidos durante o desenvolvimento do projeto “*Surf sustentável: desenvolvimento de formulações eco-friendly como alternativa às tradicionais parafinas de surf*”. Para atingir o objetivo principal do projeto, o qual consta em seu título, foram necessários ensaios para avaliação de parâmetros físico-químicos de parafinas e materiais antiderrapantes comerciais utilizados na prática de *surf*, dentre os quais pontos de fusão, densidade e dureza. Observada a relevância da dureza (além da capacidade antiderrapante), para a qualidade desses materiais, foi desenvolvido um dispositivo que avalia o índice de perfuração dos materiais (g/mm.s) e os resultados foram comparados com aqueles obtidos utilizando um durômetro Shore A – MTK – 1030. Utilizando ambos os dispositivos, os resultados indicaram menor dureza e índice de perfuração nos materiais Comercial 1 e Comercial 2 (parafínicos) quando comparadas aos materiais Eco Comercial 1 e Eco Comercial 2, não parafínicos. Os resultados obtidos com o dispositivo desenvolvido demonstraram comportamento linear entre a penetração do material e o tempo, indicando a eficiência do dispositivo para as análises. Por fim, os resultados obtidos utilizando o durômetro para um terceiro material de origem natural (Eco Comercial 3) indicam que não há relação entre a dureza do material e sua origem ecológica ou petroquímica e que esse importante parâmetro poderá, portanto, ser ajustado durante o desenvolvimento do material antiderrapante proposto neste projeto.

**Palavras-chave:** Parafinas *eco-friendly*; Surf; Dureza.

Instituição de fomento: IFSC - EDITAL 38/2021 PROPPI DP ITAJAÍ

### **1 INTRODUÇÃO**

As parafinas são amplamente utilizadas como antiderrapantes na prática do *surf* e de outros esportes aquáticos, garantindo mais estabilidade ao indivíduo sobre a prancha. As parafinas são de origem petroquímica e correspondem a uma mistura sólida de hidrocarbonetos de cadeia aberta, saturada, linear, com elevada massa molecular (ROMERO, 2021; SUARIA, 2018). Outros componentes ainda são adicionados para torná-la adequada a essa finalidade. Devido as suas propriedades, não são biodegradáveis e, se ingeridas, são tóxicas, o que implica em possíveis prejuízos ao ecossistema marinho.



Nesse cenário, o projeto de pesquisa “*Surf sustentável: desenvolvimento de formulações eco-friendly como alternativa às tradicionais parafinas de surf*” tem como um dos objetivos o desenvolvimento de “parafinas” ecológicas (*eco-friendly*) como alternativa às tradicionais parafinas derivadas do petróleo. Neste trabalho o termo “parafina” se refere especificamente ao material antiderrapante utilizado na prática de *surf*. Para fornecer indicadores sobre quais são as grandezas físico-químicas relevantes para o desenvolvimento dos materiais utilizados com essa finalidade, foram realizadas medidas sobre a dureza (“*hardness*”) de parafinas e materiais comerciais. A obtenção dessa grandeza física ocorreu de duas maneiras: utilizando um dispositivo elaborado pelo professor (terceiro autor deste trabalho), do campus Itajaí do IFSC, e por meio de um Durômetro Shore A – MTK – 1030. Devido ao espaço disponível, apresentamos nesse artigo os resultados obtidos com os materiais comerciais destinados à prática do *surf* em águas frias.

## **2 METODOLOGIA**

Cinco materiais comerciais destinados para utilização em águas frias (aproximadamente entre 15-20 °C) foram analisados neste trabalho: algumas parafinas tradicionais, e outros comercializados como “parafinas” ecológicas, de origem natural. Para todas as medidas a temperatura do ambiente foi mantida dentro da faixa de utilização dos materiais. As medidas foram realizadas nos Laboratórios de Química e de Física do campus Itajaí do IFSC. Para mensurar a dureza dos materiais disponíveis, fator que foi observado previamente ser determinante para a sua qualidade e utilização, foi desenvolvido um dispositivo experimental.

O material é colocado na parte inferior do dispositivo e a extremidade de uma barra metálica com pequena área de contato, aplica uma força sobre ao material. Além da massa do dispositivo que está sobre a barra, é possível adicionar massas conhecidas, aumentando a força aplicada. Ocasiona-se, assim, uma determinada pressão no material. No dispositivo, existe uma régua que permite a medida da perfuração do material ao longo do tempo. O procedimento foi realizado nove vezes para cada material.

Neste trabalho também foi utilizado um Durômetro Shore A – MTK – 1030 para medida da dureza dos materiais. O procedimento foi realizado dez vezes para cada material.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com o dispositivo desenvolvido estão disponíveis na Tabela 1, em que constam as identificações das parafinas e materiais analisados, o índice de perfuração (g/m.s) e a temperatura no ambiente no momento das análises.

**Tabela 1:** Parafinas analisadas com o dispositivo desenvolvido neste trabalho

Parafina	Massa/perfuração/tempo (g/mm.s)	Temperatura ambiente (° C)
Comercial 1	4738,08	22
Comercial 2	7611,37	15,4 – 16,6
Eco Comercial 1	10263,62	18,5 – 20,5
Eco Comercial 2	10327,59	18

Fonte: autores, 2022.

Os dados apresentados na Tabela 1 demonstram que as parafinas Comercial 1 e Comercial 2 necessitam de menor massa para perfuração de 1 mm do material em 1 segundo, ou seja, apresentam um menor índice de perfuração e, portanto, uma maior dureza, quando comparadas aos materiais ecológicos avaliados. Os materiais Eco Comercial 1 e Eco Comercial 2 apresentaram resultados semelhantes neste ensaio.

Também foi analisado o comportamento da profundidade da perfuração do material em função do tempo, e os resultados obtidos demonstraram linearidade ( $R^2 > 0,99$ ), indicando a eficiência do dispositivo para as análises, bem como a homogeneidade das amostras analisadas.

Os resultados obtidos com o durômetro estão apresentados na Tabela 2. O valor da dureza é fornecido em Shore A.

**Tabela 2:** Resultados obtidos com o durômetro.

Parafina	Dureza (Shore A)
Comercial 1	30,5 ± 0,8
Comercial 2	42,1 ± 0,8
Eco Comercial 1	65,0 ± 0,8
Eco Comercial 2	53 ± 1
Eco Comercial 3	26,2 ± 0,8

Fonte: autores, 2022. Temperatura do ambiente durante as análises: entre 15,8 °C e 17,3 °C. O erro experimental foi determinado de acordo com Piacentini (2001).



Através dos dados apresentados na Tabela 2, é possível observar que as parafinas Comercial 1 e Comercial 2 apresentam menor dureza quando comparadas aos materiais Eco Comercial 1 e Eco Comercial 2. O mesmo comportamento foi observado nas análises utilizando o dispositivo desenvolvido neste trabalho (Tabela 1). No entanto, utilizando o durômetro foi possível observar diferença significativa na dureza dos materiais Eco Comercial 1 e Eco Comercial 2, a qual não foi observada utilizando o dispositivo desenvolvido.

Outro resultado interessante para o desenvolvimento do projeto o qual este trabalho está relacionado, inclui o resultado obtido para o material Eco Comercial 3, analisado exclusivamente com o durômetro. Os resultados obtidos para esse material demonstram que não há relação estabelecida entre a dureza do material e sua origem ecológica ou petroquímica, e que esse é um parâmetro importante que poderá ser ajustado durante o desenvolvimento do antiderrapante, de acordo com os resultados obtidos para as parafinas comerciais com maior aceitabilidade pelos surfistas.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os dados obtidos utilizando o dispositivo desenvolvido mostraram-se condizentes com aqueles obtidos com o durômetro para as parafinas Comercial 1 e Comercial 2. Os dados obtidos para os materiais Eco Comercial 1 e 2, indicam que possuem maior dureza que as anteriores citadas, porém os resultados com o durômetro apresentaram diferença significativa na dureza desses materiais, o que não pode ser observado nos ensaios realizados com o dispositivo elaborado neste trabalho. Por este motivo, e pela simplicidade na execução, o durômetro será utilizado para as análises futuras a serem realizadas neste projeto. Por outro lado, o comportamento linear entre a perfuração do material e o tempo, demonstram a viabilidade do instrumento elaborado, o qual poderá ser utilizado em atividades de ensino de física.

#### **REFERÊNCIAS**

PIACENTINI, João J. Introdução ao Laboratório de Física. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. 119 p. (Série Didática).



## Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão:

Fortalecendo o conhecimento  
científico e tecnológico

IFSC Câmpus Jaraguá do Sul – Rau

**26 e 27/10 de 2022**

ROMERO, S., MINARI, R. J., & COLLINS, S. E. *Bio-paraffin from Soybean Oil as Eco-friendly Alternative to Mineral Waxes*. ***Industrial & Engineering Chemistry Research***, 60(15), 5364–5373, 2021.

SUARIA, G., ALIANI, S., MERLINO, S. & ABBATE, M. *The occurrence of paraffin and other petroleum waxes in the marine Environment: a review of the current legislative Framework and shipping operational practices*. ***Frontiers in Marine Science***, 5, 2018.



## **ESTUDO DO USO DA TÉCNICA DE PREAQUECIMENTO NO PROCESSO DE SOLDAGEM TIG DE AÇOS BAIXO CARBONO**

*A. TURAZI<sup>1\*</sup>; L. SOUZA<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina*

*\*[almir.turazi@ifsc.edu.br](mailto:almir.turazi@ifsc.edu.br)*

Aços com baixos teores de carbono e de elementos de liga são muito utilizados no setor metal mecânico por apresentarem excelentes propriedades tecnológicas (usinabilidade e soldabilidade) aliadas a um baixo custo. O emprego de processos de soldagem compreende grande parte da fabricação de componentes com tais materiais e, como para qualquer material, o calor gerado durante o processo afeta a sua microestrutura e propriedades. Para evitar problemas decorrentes desta transformação algumas técnicas são recomendadas, como tratamentos pós soldagem ou aquecimento da peça antes do processo. No caso de aços baixo carbono, as recomendações de preaquecimento encontradas na literatura são imprecisas, algumas indicando faixas entre 90 e 150°C e outras indicando aplicação opcional, sem temperatura definida. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo a avaliação da influência do preaquecimento da peça na microestrutura e nas propriedades mecânicas de juntas soldadas com o aço ABNT 1020. Para isto foram realizados procedimentos, através do processo TIG alimentado, sem preaquecimento e com preaquecimento em três temperaturas distintas (95, 150 e 250°C), variando-se também o sentido de soldagem. Os parâmetros utilizados no processo foram definidos visando penetração total dos CP's (I= 260A; U= 17V; vel. de soldagem= 6,5 mm/s; vel. arame= 1,6 m/min). As análises da variação microestrutural e das propriedades mecânicas foram realizadas através de microscopia óptica, ensaio de dureza Vickers e ensaio de resistência à tração. Como resultado percebeu-se que a utilização de preaquecimento no processo TIG alimentado, segundo condições propostas neste trabalho, causa variação no tamanho de grãos na região de crescimento de grãos da ZTA, no entanto não é suficiente para alteração das propriedades mecânicas do material. Do mesmo modo o sentido de soldagem não gerou efeito nas propriedades do material, sugerindo que o ciclo térmico de soldagem, nas condições estudadas, é governado, principalmente, pelo aporte térmico utilizado. Os parâmetros de soldagem propostos foram adequados por manterem constantes as propriedades mecânicas ao longo de toda a junta soldada para ambas as condições. Sendo assim, a soldagem do aço ABNT 1020, nas condições propostas, pode ser realizada pelo processo TIG alimentado sem o uso de preaquecimento.

**Palavras-chave:** Preaquecimento, Soldagem TIG, Crescimento de grãos, ZTA.

Instituição de fomento: IFSC.



## **FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA GERAR MODELOS DE ALIMENTADORES REAIS DE DISTRIBUIÇÃO NO OPENDSS A PARTIR DE DADOS DISPONIBILIZADOS PELA ANEEL**

J. J. A. SALDANHA<sup>1\*</sup>; H. SILVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IFSC - Câmpus Jaraguá do Sul-Rau

\*[john.saldanha@ifsc.edu.br](mailto:john.saldanha@ifsc.edu.br)

**RESUMO:** Este resumo expandido propõe uma ferramenta computacional para conversão automática dos dados de alimentadores de distribuição reais disponibilizados pela ANEEL na sintaxe do simulador OpenDSS. A ferramenta é baseada no software MATLAB, que converte os dados em arquivos de texto na sintaxe compatível com o OpenDSS. A ferramenta desenvolvida é validada através da modelagem de alimentadores do estado de Santa Catarina. Verificou-se que a ferramenta apresentou resultados consistentes, demonstrando ser útil para pesquisadores, profissionais e empresas do setor.

**Palavras-chave:** BDGD, OpenDSS, rede de distribuição.

### **1 INTRODUÇÃO**

As redes de distribuição têm passado por modificações e atualizações devido a inserção de novas tecnologias (BAYINDIR *et al.*, 2016). Desta forma, é de suma importância que o sistema seja planejado e operado de forma adequada. Um software que tem ganhado espaço para modelar e simular o comportamento de redes de distribuição é o OpenDSS (HARIRI; NEWAZ; FARUQUE, 2017).

Aliado a isso, a ANEEL, normatiza através do Módulo 10 - Sistema de Informação Geográfica Regulatório do PRODIST (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional), a Base de Dados Geográfica da Distribuidora (BDGD) (ANEEL, 2021). A BDGD disponibiliza dados das redes de distribuição de todas as distribuidoras de energia elétrica do Brasil, sendo atualizada anualmente.

Neste contexto, este trabalho objetiva desenvolver uma ferramenta para interpretar os dados da BDGD e convertê-los para a sintaxe utilizada no OpenDSS. Deste modo, espera-se que





a ferramenta contribua para a modernização das redes de distribuição, facilitando a modelagem e integração dos dados no simulador.

## 2 METODOLOGIA

O desenvolvimento da ferramenta ocorreu a partir das etapas apresentadas na Fig. 1. Os dados da BDGD foram obtidos na plataforma Fala.BR - Plataforma Integrada de Ouvidoria e Acesso à Informação (CGU, 2022). Na sequência, em um software de sistema de informação geográfica, seleciona-se o alimentador de interesse exportando os dados para o formato .xlsx.

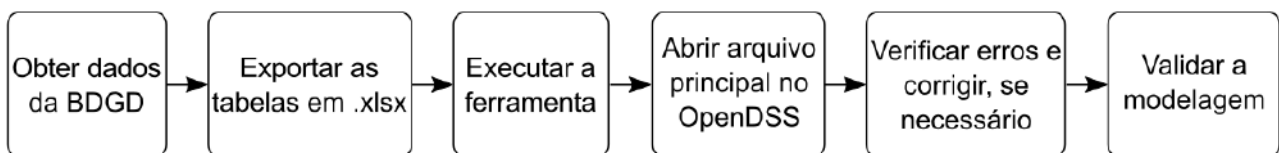


Figura 1: Etapas da ferramenta computacional desenvolvida.

Após, deve-se baixar e executar a ferramenta no software MATLAB. A ferramenta está disponível em: “<https://abre.ai/ferramentabdgd2opendss>”. Essa execução deve ser realizada onde encontram-se as planilhas necessárias para a modelagem do alimentador. Ao executar o código o usuário deverá inserir alguns dados de entrada, conforme solicitado. O resultado da execução será a criação de dez arquivos de texto .txt.

No OpenDSS, deve-se abrir o arquivo principal denominado “MainCode”. Uma etapa de verificação de erros de conexão é necessária, pois podem existir inconsistências no banco de dados. Para a verificação deve-se selecionar o comando “Show - Isolated”. Caso haja alguma inconsistência no relatório basta corrigir excluindo o trecho incorreto dos arquivos de texto. O último passo necessário é a validação do consumo anual do alimentador, utilizando:

$$\left| 100 \cdot \left( \frac{C_{(sim,ano)}}{C_{(BDGD,ano)}} - 1 \right) \right| \leq 10\% \quad (1)$$

Sendo:  $C_{(sim,ano)}$  o consumo anual do alimentador obtido a partir da simulação e  $C_{(BDGD,ano)}$  o consumo anual real obtido na BDGD.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ferramenta foi testada em dois alimentadores reais do estado de Santa Catarina: JSL07, na cidade de Jaraguá do Sul, e ISL07, na cidade de Florianópolis. Os traçados de ambos os alimentadores são apresentados nas Figs. 2 e 3, respectivamente. Os consumos reais e simulados para cada alimentador são apresentados na Tab. 1.

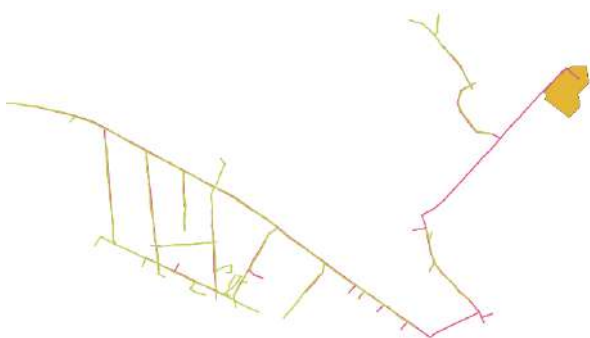


Figura 2: Representação do alimentador JSL07.

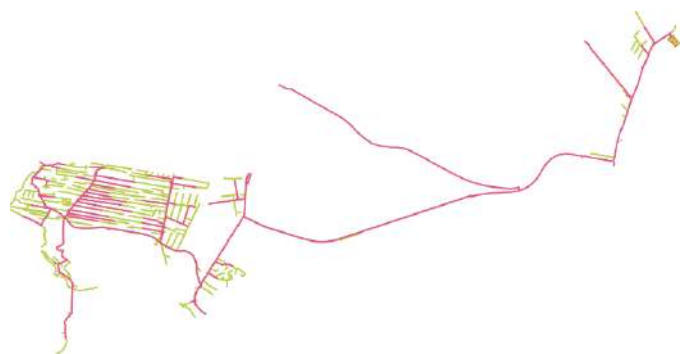


Figura 3: Representação do alimentador ISL07.

**Tabela 1:** Comparação entre os consumos reais e simulados.

Alimentador	Consumo anual real	Consumo anual simulado	Diferença entre os consumos
JSL07	11,282 GWh	11,359 GWh	0,68%
ISL07	23,112 GWh	21,079 GWh	8,80%

\*Fonte: os autores.

Para o alimentador JSL07, o consumo anual de energia real registrado foi de aproximadamente 11,282 GWh. Já o consumo obtido através da simulação no OpenDSS utilizando a ferramenta desenvolvida foi de 11,359 GWh. Com esses valores e a Eq. (1), obtém-se a diferença percentual de 0,68%. Assim, o sistema gerado através da ferramenta desenvolvida apresenta uma elevada proximidade com o sistema real.

Para o alimentador ISL07, o consumo anual de energia real registrado foi de aproximadamente 23,112 GWh e o consumo obtido através da simulação no OpenDSS utilizando a ferramenta desenvolvida foi de 21,079 GWh. Com isso, obtém-se a diferença percentual de 8,80%. Dessa forma, o sistema gerado através da ferramenta desenvolvida apresenta uma boa proximidade com o sistema real.



#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O artigo apresentou uma ferramenta computacional para converter os dados de alimentadores de distribuição reais disponibilizados pela ANEEL na sintaxe do OpenDSS. A ferramenta possibilita a conversão rápida e automática dos dados contidos na BDGD para a sintaxe do simulador OpenDSS, evitando erros por parte do usuário e propiciando um elevado ganho de tempo em modelagens de alimentadores reais. A ferramenta apresentou resultados consistentes em alimentadores de cidades no estado de Santa Catarina. Para os alunos participantes da pesquisa verificaram-se contribuições como a manipulação de dados reais e o uso de ferramentas atuais. Entre as dificuldades encontradas, verificou-se que alguns dados das curvas de cargas estão desatualizados, o que prejudica a modelagem.

Para trabalhos futuros recomenda-se a validação da ferramenta para alimentadores em outros estados e a criação de uma interface GUI “*Graphical User Interface*” (Interface Gráfica do Usuário, em português).

#### **REFERÊNCIAS**

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **PRODIST**: Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/procedimentos-regulatorios/prodist>.

Acesso em: 10 maio 2022.

BAYINDIR, R. *et al.* Smart grid technologies and applications. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [S.L.], v. 66, p. 499-516, dez. 2016.

CGU. **Fala.BR - Plataforma Integrada de Ouvidoria e Acesso à Informação**. Disponível em: <https://falabr.cgu.gov.br/>. Acesso em: 02 mar. 2022.

HARIRI, Ali; NEWAZ, Alvi; FARUQUE, Md Omar. Open-source python-OpenDSS interface for hybrid simulation of PV impact studies. **IET Generation, Transmission & Distribution**, [S.L.], v. 11, n. 12, p. 3125-3133, 17 mar. 2017.



## **SISTEMA DE EXAUSTÃO FORÇADA CONTROLADA ELETRONICAMENTE PARA SUPERVISÃO E AJUSTE DE TEMPERATURA VISANDO A OTIMIZAÇÃO DO DESEMPENHO DE UM PAINEL DE INSTRUMENTAÇÃO**

E. R. ARBIGAUS\*; T. L. CARETTA, R. F. DOURADO, A. S. WALTRICK, M. A. SALVADOR, A. Z. JUNIOR  
*Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Jaraguá do Sul – Rau*  
*\*erarbigaus@gmail.com*

**RESUMO:** Os painéis de instrumentação são utilizados para comportar os mais variados tipos de instrumentos de aferição de grandezas físicas e estes instrumentos, quando em uso, dissipam calor no interior dos painéis. Este aumento de temperatura interno pode trazer sérios problemas quando ultrapassados os limites térmicos dos equipamentos. Para mitigar estes problemas é proposto um sistema de exaustão forçada controlada eletronicamente através de um microcontrolador Arduino, o qual recepciona os dados já condicionados advindo de um sensor de temperatura LM35, e por meio de modulação por largura de pulsos, varia a velocidade dos coolers instalados como exaustores supervisionando e ajustando a temperatura interna do painel para que esta não ultrapasse os 40°C. Os resultados obtidos demonstram o controle da temperatura a partir do ajuste da rotação dos exaustores, mantendo a temperatura abaixo de 32°C evitando o travamento da instrumentação.

**Palavras-chave:** Ajuste de Temperatura, Painel de Instrumentação, Sistema de Exaustão.

### **1 INTRODUÇÃO**

Para a execução de ensaios em máquinas elétricas, faz-se necessário o uso de instrumentos como analisadores de potência e multímetros, com a finalidade de medir os parâmetros elétricos. Por se tratar de instrumentos nos quais há circulação de corrente elétrica e possuem componentes que dissipam calor, o painel de instrumentação requer ventilação adequada para seu correto funcionamento.

Conforme a associação brasileira de normas técnicas NBR 61439-1 (2016) tem-se que a temperatura no interior dos painéis é limitada pela máxima temperatura de operação dos equipamentos instalados. Sabe-se também que os materiais normalmente utilizados para construção de invólucros de painéis elétricos possuem certa capacidade de transferência de calor através de sua superfície, caracterizado pelo seu coeficiente de irradiação térmica (INCROPERA, 1999).

O sistema proposto consiste na atuação, mediante um controle proporcional, para variação de velocidade de dois *coolers* com motor de corrente contínua, instalados como



exaustores no referido painel. Para isso foi utilizado um kit Arduino para receber os dados de temperatura, provenientes do sensor LM35, já condicionados por meio de circuito com amplificadores operacionais e então gerar os pulsos PWM para variação da tensão aplicada ao motor e consequentemente a variação de sua velocidade.

## 2 METODOLOGIA

O projeto desenvolvido emprega um sensor de temperatura LM35 e um circuito de condicionamento de sinais composto basicamente por dois AmpOps e alguns resistores, conforme ilustrado na figura 1.

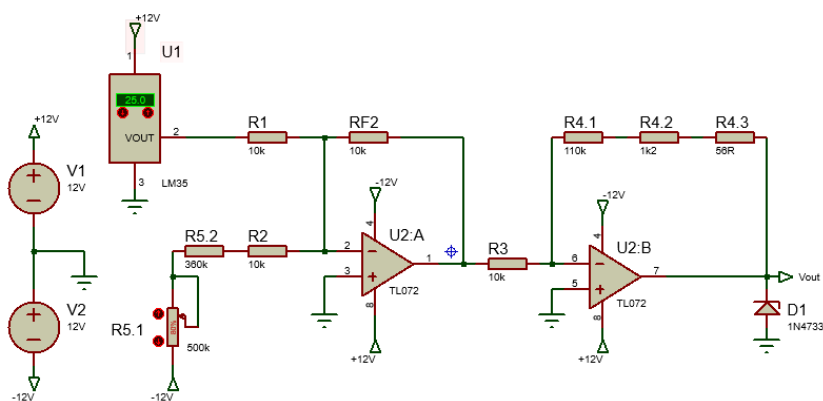


Fig. 1. Circuito de condicionamento.

O LM35 neste circuito está projetado para operar de 15°C a 60°C, fornecendo assim uma tensão de 0,15V e 0,60V respectivamente. O primeiro AmpOp opera na configuração somador atuando na mudança de nível da tensão. O segundo AmpOp na configuração inversora faz com que a saída tenha a polaridade correta, já que no primeiro AmpOp ela acaba sendo invertida. O segundo AmpOp também aplica um ganho ao sinal de entrada adequando a faixa de tensão de disponibilizada na saída do LM35, para a faixa de excursão da entrada analógica do Arduino.

O kit Arduino Leonardo possui uma porta de entrada com conversor analógico/digital de 10 bits, e para acionamento dos exaustores utiliza-se o *motor shield* ponte H L298N, junto ao kit.

Com o intuito de registrar a data e hora dos dados coletados, optou-se pelo uso do acessório RTC (*Real Time Clock*). A visualização dos dados acontecerá por meio computacional, a figura 2 (a) apresenta o diagrama completo do sistema.



As dimensões do painel podem ser visualizadas na figura 2 (b), em que pode se observar pequenos furos em suas laterais inferiores e dois *coolers* 12 Vcc, um em cada lateral superior, como exaustores. Estes orifícios juntamente com os *coolers* fazem com que o fluxo de ar entre pela parte inferior e saia pela superior, permitindo assim o arrefecimento do painel.

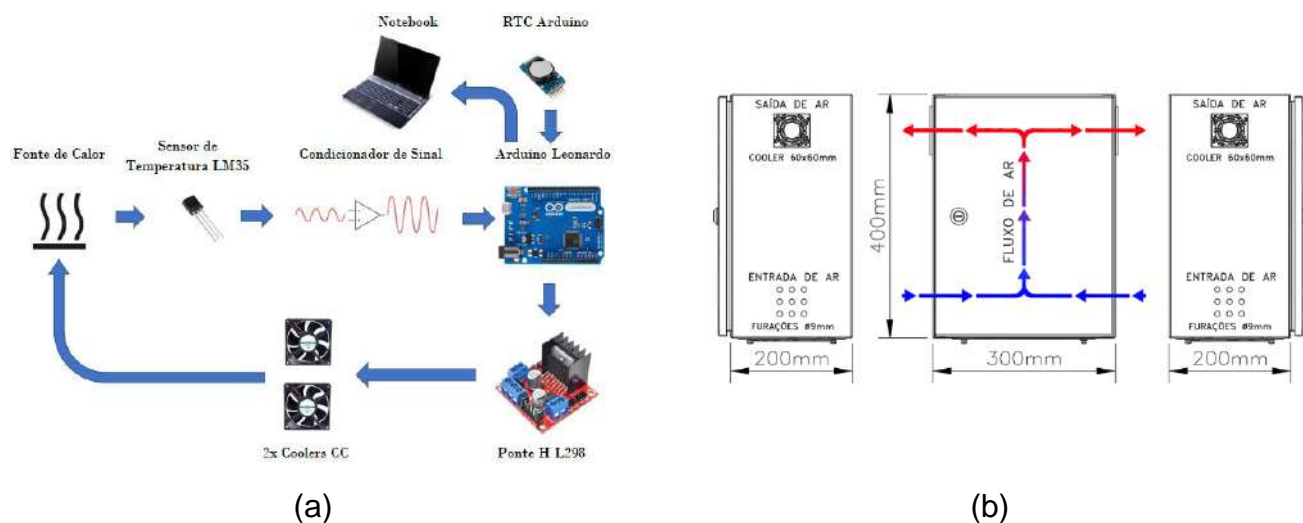


Fig. 2. Sistema desenvolvido. (a) Diagrama do sistema completo. (b) Protótipo do painel.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O circuito desenvolvido foi acoplado na parte superior de um painel por intermédio de um trilho DIN. Interno ao painel, foi acomodado uma fonte de calor resistiva ajustável, de potência máxima de 200 Watts, para simular o comportamento de componentes geradores de calor. Durante os testes o painel encontrava-se fechado. Os dados gerados pelo microcontrolador e pelo RTC foram enviados para um notebook e posteriormente estes dados foram tratados através do *software* MATLAB para obtenção do gráfico presente na figura 3.

A partir do gráfico nota-se que existe uma tendência de estabilização térmica, com uma variação próxima de 3°C (entre 28°C e 31°C), observável a partir de 180 segundos (3min). A temperatura interna não ultrapassou os 32°C durante o ensaio realizado, atingindo assim o objetivo principal do trabalho em manter a temperatura interna abaixo dos 40°C.

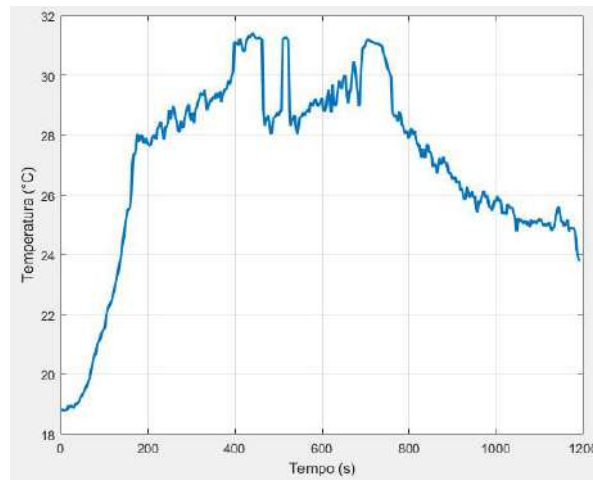


Fig. 3. Variação da temperatura obtido no procedimento experimental.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir dos resultados obtidos, observou-se que a atuação do controle proporcional atendeu bem os requisitos do projeto mantendo a temperatura dentro da faixa desejada, mostrando a aplicabilidade do sistema em painéis de instrumentação eletrônica. No entanto, em dias de calor intenso a temperatura externa também poderá influenciar diretamente o resultado e seu monitoramento e controle também se faz necessário. Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se aplicar outros tipos de controladores, de modo a comparar os resultados e obter um melhor rastreamento de referência e rejeição a perturbações externas.

#### **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 61439-1: Conjuntos de manobra e comando de baixa tensão - parte 1: regras gerais. Rio de Janeiro, 2016.

INCROPERA, Frank P.; DEWITT, David P. Fundamentos de transferência de calor. Pearson Educação, 1999.

Texas Instruments, "LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors", 2022. [Online]. Disponível: [www.ti.com/document-viewer/LM35/datasheet](http://www.ti.com/document-viewer/LM35/datasheet). Acesso em: 23, de abril de 2022.



## **Avaliação de Modelos Matemático e de Simulação Mecânica para Utilização no Projeto de Células de Carga para Medição de Deformação em Rotores de Máquinas Elétricas de Grande Porte**

L. A. VIEIRA<sup>1\*</sup>, M. W. SPOTTE<sup>1\*</sup>, M. A. SALVADOR<sup>1</sup>, P. D. DA SILVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IFSC - Rau

\*[luisvasus@gmail.com](mailto:luisvasus@gmail.com), \*[matheus.s2001@aluno.ifsc.edu.br](mailto:matheus.s2001@aluno.ifsc.edu.br)

**RESUMO:** A deformação nos rotores de motores elétricos de grande porte que utilizam bandagens de amarração para as barras de curto-circuito no rotor é um tópico de interesse para a manutenção preditiva, devido ao desgaste natural que a amarração tem com o tempo de uso alterando assim o entreferro da máquina. O ponto de partida para estudar tal problema são estudos de deformação elástica baseados na Lei de Hooke, o que este trabalho desenvolveu matematicamente e em softwares de simulação mecânica. Tendo como resultado uma diferença de 1% entre o modelo matemático e a modelagem por simulador do coeficiente de deformação da barra. Uma vez realizada a validação da modelagem, pode-se partir para desenvolvimento de prototipagem e ensaios físicos que se aproximam do problema proposto.

**Palavras-chave:** Deformação mecânica, Flexão de barra linear, Rotor de máquinas elétricas.

Instituição de fomento: IFSC

### **1 INTRODUÇÃO**

De acordo com DECNER, 2012, 40% das falhas em máquinas assíncronas estão em problemas relacionados aos rolamentos, 35% aos enrolamentos do estator, 10% ao rotor não bobinado por ser máquina assíncrona e 15% em outros diversificados problemas. Ou seja, problemas relacionados ao rotor são a causa de uma parcela significativa das falhas e dados de monitoramento a respeito de parâmetros rotor podem ajudar a prevê-las e melhorar a manutenção preditiva dos equipamentos.

Os motores elétricos de indução (*brushless*) tornaram-se comuns na indústria devido as suas vantagens em relação aos tradicionais motores de alimentação por escovas, já que aqueles possuem maior confiabilidade e menores custos de manutenção (YEDAMALE, 2004). Porém o motor *brushless* traz desafios relacionados ao seu sensoriamento em consequência de sua própria natureza impossibilitar o monitoramento através de escovas de alimentação, já que eles





utilizam de bandagens de amarração para as barras de curto-circuito no rotor e o envelhecimento delas pode causar maiores deformações resultando em uma redução do entreferro e possíveis desbalanceamentos. Essa deformação pode ser medida a partir dos princípios de deformação elástica da lei de Hooke.

Esta lei estabelece que a deformação elástica unidimensional de um material ocorre devido a aplicação de carga axial sob sua superfície e relaciona-se com os conceitos e elasticidade do material (valor definido experimentalmente e tabelado) e o coeficiente de deformação gerado em função da carga (BEER F.P.; JOHNSTON, E. R; 2011). A mesma também pode ser aplicada à deformação causada pela flexão: para uma barra homogênea constituída de material que respeite a Lei de Hooke, com fixação em uma extremidade e livre na outra na qual aplica-se uma força perpendicular ao plano XZ (vide Fig. 1), a deformação de suas superfícies é obtida através da análise de flexão pura. Ou seja, relaciona-se a tensão de flexão normal máxima da barra com o seu comprimento e o módulo de elasticidade de seu material (módulo de Young).

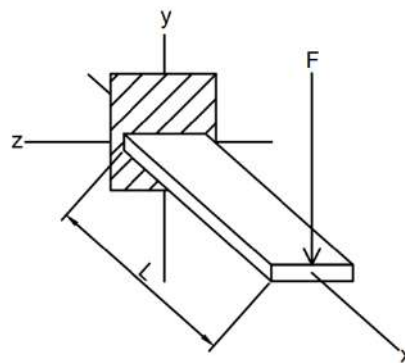


Figura 1: Diagrama de barra sob a qual aplica-se uma força F. Fonte: Do autor

## 2 METODOLOGIA

Uma vez que variar a deformação da superfície de uma barra através de sua flexão exige uma magnitude menor de força do que a aplicação de uma carga axial sob ela, este estudo centrou-se no caso da flexão pura. O comportamento mecânico de uma barra linear foi modelado em dois simuladores, ANSYS® (usando o sistema de análise *Static Structural*) e Ftool, e



modelado matematicamente (teórico/MATLAB) de acordo com a lei de Hooke conforme mencionad na introdução. O modelo simulado no Ansys pode é exposto na Fig. 2

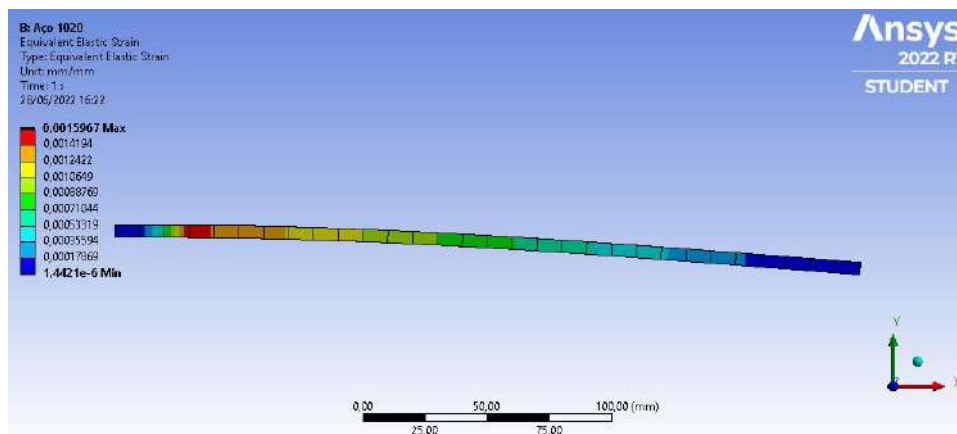


Figura 2: Simulação da flexão. Fonte: Do autor

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao realizar as simulações via software ANSYS® e Ftool considerando uma barra com os seguintes parâmetros: comprimento de 300 mm, por largura de 20 mm e altura de 5 mm, sob a aplicação de uma força de 98.07 N obteve-se os seguintes valores expostos na Tab 1. Foi feita uma estimativa de quanta deformação o sensor captaria baseado em seu comprimento, com o intuito de comparar com ensaios físicos em momentos futuros do projeto.

**Tabela 1: Resultados obtidos em cada modelo**

-	Matemático (MATLAB)	Ansys	Ftool
Momento de inércia M:	2,08333e-10 m <sup>4</sup>	-	2,0833e+02 mm <sup>4</sup>
<b>Tensão de deformação máxima:</b>	353,039 MPa	369,53 Mpa	-
<b>Deflexão máxima:</b>	-21,1824 mm	-20,187 mm	-21,17 mm
Coeficiente de deformação máxima:	0,0017652	0,0017837	-
Deformação superior:	529.559 µm	535,011 µm	-
Deformação inferior:	529.559 µm	535,011 µm	-



<b>Deformação do extensômetro superior:</b>	12,5329 $\mu\text{m}$	12,6642 $\mu\text{m}$	-
<b>Deformação do extensômetro interior:</b>	12,5329 $\mu\text{m}$	12,6642 $\mu\text{m}$	-

Tais resultados apontam uma divergência de 1% para o coeficiente de deformação entre as respostas obtidas nos modelos simulados e os valores obtidos no modelo matemático, o que atesta a confiabilidade entre esses métodos e quantifica o comportamento esperado para ensaios físicos posteriores.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho tornou mais próximo a solução do problema exposto na introdução (captar deformação nas bandagens de amarração de rotores), uma vez que elucidou o comportamento de deflexão da barra através de modelo matemático e modelos de simulação e gerou a base de conhecimento necessária para avançar com prototipagem e ensaios físicos de flexão e posteriormente o desenvolvimento de estudos de deformação axial propriamente. O maior desafio se deu em usar os softwares de simulação mecânica (Ansys e Ftool), já que nenhum dos membros da equipe teve experiência prévia com eles.

#### **REFERÊNCIAS**

- BEER, Ferdinand Pierre; JOHNSTON, E. Russel. Mecânica dos Materiais. 5ªed. McGraw Hill. 2011
- HIBBELER, R.C.. Resistência dos Materiais. 7ªed. Pearson. 2010
- YEDAMALE, Padmaraja. Brushless DC (BLDC) Motor Fundamentals. Microchip Technology Inc. 2004.
- DECNER, A. Telemetry diagnostic capabilities for asynchronous motors. In: 2012 XXth International Conference on Electrical Machines. IEEE, 2012. p. 1841-1845



## **Um modelo estatístico para estimativa da resistência não drenada em solos finos**

YGOR DE OLIVEIRA PEREIRA<sup>1\*</sup>; RICARDO J. PFITSCHER<sup>1</sup>, HELENA P. NIERWINSKI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC - CTJ

\*ygoro2014@gmail.com; ricardo.pfitscher@ufsc.br; helena.paula@ufsc.br

**RESUMO:** A resistência não drenada dos solos finos, como argilas e alguns siltes, conhecida como  $S_u$ , é a força existente que impede o solo de cisalhar quando carregado, por um aterro por exemplo, em condições não drenadas. Quando um solo é carregado sem que haja tempo para a dissipação de poropressões, o mesmo fica submetido a níveis de tensões maiores, se comparado a condições de drenagem ou dissipação total da poropressão. Como em solos finos a drenagem é lenta, há situações em que os carregamentos impostos não contam com tempo suficiente para a total dissipação das poropressões, assim, saber o correto valor da resistência não drenada destes solos permite melhores tomadas de decisões e o desenvolvimento de projetos mais seguros. A determinação do valor de  $S_u$  pode ser realizada por meio de ensaios de campo e laboratório, os quais podem demandar tempo ou adoção de equacionamentos empíricos. Este estudo visa investigar a variação de valores de  $S_u$  por meio de análises estatísticas de um banco de dados obtido através de ensaios de campo. Como resultado, foi demonstrado que é possível estimar valores de  $S_u$  através de um modelo linear que considera o atrito lateral do cone ( $f_s$ ), a poropressão ( $u$ ) e a resistência de ponta do cone corrigida ( $q_t$ ) com um  $R^2$  de 0,91, portanto, estatisticamente comparável com o modelo empírico da literatura.

**Palavras-chave:** Resistência não drenada, Solos finos, Ensaios de campo.

Instituição de fomento: CNPq.

### **1 INTRODUÇÃO**

A engenharia é baseada em métodos matemáticos e há muito tempo se utiliza de meios computacionais para auxiliar e facilitar nas soluções das demandas que são expostas. Fazer uso de tais meios e métodos para estudar solos finos, como é o caso de rejeitos de mineração, é um passo importante no campo da geotecnia. Em barragens de rejeitos de mineração, o solo é encontrado na maioria das vezes em condições saturadas, logo este material pode estar sujeito a carregamentos que demandem sua resistência não drenada ( $S_u$ ), como postulado pela Mecânica dos Solos Clássica (Terzaghi *et al.*, 1996). Tradicionalmente, os valores de  $S_u$  são



determinados por meio de ensaios de campo e laboratório, os quais podem demandar tempo. Também é possível realizar estimativas com equacionamento empírico (SCHNAID,2012), o que implica, por vezes, na escolha de valores arbitrários. Este estudo vem com intuito de utilizar métodos estatísticos para que se possa prever a resistência não drenada de solos finos, com base em banco de dados de ensaios de campo (palheta e cone), realizados em rejeitos de mineração. Desta forma, pretende-se obter uma estimativa de  $S_u$  em quaisquer pontos do local de estudo, independentemente da execução de ensaios de campo.

## **2 METODOLOGIA**

Para a realização do estudo foram utilizados dados de ensaio CPTu coletados em campo, com a ferramenta Microsoft Excel, que foi utilizada para filtragem, organização dos dados e plotagem dos gráficos. O software *RStudio Cloud* foi utilizado para realizar as análises estatísticas e propostas de regressões lineares. A primeira etapa foi separar os dados específicos de cada ensaio para todas as profundidades em que se tinha registros. A partir dos ensaios CPTu, os dados colhidos para avaliação foram: resistência de ponta do cone ( $q_c$ ), atrito lateral do cone ( $f_s$ ), poropressão ( $u$ ), resistência de ponta do cone corrigida ( $q_t$ ), parâmetro de poropressão ( $Bq$ ), razão de atrito ( $Rf$ ), que é dada por ( $f_s/q_c$ ). Esses parâmetros foram obtidos pela média dos valores trinta centímetros acima e abaixo do ponto de estudo (medição de  $S_u$  pelo ensaio de palheta).

Além disso, ainda foram separados os dados de resistência ao cisalhamento não drenada ( $S_u$ ) obtidos por ensaios de palheta, de forma a compará-los aos valores de  $S_u$  definidos a partir do ensaio CPTu. Diferente das variáveis anteriores, estes dados são exatamente os valores referentes à sua profundidade. Na segunda etapa foi utilizado o *software RStudio Cloud* para aplicar ferramentas estatísticas a fim de gerar uma equação para estimar os dados de  $S_u$  com base nos demais atributos do solo. O método estatístico escolhido foi a regressão linear múltipla, que é um método que computa uma reta que melhor descreve a relação entre a variável dependente e as variáveis independentes (HOCKING, 2013).



### 3 RESULTADOS

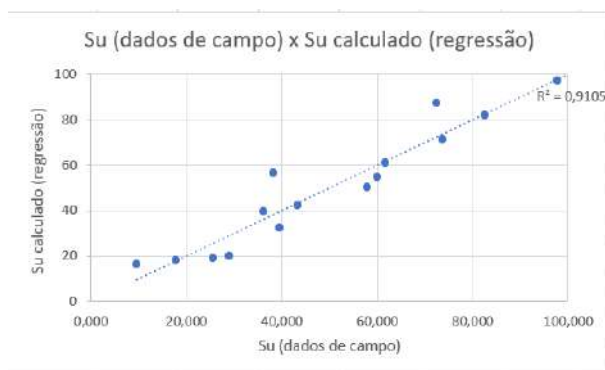
Após a análise da relação entre os valores de  $S_u$  e as medições realizadas com o ensaio CPTu, a regressão linear múltipla resultou na Equação 1.

$$S_u = -10,515098 + 1,191635 \cdot f_s + 0,008292 \cdot u + 0,064921 \cdot q_t \quad (1)$$

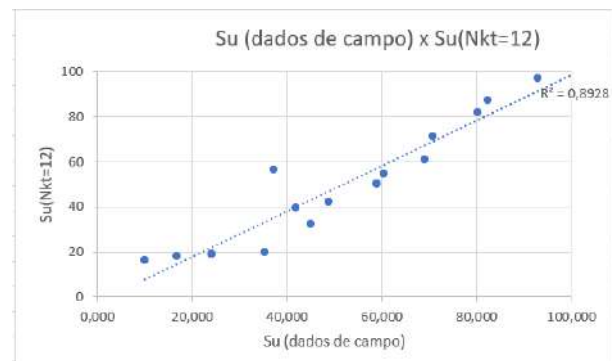
Observa-se que os parâmetros que mais influenciaram no valor de  $S_u$  calculado a partir dos dados do ensaio CPTu, foram o atrito lateral do cone ( $f_s$ ), a poropressão ( $u$ ) e a resistência de ponta do cone corrigida ( $q_t$ ). O próximo passo foi comparar os resultados do  $S_u$  calculados através da Equação 1, com os resultados fornecidos pelos ensaios de campo e com os métodos disponíveis na literatura em que o  $S_u$  é calculado pela Equação 2.

$$S_u = (q_t - svt) / Nkt \quad (2)$$

onde,  $svt$  é a tensão vertical total no ponto de estudo e o fator  $Nkt$  é um valor adotado de forma empírica. Para argilas normalmente adensadas a ligeiramente pré-adensadas, de alta plasticidade, os valores de  $Nkt$  geralmente variam na faixa entre 12 e 15 (SCHNAID, 2012). Para comparar os resultados da Equação 1, com a formulação empírica, foi elaborada uma planilha no Excel que também inclui a Equação 2 da literatura, utilizando o intervalo de 12 a 15 para  $Nkt$ . Após isso foram plotados gráficos de  $S_u$  ensaio versus  $S_u$  calculado e  $S_u$  ensaio versus  $S_u(Nkt = 12, 13, 14, 15)$ , a Figura 1 exibe os gráficos resultantes desta comparação.



(a)  $S_u$  calculado via regressão



(b)  $S_u$  calculado via formulação empírica

Figura 1: Gráficos de ajuste de valores de  $S_u$  estimados versus medido por ensaio de palheta



O gráfico exibido na Figura 1(a) mostra a comparação entre os valores de  $Su$  estimados pelo modelo de regressão com aqueles medidos no ensaio de palheta. É possível observar que a Equação 1 apresenta um bom ajuste, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,91. Os gráficos com os dados de campo *versus*  $Su$   $Nkt$  obtiveram um  $R^2= 0,89$ , independentemente do valor de  $Nkt$  utilizado. Por isso, somente é exibido, na Figura 1(b), o gráfico do ajuste ao se utilizar um  $Nkt=12$ . Este resultado demonstra que a Equação 1 é comparável com a Equação 2, da literatura, que utiliza valores empíricos para  $Nkt$ .

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo avaliou se um modelo estatístico é capaz de estimar valores  $Su$  com parâmetros de ensaios de campo CPTu. O valor de  $Su$  normalmente é obtido em ensaios de laboratório, que normalmente é caro e demanda tempo para realização, ou calculado utilizando formulações empíricas da literatura, o que, por vezes, implica em decisões arbitrárias. Os resultados mostraram que a equação estatística tem um bom ajuste tanto com os dados medidos quanto com os dados da formulação empírica. Assim, seria possível por meios estatísticos calcular a resistência não drenada de um solo sem que seja necessariamente realizado o ensaio de palheta diversas vezes, considerando o banco de dados avaliado.

#### **REFERÊNCIAS**

HOCKING, R. R. **Methods and Applications of Linear Models: Regression and the Analysis of Variance**. 3. ed. Wiley, 2013.

Schnaid, F., Odebrecht, E. **Ensaio de Campo e suas aplicações à Engenharia de Fundações**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

Terzaghi, K.; Peck, R.B.; Mesri, G. **Soil Mechanics in Engineering Practice**. 3. ed. McGraw Hill, New York, NY, USA, 549 p, 1996.



## **ESTACIONAMENTO ARBORIZADO: UMA PROPOSTA EDUCATIVA E SUSTENTÁVEL PARA O IFSC CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL-RAU**

A. J. ANTONIETTI<sup>1\*</sup>; T. COLLET<sup>1</sup>; M. C. SEDREZ<sup>2</sup>; T. B. M. ANTONIETTI

<sup>1</sup>IFSC Câmpus Jaraguá do Sul-Rau; <sup>2</sup>IFSC Câmpus Florianópolis

\*anderson.jose@ifsc.edu.br

**RESUMO:** A arborização urbana promove inúmeros benefícios, como a diminuição da poluição, a melhoria do microclima e da qualidade de vida. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo propor um projeto de estacionamento arborizado para o IFSC Câmpus Jaraguá do Sul-Rau. Para isso, foi estudada a legislação vigente, a disposição e a dimensão das vagas, as exigências institucionais e as espécies utilizadas em arborização. O estacionamento contemplará 97 vagas para automóveis, incluindo-se 02 para cadeirantes, 05 para idosos e 36 vagas para motocicletas. A espécie escolhida para a arborização do estacionamento foi a *Terminalia ivorensis*, conhecida como amêndoa da Costa do Marfim, sendo necessárias 20 mudas a serem plantadas com espaçamento mínimo de 5,0m entre elas, o que garantirá o sombreamento dos automóveis. A arborização do estacionamento representa uma prática de educação ambiental para os estudantes que frequentam o câmpus, além de um compromisso do IFSC com a responsabilidade socioambiental, mitigando os efeitos da supressão de vegetação nativa que originalmente caracterizava o local.

**Palavras-chave:** Arborização, Educação Ambiental, Práticas Sustentáveis.

Instituição de fomento: IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Rau.

### **1 INTRODUÇÃO**

As cidades crescem e com elas ocorre a substituição das áreas verdes por espaços construídos (PAIVA et al., 2022). Neste sentido, a arborização urbana em espaços livres das cidades cumpre um importante papel de melhoria do microclima, diminuição da poluição do ar, visual e sonora, mitigação das mudanças climáticas, além de estar associada à qualidade de vida e à saúde pública (BASSO e CORRÊA, 2014; PAIVA et al., 2022).

A despeito dos benefícios proporcionados pela arborização de espaços urbanos, praticamente todo o estacionamento do IFSC Câmpus Jaraguá do Sul-Rau encontra-se desprovido de cobertura vegetal, não oferecendo sombra e conforto térmico para automóveis,





motocicletas e pedestres. Além disso, o clima de Jaraguá do Sul conta com temperatura média de 22°C, podendo chegar a 40°C no verão (GUIA DE SANTA CATARINA, 2022).

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo propor um projeto de estacionamento arborizado para o IFSC Câmpus Jaraguá do Sul-Rau. Espera-se que a arborização do estacionamento proporcione importantes benefícios ecossistêmicos, como a melhoria da paisagem, diminuição da temperatura local e redução da poluição atmosférica e sonora no entorno do ambiente acadêmico, localizado às margens da BR 280.

Destaca-se, ainda, que a arborização do estacionamento caracteriza uma forma de praticar a educação ambiental com os estudantes que frequentam o Câmpus, uma vez que representa um exemplo de como proceder à mitigação dos efeitos da supressão da vegetação nativa que originalmente caracterizava o local.

## **2 METODOLOGIA**

Inicialmente, foram pesquisados os registros do Câmpus sobre a planta baixa, a área livre e construída, as intenções futuras e a existência de estudos anteriores sobre o estacionamento. Além disso, foram realizadas pesquisas sobre as espécies recomendadas em arborizações de estacionamentos e a compatibilidade de cada espécie considerada, levando-se em conta o porte, o sombreamento oferecido, o tempo de crescimento e o tipo de fruto produzido. Foram ouvidos profissionais do setor de engenharia civil do IFSC, para estudar a viabilidade da arborização, e o encarregado da arborização urbana da cidade de Jaraguá do Sul.

Assim, a proposta de um novo *layout* para o estacionamento foi desenvolvida contemplando-se a disposição e a dimensão das vagas para automóveis e motocicletas, respeitando-se as normas municipais vigentes, as características da espécie escolhida, a dimensão dos canteiros, o espaçamento entre as plantas, os recursos financeiros necessários, bem como os as normativas internas da rede IFSC.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Plano Diretor da cidade de Jaraguá do Sul exige para instituições de ensino médio, superior e específico, uma vaga para cada 75 m<sup>2</sup> construídos. Como o IFSC Câmpus Jaraguá do Sul-Rau apresenta, atualmente, uma área construída de 5792,80 m<sup>2</sup>, o projeto do *layout* para a arborização do estacionamento deverá contemplar 78 vagas de estacionamento, para se atender a legislação vigente. Com base nestas informações, foram estudadas diversas formas de disposição das vagas e plantas previstas para a arborização. Assim, ao se analisar várias configurações de *layout*, optou-se por manter o paralelismo com as edificações e as vias de circulação já existentes.

As plantas que irão compor a arborização do estacionamento serão alocadas em canteiros centrais, entre as vagas para os automóveis. A nova proposta de *layout* para o estacionamento do Câmpus, incluindo a arborização, é apresentada na Figura 1a.



**Figura 1:** (a) *Layout* para o estacionamento arborizado do IFSC Câmpus Jaraguá do Sul-Rau. (b) *Terminalia ivorensis*, presente no estacionamento da Secretaria de Obras de Jaraguá do Sul. Fonte: Os autores.

A proposta de *layout* encontra-se de acordo com o Plano Diretor e contempla um total de 133 vagas de estacionamento, sendo 97 para automóveis, incluindo-se 02 para cadeirantes e 05 para idosos, além de 36 vagas para motocicletas.

As árvores desejáveis para o estacionamento do Câmpus seriam de espécies nativas da Mata Atlântica. Entretanto, o plantio de árvores nativas no estacionamento poderia impedir ou dificultar, futuramente, a expansão da área construída, devido ao impeditivo legal de corte de



espécies nativas. Assim, optou-se pela espécie exótica *Terminalia ivorensis* A. Chev. (Fig. 1b), planta conhecida como amendoeira ou amêndoa da Costa do Marfim. As mudas de *T. ivorensis* serão plantadas com espaçamento mínimo de cinco metros entre as plantas para garantir o sombreamento dos automóveis, necessitando, assim, da aquisição de 20 mudas.

As instituições de ensino, como o IFSC, têm o papel de promover práticas ambientalmente sustentáveis, pois, em geral, as cidades promovem muito mais os sistemas construídos na base do concreto e impermeabilizações do que os relacionados à preservação da natureza (PAIVA et al., 2022). Além disso, destaca-se o papel do ambiente acadêmico na promoção da educação ambiental entre os estudantes, que terão a oportunidade de participar da mitigação do impacto ambiental negativo caracterizado pela supressão da vegetação nativa que havia no espaço ocupado pelo estacionamento.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho permitiu o registro histórico da adequação da área livre do IFSC Câmpus Jaraguá do Sul-Rau à demanda dos servidores e alunos por um estacionamento arborizado que lhes trouxesse maior conforto climático. Assim, desenvolveu-se um projeto sustentável que associou a otimização das vagas aos benefícios da arborização deste espaço, como o conforto térmico, além de proporcionar a prática da educação ambiental com os estudantes.

#### **REFERÊNCIAS**

BASSO, J. M., CORRÊA, R. S. Arborização urbana e qualificação da paisagem. *Paisagem e Ambiente*, n. 34, p. 129-148, 2014.

GUIA DE SANTA CATARINA, 2022. Disponível em: <<http://www.guiasantacatarina.com.br/jaraguadosul/cidade.php3>>. Acesso em 12/07/2022.

PAIVA, B. S., DA LUZ, L. M., DA SILVA, C. N. Sistemas de áreas verdes da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto, da UFPA, em Belém (PA). *Novos Cadernos NAEA*, v. 25, n. 1, 2022.



## **SOFTWARE PARA APLICAÇÃO DE PARAMETRIZAÇÃO OTIMIZADA E SIMULAÇÃO DO RENDIMENTO NA USINAGEM EDM DO INCONEL 718**

A. A. DO E. S. JUNIOR<sup>1\*</sup>, G. E. MARTINS<sup>1</sup>, C. R. MOURA<sup>1</sup>, G. C. CARLINI<sup>1</sup>, A. A. DE MELO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

\* [almir.a1987@aluno.ifsc.edu.br](mailto:almir.a1987@aluno.ifsc.edu.br)

A utilização de software para realização de simulações para predição de resultados é uma situação presente na indústria mecânica, contudo, pouco aplicada em micro e pequenas empresas em virtude de custos envolvidos. Por isso, ferramentas computacionais que utilizam a simulação para auxiliar no processo de fabricação mecânica diminuem o tempo de ensaios experimentais. As superligas à base de níquel foram desenvolvidas em meados dos anos 1940 possuindo finalidade na utilização em componentes expostos a ambientes mecanicamente críticos, inicialmente pela manutenção de suas propriedades mecânicas e químicas quando submetidos em temperaturas elevadas, na ordem de 700°C. Entre as superligas à base de níquel, o Inconel 718 é um dos materiais mais utilizados por seu baixo custo de fabricação em relação as outras superligas. Sua condutividade térmica é baixa e possui alta taxa de endurecimento por deformação durante a operação de cisalhamento, o que eleva a dificuldade em operações de usinagem por contato de ferramentas. A remoção por eletroerosão, em inglês *Electrical Discharge Machining* - EDM, é um processo de usinagem não convencional capaz de processar formas geométricas complexas em quaisquer materiais condutores elétricos indiferente de suas características metalúrgicas e que apresentam grande dificuldade para manufatura por processos de usinagem convencionais. Dessa forma, a usinagem é realizada por remoção térmica (microfusões) sem ocorrer atrito no material. Foram desenvolvidas usinagens experimentais compondo um planejamento fatorial fracionado com resultados tabulados em termos de rendimento do processo, organizados neste trabalho, em taxa de remoção de material, no desgaste volumétrico relativo e na rugosidade da superfície pelo parâmetro Ra do componente usinado. Assim o objetivo do trabalho consiste em construir uma solução de *software* via web que possa ser aplicado a esse contexto e em específico para a usinagem por eletroerosão do Inconel 718. Dessa maneira para simular o rendimento da liga Inconel 718 realizado pelo processo EDM mas de forma virtual, a solução proposta terá a divisão modular constituída por: a) módulo para armazenamento de informações básicas sobre os materiais para componentes, operações e materiais de eletrodos; b) módulo de simulação via utilização estatística de análise de variância (ANOVA), sendo que os resultados gerados serão apresentados via gráfico. Os próximos passos do projeto são testar a simulação via método estatístico de forma a aprimorar a integração dos módulos, bem como, a análise, normalização e visualização de dados.

**Palavras-chave:** Simulador, Usinagem EDM, INCONEL 718.



## **O TEATRO COMO PROMOTOR DA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL: UM OLHAR DA PERSPECTIVA DO ENSINO DE CIÊNCIAS**

*P. T. SILVA<sup>1\*</sup>*

*<sup>1</sup>Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), discente da Licenciatura em Física,  
IFSC – Câmpus Jaraguá do Sul (Centro)*

*\*poliana.t@aluno.ifsc.edu.br*

Tendo em mente que o ensino de ciências enfrenta obstáculos conhecidos, percebe-se também a necessidade de desenvolver práticas e abordagens educacionais que buscam expor e debater algumas ideias equivocadas a respeito da ciência, com o intuito de amenizar a distância e o desinteresse que estas podem ter ocasionado nos estudantes. No âmbito da arte cênica teatral, há uma ramificação que consiste no teatro científico, que não traz consigo uma conceituação definitiva, mas pode variar entre abordagens que são mais conceituais até propostas artísticas diferenciadas cuja inspiração são as problemáticas da ciência. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar características do teatro como um espaço não formal de educação com um enfoque no ensino de ciências, observar quais aspectos da arte cênica teatral podem caracterizá-la como espaço não formal de educação e identificar suas potencialidades para discutir temas de ciência, bem como analisar um número de palhaçaria no qual o teatro foi utilizado com o propósito de discutir e divulgar o pensamento científico. A metodologia empregada envolveu, portanto, um estudo de caso, e consistiu em entrevistar a atriz responsável pelo número intitulado “Café com Elis”, questionando-a acerca de seus objetivos, inspirações e resultados obtidos com as apresentações. O número teatral analisado apresenta características que permitem situá-lo no panorama da educação não formal e perceber como ele se propõe a debater aspectos da ciência incorporados à linguagem teatral de palhaçaria. O trabalho permitiu concluir que o teatro é uma forma muito poderosa de se discutir quaisquer temas e pode ser aplicado à divulgação científica também, quando comprometido com respeitar tanto a arte quanto a ciência enquanto áreas do conhecimento. Assim, uma peça de teatro que se propõe a debater seriamente (isto é, com o devido comprometimento e propriedade dos assuntos científicos), por exemplo, aspectos relacionados à natureza da ciência ou explorar a vida e obra de determinados cientistas, pode proporcionar tanto aprendizado quanto uma aula sobre o mesmo tema que tomaria lugar em uma sala de aula.

**Palavras-chave:** Educação não formal, Teatro científico, Ensino de Ciências.





## **OTIMIZAÇÃO EM REDES DE CAMINHO MÍNIMO: UMA APLICAÇÃO INTRODUTÓRIA**

G. ULBRICHT<sup>1</sup>, R. J. MACEDO<sup>2</sup>, L. BUTTENDORFF<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul, Rau*  
*gerson.ulbricht@ifsc.edu.br; rafajmacedo@gmail.com; lucasbuttedorff@gmail.com*

**RESUMO:** O artigo apresenta a resolução matemática fazendo uso de técnicas que visam otimizar a distância entre duas cidades, indicando qual trajeto deve ser adotado. Para resolução do presente problema, fez-se o uso do método de redes. Por fim, justifica-se a utilização de técnicas que visam otimizar processos.

**Palavras-chave:** otimização em redes, caminho mínimo.

### **1 INTRODUÇÃO**

Dentre os problemas abordados pela área de otimização, um dos mais estudados é o problema de caminho mínimo (COSTA,2005). Considerando uma rede composta de nós e arcos ligando estes nós, o problema de caminho

Alguns trabalhos pesquisados abordam técnicas de otimização em redes. Resende *et al.* (2001) propõe o roteamento de tráfego adaptativo em redes. No estudo a rede foi representada através de grafo, onde foi implementado um algoritmo que procura enlaces com o menor custo. Foi utilizada assim o critério de seleção de rotas com menor custo, o que na prática representam um menor congestionamento. O estudo feito por SOUZA *et al.* (2014) apresenta uma metodologia de posicionamento de concentradores de medidores de energia elétrica com o objetivo de limitar o *delay* médio da rede, otimizando o desempenho do serviço de comunicação. Foram utilizados algoritmos de menor caminho nesse trabalho para simular o roteamento, onde o objetivo final é maximizar o desempenho da rede de comunicação.

Por fim, este trabalho aborda a resolução de um problema de Redes de caminho mínimo. O problema abordado é do tipo linear puro, não havendo restrições de integralidade.

### **2 METODOLOGIA**



As distâncias para o problema proposto são mostradas no Quadro 1 considerando origens e destinos, sendo este caminho de mão única, não permitindo retorno.. O objetivo do trabalho é encontrar a rota que se deve seguir para ir de Chapecó até Porto Alegre percorrendo a menor distância possível.

		Destino										
		1 – Brusque	2 – Chapecó	3 – Indaial	4 – Joaçaba	5 – Lages	6 – Joinville	7 – Caxias d	8 – Florianó	9 – Sombrio	10 – Timbó	11 – P. Alegre
Origem	1 – Brusque	-	-	-	355	-	-	-	-	-	-	-
	2 – Chapecó	519	-	-	163	330	514	-	-	-	-	-
	3 – Indaial	-	457	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 – Joaçaba	-	-	-	-	-	-	348	396	-	-	-
	5 – Lages	-	-	-	-	-	-	217	231	-	-	-
	6 – Joinville	-	-	106	-	-	-	-	183	400	-	-
	7 – Caxias do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	423	128
	8 – Florianópolis	-	-	-	-	-	-	470	-	244	-	462
	9 – Sombrio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 – Timbó	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	612
	11 – Porto Alegre	-	-	-	-	-	-	-	-	220	-	-

Quadro 1 – Quadro de distância entre origens e destinos.

Os índices para cada cidade são: 1 – Brusque, 2 – Chapecó, 3 – Indaial, 4 – Joaçaba, 5 – Lages, 6 – Joinville, 7 – Caxias do Sul, 8 – Florianópolis, 9 – Sombrio, 10 – Timbó, 11 – Porto Alegre. A partir daí, a variável de decisão é atribuída. Por exemplo, para o trecho de Chapecó a Brusque ela será  $x_{21}$ . A seguir será apresentado o modelo matemático.

- Função objetivo:

$$\begin{aligned}
 \min Z = & 355x_{14} + 519x_{21} + 163x_{24} + 330x_{25} + 514x_{26} + 457x_{32} + 348x_{47} \\
 & + 396x_{48} + 217x_{57} + 231x_{58} + 106x_{63} + 183x_{68} + 400x_{69} \\
 & + 423x_{710} + 128x_{711} + 470x_{87} + 244x_{89} + 462x_{811} + 220x_{911} \\
 & + 612x_{1011}
 \end{aligned} \tag{2.2}$$

- Restrições (saída e chegada)

$$\text{Nó 2} \rightarrow x_{21} + x_{24} + x_{25} + x_{26} = 1 \tag{2.3}$$

$$\text{Nó 11} \rightarrow x_{711} + x_{811} + x_{911} + x_{1011} = 1 \tag{2.4}$$

- Nós intermediários

$$\text{Nó 1} \rightarrow -x_{14} + x_{21} = 0 \tag{2.5}$$



$$\text{Nó 3} \rightarrow -x_{32} + x_{63} = 0 \quad (2.6)$$

$$\text{Nó 4} \rightarrow x_{14} + x_{24} - x_{47} - x_{48} = 0 \quad (2.7)$$

$$\text{Nó 5} \rightarrow x_{25} - x_{57} - x_{58} = 0 \quad (2.8)$$

$$\text{Nó 6} \rightarrow x_{26} - x_{63} - x_{68} - x_{69} = 0 \quad (2.9)$$

$$\text{Nó 7} \rightarrow x_{47} + x_{57} + x_{87} - x_{710} - x_{711} = 0 \quad (2.10)$$

$$\text{Nó 8} \rightarrow x_{48} + x_{58} + x_{68} - x_{87} - x_{89} - x_{811} = 0 \quad (2.11)$$

$$\text{Nó 9} \rightarrow x_{69} + x_{89} - x_{911} = 0 \quad (2.12)$$

$$\text{Nó 10} \rightarrow x_{710} - x_{1011} = 0 \quad (2.13)$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \rightarrow \text{se o trecho do nó } i \text{ até } j \text{ for utilizado} \\ 0 & \rightarrow \text{se o mesmo trecho não for utilizado} \end{cases}$$

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados obtidos através do software LINDO, onde é possível analisar os resultados e concluir qual dos trajetos deve ser adotado.

Analisando a coluna *VALUE*, é possível obter qual dos trajetos é mais vantajoso, onde os resultados iguais a 1 representam através da coluna *VARIABLE* qual trajeto deve ser adotado, resultando em:

Chapecó – Joaçaba – Caxias do Sul – Porto Alegre

OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
1)	639.0000	
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X14	0.000000	599.000000
X21	0.000000	519.000000
X24	1.000000	407.000000
X25	0.000000	330.000000
X26	0.000000	514.000000
X32	0.000000	457.000000
X47	1.000000	232.000000
X48	0.000000	152.000000
X57	0.000000	345.000000
X58	0.000000	231.000000
X63	0.000000	106.000000
X68	0.000000	183.000000
X69	0.000000	156.000000
X710	0.000000	0.000000
X711	1.000000	0.000000
X87	0.000000	598.000000
X89	0.000000	0.000000
X811	0.000000	462.000000
X911	0.000000	464.000000
X1011	0.000000	907.000000
X_63	0.000000	0.000000
X_25	0.000000	0.000000

Figura 1 - Resultados obtidos





#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A implementação de técnicas de otimização em diversas áreas de conhecimento são responsáveis por gerar grandes reduções de custos e melhorias em diversos processos das mais diferentes áreas. Na indústria, a aplicação de técnicas para redução do tempo de produção e diminuição de custos afeta diretamente o lucro final dos produtos, justificando a importância do estudo desta área de conhecimento.

As técnicas utilizadas no presente trabalho podem ser aplicadas em assuntos diretamente ligados a engenharia elétrica, como por exemplo, a distribuição de energia elétrica de uma usina para diferentes cidades, visando atingir o maior número de receptores com baixas perdas de transmissão.

#### **REFERÊNCIAS**

COSTA, F. P. **Aplicações de técnicas de otimização a problemas de planejamento operacional de lavra em minas a céu aberto**. Dissertação de mestrado - Engenharia Mineral, Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2005.

GONZÁLEZ, Pedro Henrique et al. Uma Metaheurística GRASP para o Problema de Planejamento de Redes com Rotas Ótimas para o Usuário. **XLV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Natal, 2013**.

RESENDE, Raulison Alves et al. **Roteamento de tráfego adaptativo baseado em caminho mínimo em redes MPLS**, Dissertação de mestrado – Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2001.

SOUZA, Gustavo Batista de Castro et al. **Otimização do posicionamento de concentradores GPRS em redes elétricas inteligentes utilizando programação linear e teoria de filas**, Dissertação de mestrado – Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.



## **Aplicação de Problemas de Corte Unidimensionais em Barramento Blindado de Baixa Tensão**

G. ULBRICHT<sup>1</sup>, M. W. REICHOW<sup>2</sup>, M. W. SPROTTE<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>IFSC, Jaraguá do Sul – SC, Brasil

e-mail: gerson.ulbricht@ifsc.edu.br

**RESUMO:** Dentro do escopo da fabricação de materiais para instalações elétricas prediais os cortes unidimensionais de barramentos blindados de baixa tensão se caracterizam como uma aplicação a ser explorada pelo estudo de técnicas de otimização, uma vez que eles possuem uma variedade de comprimentos e restrições impostas por cada instalação elétrica e sua fabricação gera desperdícios. Visando reduzir essas perdas, estudou-se a aplicação de algoritmos de geração de padrões e programação linear onde concluiu-se que o problema poderia ser resolvido por esse método. Sendo assim, neste trabalho não é resolvido o problema, mas somente discutida uma aplicação do problema de cortes dentro da área elétrica, sendo que desta forma abre-se a projeção para estudos em posterior trabalho de conclusão de curso ou projeto de pesquisa.

**Palavras-chave:** Barramento blindado, baixa tensão, corte unidimensional.

### **1 INTRODUÇÃO**

Os problemas de corte unidimensional são problemas de otimização clássicos já estudados há anos dentro do escopo da pesquisa operacional. Tais problemas podem aparecer nas mais variadas situações e aplicações industriais e requerer modelos matemáticos e métodos de solução variados (NOGUEIRA, 2018). De modo geral, busca-se reduzir custos através da otimização do aproveitamento dos materiais (não desperdício), premissa essa que deve ser respeitada nas indústrias de qualquer segmento (BUENO, 2007). Isso está diretamente ligado com o planejamento da produção, de forma a definir-se os melhores arranjos de corte a serem feitos.

Ao observar-se o mercado de projetos elétricos prediais, na perspectiva da fabricação de barramento blindado de baixa tensão (*bus-way*, vide Fig. 1), percebe-se algumas características construtivas aplicadas ao produto acabado que devem ser atendidas, seguindo as normas



vigentes aplicadas a concessionária de energia elétrica. Nesse sentido, de acordo com os manuais especiais da concessionária, a instalação deve seguir algumas dimensões para atender as normas de posicionamento das caixas de medição.

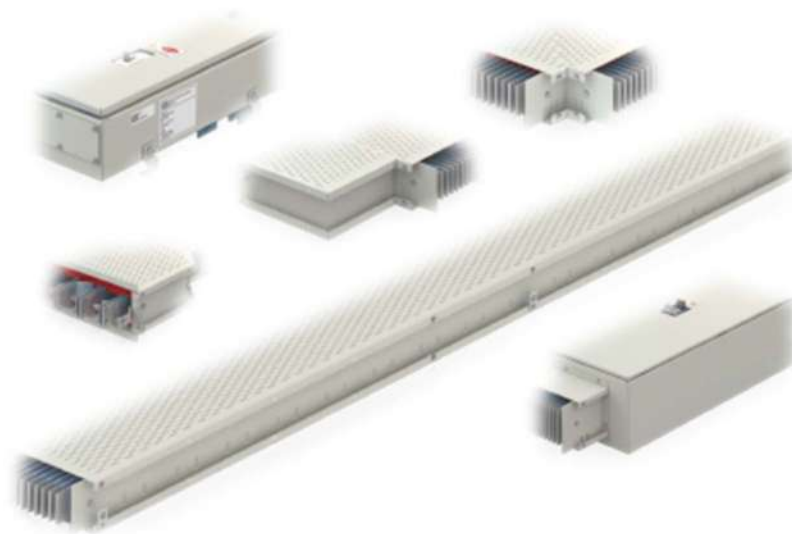


Figura 1: Barramento blindado de baixa tensão.

Tendo isso em vista, há exigência de adequar as linhas de barramento de acordo com as alturas dos pavimentos, avaliando as medidas considerando o piso acabado, todavia, visando o processo de fabricação dos dutos de barras, surge a necessidade de otimizar as medidas dos trechos de barramento (ABUABARA e MORABITO, 2008), com barras condutoras de alumínio ou cobre, a fim de estabelecer um conjunto de itens padrões que podem atender o estoque fabril e até mesmo a matéria-prima fornecida.

## 2 METODOLOGIA

Para aplicar técnicas de otimização no problema aqui apresentado (corte de barras metálicas) é necessário utilizar um modelo matemático de programação linear. Um modelo de cortes aplicável nesse caso foi aplicado por WAVRYNCZAK, 2015, o qual se baseia na seleção de padrões de cortes válidos e do conhecimento das quantidades de cada medida que devem



ser utilizadas para que elas sejam devidamente cortadas no planejamento. Os padrões de corte válidos para o problema apresentado nesse trabalho são os de 2m e 3m, os quais devem ser combinados corretamente devido a quantidade de andares e a altura de cada um em cada instalação elétrica predial.

Existe uma diversidade de formas de se gerar padrões de corte, sendo que para o problema proposto pode-se usar por exemplo, um algoritmo de busca exaustiva ou um algoritmo de busca aleatória de combinações (ULBRICHT, 2020). O primeiro deles funciona considerando inicialmente o maior tamanho e em seguida padrões de tamanho menores até que não haja mais padrão menor disponível. O segundo algoritmo baseia-se em verificar aleatoriamente certa quantidade de padrões, escolhendo o de melhor resultado, visando assim evitar uma busca exaustiva em profundidade (BORATTI e OLIVEIRA, 2013).

Uma vez definidos os possíveis padrões de corte, se faz necessário o uso de um modelo de programação linear (ARENALES et al., 2015) a fim de minimizar o desperdício de matéria prima no processo de corte das calhas. É preferível gerar os padrões de corte com o algoritmo de geração de padrões aleatórios apresentado anteriormente. Como saída do modelo, após a resolução, se obtém as quantidades a serem usadas de cada padrão de corte de modo a atender às demandas estipuladas de cada medida com o menor desperdício possível.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Observa-se que os modelos apresentados podem ser aplicados para solucionar o problema proposto, o que reduziria os desperdícios no processo de produção de barramentos e na utilização de cabos de força. Apresenta-se assim a ideia como uma possibilidade de melhoria nos processos de fabricação e redução de custo, viável e passível de ser desenvolvida.

### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo deste trabalho foi estudar o problema de corte unidimensional na fabricação de barramentos blindados de baixa tensão. Nesse sentido, foi abordada uma possível aplicação



de algoritmos de geração de padrões para serem aplicados em um problema de programação linear, apresentando a viabilidade desse estudo para um posterior trabalho de TCC ou projeto de pesquisa.

## **REFERÊNCIAS**

NOGUEIRA, L. F. PROBLEMA DE CORTE DE ESTOQUE UNIDIMENSIONAL. UNESP. Bauru, 2018.

BUENO, Fabrício. Otimização gerencial com EXCEL. Florianópolis: Visual Books, 2007. 136 p.

ABUABARA, Alexander; MORABITO, Reinaldo. Modelos de programação inteira mista para o planejamento do corte unidimensional de tubos metálicos na indústria aeronáutica agrícola. Gestão & Produção, v. 15, p. 605-617, 2008.

WAVRZYNCZAK, H. C.; ULBRICHT, G.; TEIXEIRA, E. S. M. Modelo Matemático para Cortes de Barras de Aço no Processo de Fabricação de Triângulos. HOLOS, [S.l.], v. 8, p. 252-261, jan. 2016. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/3605/1326>>. Acesso em: 16 out. 2019

BORATTI, I. C.; OLIVEIRA, A. B. Introdução à Programação Algoritmos. 4. ed. Florianópolis: Visual Books, 2013.

ULBRICHT, G. et al. Algoritmos para geração de padrões aplicado ao problema de corte unidimensional. R. Gest. Industr., Ponta Grossa, v. 16, n. 4, p. 272-287, Out./Dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi>



## **DETERMINAÇÃO DO CAMINHO MÍNIMO ENTRE CIDADES POR MEIO DO MÉTODO SIMPLEX**

G. ULBRICHT<sup>1\*</sup>; A. A. E. S. JUNIOR<sup>1</sup>, G. F. PEREIRA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul, Rau*

*\*gerson.ulbricht@ifsc.edu.br*

**RESUMO:** Neste trabalho apresenta-se uma solução para um problema de caminho mais curto, envolvendo o trajeto que se origina na cidade de Chapecó com destino a Porto Alegre. Foi proposta uma rede de trajetos composta por 11 cidades, incluindo origem e destino, e, através do complemento *Solver* do *Excel*, obteve-se como resultado de trajeto mais curto a distância de 638 km. Um trajeto alternativo foi proposto considerando-se um obstáculo qualquer que impedisse a passagem pela cidade de Caxias do Sul. Para este trajeto a menor distância encontrada foi de 802 km.

**Palavras-chave:** Otimização, Caminho mais curto, Grafo.

### **1 INTRODUÇÃO**

Os custos com combustível e a otimização do tempo podem ser as motivações mais relevantes na definição de um trajeto. O problema do caminho mais curto destina-se a encontrar o menor caminho entre dois nós de uma rede. De acordo com Belfiore e Fávero (2013), essa minimização não se resume apenas à distância, podendo-se minimizar também o custo total ou o tempo total de viagem.

Como Guardia e Méndez (2008) mencionam, a solução do problema do caminho mais curto é um tópico atrativo para pesquisadores e profissionais, permitindo obter soluções eficientes para problemas reais ao determinar de modo confiável a forma mais veloz e econômica para a aplicabilidade desejada. Conforme Lachtermacher (2007) afirma, para soluções de caminho mínimo sempre haverá dois tipos de nós especiais chamados de origem e destino. Entre estes dois nós principais normalmente existem nós intermediários, que podem representar cidades que conectam rodovias, sendo este o objeto de estudo deste artigo.



## 2 METODOLOGIA

Para a solução do problema proposto foi utilizado o método *Simplex*, com o auxílio do complemento *Solver* do *Excel*. De acordo com Moura e Flemming (2019), o método *Simplex* é um modelo de programação linear que tem a função de encontrar o valor mínimo ou máximo para uma determinada equação objetivo, levando em conta as restrições inerentes.

Na figura 1 é apresentado o grafo que representa a rede de cidades com os possíveis trajetos. Cada nó representa uma cidade e os números nos arcos representam a distância entre as cidades conectadas por este arco.



Figura 1: Cidades, trajetos e distâncias contidas no grafo.

Atribuiu-se um número a cada cidade a fim de se facilitar a identificação. Assim:

1 = Chapecó

2 = Joaçaba

3 = Lages

4 = Joinville

5 = Rio do Sul

6 = São Joaquim

7 = Criciúma

8 = Caxias do Sul

9 = Florianópolis

10 = Sombrio

11 = Porto Alegre

As variáveis de decisão foram definidas de acordo com as rotas disponíveis e são expostas na Tabela 1. Tais variáveis apresentarão valor 1 se a rota for utilizada e 0 caso contrário.



**Tabela 1:** Variáveis de decisão.

$X_{1,2}$	Rota de Chapecó a Joaçaba
$X_{1,3}$	Rota de Chapecó a Lages
$X_{1,4}$	Rota de Chapecó a Joinville
$X_{2,5}$	Rota de Joaçaba a Rio do Sul
$X_{2,8}$	Rota de Joaçaba a Caxias do Sul
$X_{3,5}$	Rota de Lages a Rio do Sul
$X_{3,6}$	Rota de Lages a São Joaquim
$X_{4,6}$	Rota de Joinville a São Joaquim
$X_{4,7}$	Rota de Joinville a Criciúma
$X_{5,8}$	Rota de Rio do Sul a Caxias do Sul
$X_{5,9}$	Rota de Rio do Sul a Florianópolis
$X_{6,9}$	Rota de São Joaquim a Florianópolis
$X_{6,10}$	Rota de São Joaquim a Sombrio
$X_{7,10}$	Rota de Criciúma a Sombrio
$X_{8,11}$	Rota de Caxias do Sul a Porto Alegre
$X_{9,11}$	Rota de Florianópolis a Porto Alegre
$X_{10,11}$	Rota de Sombrio a Porto Alegre

Fonte: os autores

A Equação 1 apresenta a função objetivo:

$$\begin{aligned} \text{Min } z = & 163x_{1,2} + 330x_{1,3} + 514x_{1,4} + 222x_{2,5} + 348x_{2,8} + 130x_{3,5} + 80x_{3,6} \\ & + 377x_{4,6} + 363x_{4,7} + 348x_{5,8} + 197x_{5,9} + 234x_{6,9} + 172x_{6,10} \\ & + 61x_{7,10} + 127x_{8,11} + 462x_{9,11} + 220x_{10,11} \end{aligned} \quad (1)$$

A seguir são apresentadas as restrições do problema.

Nó 1: saída)  $x_{12} + x_{13} + x_{14} = 1$

Nó 11: chegada)  $x_{8,11} + x_{9,11} + x_{10,11} = 1$

Nó 2)  $x_{12} = x_{28} + x_{25}$

Nó 3)  $x_{13} = x_{35} + x_{36}$

Nó 4)  $x_{14} = x_{46} + x_{47}$

Nó 5)  $x_{25} + x_{35} = x_{58} + x_{59}$

Nó 6)  $x_{36} + x_{46} = x_{69} + x_{6,10}$

Nó 7)  $x_{47} = x_{7,10}$

Nó 8)  $x_{28} + x_{58} = x_{8,11}$

Nó 9)  $x_{59} + x_{69} = x_{9,11}$

Nó 10)  $x_{6,10} + x_{7,10} = x_{10,11}$

$x_{ij}$  0 ou 1 (binário)





### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para primeira situação, onde são consideradas todas as cidades e rotas do grafo da figura 1, o trajeto que possui a menor distância, partindo-se de Chapecó para Porto Alegre, é de 638 km e passa pelas cidades de Joaçaba e Caxias do Sul.

Na segunda situação um trajeto alternativo foi calculado, assumindo que um obstáculo qualquer impediria a passagem pela cidade de Caxias do Sul. Como resultado, a menor distância encontrada foi de 802 km, num trajeto que passa pelas cidades de Lages, São Joaquim e Sombrio.

### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com o presente trabalho, é observável que utilizando o método *Simplex* chegou-se à solução desejada em relação à distância. Considerando outras restrições, o problema pode ser expandido para englobar outros fatores como tempo de trânsito, custos com pedágio, entre outros.

### **REFERÊNCIAS**

FÁVERO, L. P.; BELFIORE P. Pesquisa Operacional para cursos de engenharia. Pesquisa operacional para cursos de engenharia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013..

GUARDIA, L.E.T.; MÉNDEZ, Y. S. Problema do caminho mais curto – algoritmo de dijkstra. Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha (SPOLM), Rio de Janeiro, Agosto 2008.

LACHTERMACHER, G. Pesquisa operacional na tomada de decisões: Modelagem em Excel. 3º ed. Rio de Janeiro. 2007, 142p.

MOURA, A. M.; FLEMMING, D. M. Método Simplex na resolução de problemas utilizando o Excel. Unisul. Santa Catarina. 2019.



## **AValiação DO ACABAMENTO NO TORNEAMENTO DE UM AÇO ABNT 1045**

C. L. BASSI<sup>1\*</sup>, L. C. BERTOTTI<sup>1</sup>; T. DA SILVA<sup>1</sup>; G. M. P. CHAGAS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IFSC – Câmpus Jaraguá do Sul - Rau

\*Email: [cayolbassi@gmail.com](mailto:cayolbassi@gmail.com)

**RESUMO:** Este trabalho avalia as condições de usinagem que resultam em baixos valores de rugosidade superficial no torneamento de um eixo de aço ABNT 1045. Para realizar o estudo foram utilizadas três diferentes ferramentas de metal duro e testadas duas velocidades de avanço em cada ferramenta. Os resultados mostraram que a ferramenta com maior raio de ponta testado e com o menor avanço obteve valores de rugosidade do eixo comparáveis ao processo de acabamento por retificação. Dessa forma, o trabalho contribui com uma possível redução de custo ao reduzir um processo adicional de acabamento por retificação.

**Palavras-chave:** Torneamento, Acabamento, Aço ABNT1045.

### **1 INTRODUÇÃO**

Durante o processo de usinagem a escolha correta das ferramentas e parâmetros de corte trazem benefícios tanto para o produto final, com melhoria da precisão dimensional e da rugosidade superficial, quanto para a máquina-ferramenta, pois menores esforços durante o processo acarretam na redução das forças em usinagem (ROSA e SOUZA, 2014).

Os eixos são normalmente fabricados pelo processo de torneamento e muitas vezes passam por um processo adicional de acabamento por retificação para garantir uma boa precisão dimensional e baixa rugosidade superficial. Na retificação a rugosidade Ra normalmente pode variar entre 0,2 a 1,6  $\mu\text{m}$ , conforme os parâmetros de corte e rebolos utilizados (DINIZ, MARCONDES e COPPINI, 2013).

Entretanto, em algumas situações é possível otimizar o processo de torneamento para obter um acabamento com rugosidades muito baixas. Desse modo, pode-se evitar a necessidade de realizar um processo adicional de acabamento por retificação, o que resulta em um processo produtivo mais ágil e de menor custo.



No torneamento o avanço da ferramenta ( $f$ ) e o raio de ponta ( $r_e$ ) são os parâmetros que exercem maior influência na rugosidade ( $R_a$ ) da peça. O valor teórico de  $R_a$  na operação de torneamento pode ser determinado pela Equação 1 (SANTOS e SALES, 2007).

$$R_a = \frac{f^2}{31,2 r_e} \quad (1)$$

Todavia, durante o processo de torneamento podem ocorrer outros efeitos não previstos, como vibrações, deflexão do eixo, desalinhamento, que podem aumentar o valor da rugosidade, quando comparada com a obtida pela equação 1 (SANTOS e SALES, 2007). Dessa forma, segundo a Sandvik (2021), é recomendado utilizar raio da ponta da ferramenta menor na operação de acabamento, para reduzir as vibrações e os esforços de corte.

O objetivo deste trabalho é avaliar as condições de torneamento que resultam em baixos valores de rugosidade superficial em um eixo de aço ABNT1045, visando obter valores semelhantes aos do processo de retificação. Para isso foram realizados testes em três diferentes ferramentas a fim de verificar quais parâmetros melhores se aplicam no processo de acabamento de peças usinadas por torneamento.

## 2 METODOLOGIA

Para a realização dos ensaios de torneamento utilizou-se três barras de aço ABNT 1045 no formato cilíndrico, com diâmetro  $d=50$  mm e comprimento  $L=200$  mm e três diferentes ferramentas de metal duro: TNUX 160404 - Marca WTools, TNMG160404MR - Marca PALBIT e TNMG160408 - Marca ISCAR, com raios de ponta  $r_e=0,4$  mm,  $r_e=0,4$  mm e  $r_e=0,8$  mm respectivamente. A Figura 1 mostra as ferramentas utilizadas.

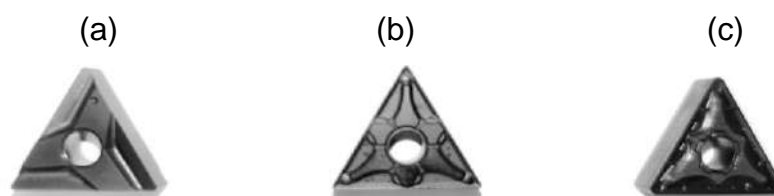


Figura 1: Ferramentas: (a) TNUX 160404; (b) TNMG160404; (c) TNMG160408.

Fonte: os autores (2021)



Os testes de torneamento dos eixos utilizaram uma velocidade de corte  $v_c=250$  m/min e uma profundidade de corte  $a_p=1$  mm. Foram realizados dois passes longitudinais, o primeiro com um avanço da ferramenta  $f = 0,10$  mm/rot e o segundo com avanço da ferramenta  $f= 0,15$  mm/rot.

A máquina utilizada para os testes foi um torno CNC Romi Modelo GL240. O eixo foi fixado na máquina de um lado pela placa e do outro pela contraponta do torno. No processo de torneamento foi utilizado fluido de corte solúvel semi sintético do fabricante Lubritec, com diluição de 10% em água, aplicado em jorro.

Para a medição da rugosidade foi utilizado o rugosímetro Timegroup TR210, com a configuração de comprimento de amostragem *cut-off* de 0,8 mm. Para cada um dos passes feitos foi medido a rugosidade 3 vezes em pontos diferentes do material, desta forma foi calculada a média dos três valores formando a rugosidade Ra.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra os resultados das rugosidades médias obtidas para o torneamento com as três ferramentas avaliadas, com os avanços  $f=0,1$  mm/rev e  $f=0,15$  mm/rev.

É possível observar que as menores rugosidades ocorreram para um avanço da ferramenta  $f=0,1$  mm/rev. A menor rugosidade foi obtida com a ferramenta TNMG 160408, que possui o maior raio de ponta ( $r_e=0,8$  mm), em um avanço  $f=0,1$  mm/rot.

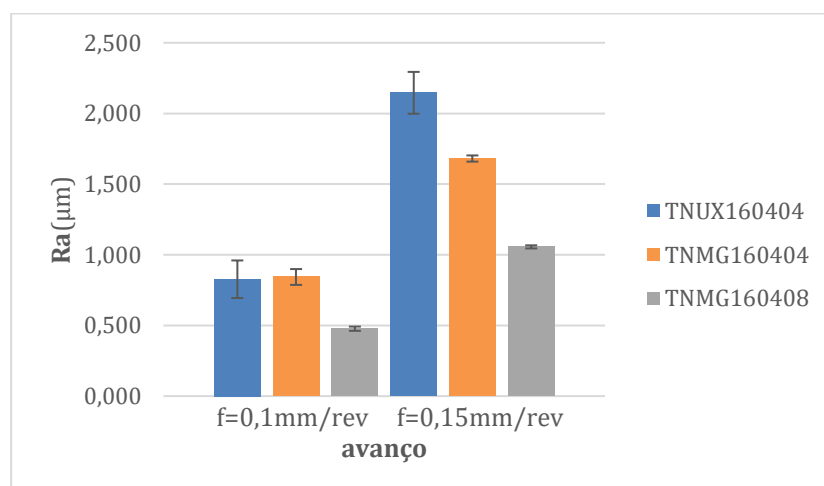


Figura 2: Rugosidade média (Ra). Fonte: os autores (2021)



Este resultado está coerente com a equação 1, que prevê quanto maior o raio de ponta, menor a rugosidade. Entretanto, não segue a especificação do fabricante Sandvik (2021), que recomenda a utilização de raio de ponta menor ( $r_e=0,4$  mm) para processo de acabamento de eixos, a fim de reduzir problemas de vibração. Assim, acredita-se que a alta rigidez do eixo usinado, com diâmetro 50 mm, e a forma de fixação no torno, preso nas duas extremidades, evitou a ocorrência de problemas de vibração e possibilitou a utilização de raio do ponta da ferramenta  $r_e=0,8$  mm.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho atingiu o objetivo de verificar as condições de usinagem que permitem obter valores de rugosidades tão baixos quanto as normalmente especificadas para o processo de acabamento por retificação. Dessa forma, nas condições avaliadas é possível realizar a fabricação do eixo em uma única máquina e evitar mais um processo adicional de fabricação. Assim, este trabalho contribui com uma possível racionalização dos recursos de fabricação e redução de custos do processo.

#### **REFERÊNCIAS**

DINIZ, A.E.; MARCONDES, F.C; COPPINI, N.L. **Tecnologia da usinagem dos materiais**. 8 ed. São Paulo: Artliber editora, 2013.

ROSA, G. C.; SOUZA A. J. **Estudo comparativo das ferramentas alisadora e convencional através das forças e rugosidades resultantes do processo de torneamento de acabamento do aço inoxidável AISI 420C**. Porto Alegre, RS, 2014.

SANDVIK. **Como obter uma boa qualidade da peça no torneamento**. Disponível em: <<https://www.sandvik.coromant.com/pt-pt/knowledge/general-turning/pages/how-to-achieve-good-component-quality-in-turning.aspx>>. Acesso em 05 de dezembro de 2021.

SANTOS, C.S.; SALES, W.F. **Aspectos tribológicos da usinagem dos materiais**. São Paulo: Artliber editora, 2007.



## **APLICAÇÃO DO ARCO DE MAGUEREZ PARA O DESENVOLVIMENTO DA UNIDADE CURRICULAR DE ENGENHARIA E CIDADANIA**

L. BROETTO<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC

\*[laline.broetto@ifsc.edu.br](mailto:laline.broetto@ifsc.edu.br)

Frente às dificuldades de se trabalhar os conteúdos de cidadania em um curso de Engenharia, o relato de experiência descreve a utilização da metodologia Arco de Magueréz no desenvolvimento da Unidade Curricular (UC) de Engenharia e Cidadania. Os objetivos para utilização da metodologia são: refletir sobre o espaço em que vivemos; promover o pensamento crítico social e a autonomia dos estudantes; e superar as dificuldades relacionadas com a motivação e aprendizado na UC. Para iniciar a sensibilização para o desenvolvimento da atividade, a turma foi dividida em grupos de cinco estudantes. Cada grupo realizou a montagem de dois painéis utilizando cartolina e recortes de revista. Um dos painéis expressava como o grupo percebia a sociedade em que vivemos e o outro painel qual a percepção do grupo em relação a sociedade que desejamos. Essa primeira etapa compreende a Etapa 1 do Arco de Magueréz: observação da realidade. Após o término da montagem, cada grupo apresentou seus painéis aos demais estudantes da turma. Durante as apresentações o docente entrevistava de modo que os estudantes refletissem e conceituassem algumas questões importantes como: cidadania, sociedade, comunidade, ética, entre outras. Esta etapa compreende a Etapa 2 e a Etapa 3 do Arco de Magueréz: pontos-chave e teorização. Após as apresentações, os estudantes foram instigados a responderem a seguinte pergunta: Como eu, futuro Engenheiro, posso contribuir para aproximar a sociedade que se tem da sociedade que se deseja? Esta etapa compreende a Etapa 4 do Arco de Magueréz: hipóteses de solução. Após esta etapa os estudantes foram sensibilizados a realizarem uma ação de extensão, sendo assim a aplicação à realidade, que compreende a Etapa 5 do Arco de Magueréz. Após a realização da ação, os estudantes relataram a experiência para os demais integrantes da turma, retornando novamente à Etapa 1 do Arco de Magueréz: observação da realidade. A utilização da metodologia foi significativa principalmente em relação ao envolvimento dos estudantes e aos resultados alcançados: duas oficinas de experimentos para o ensino da física para crianças, uma oficina sobre segurança em eletricidade para adolescentes, uma oficina sobre segurança na internet para idosos e uma oficina para crianças sobre a importância da meliponicultura.

**Palavras-chave:** Extensão, Metodologias ativas, Arco de Magueréz.



## **MODELAGEM E SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE GERADOR SÍNCRONO DE ÍMÃS PERMANENTES DE 3 MW PARA APLICAÇÃO EM ENERGIA EÓLICA**

V.V. C. SILVA<sup>1\*</sup>; R. A. ALEXANDRE<sup>1</sup>, A. G. BARTSCH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IFSCS; <sup>2</sup>IFSC; <sup>3</sup>IFSC

\*vitor.vc@aluno.ifsc.edu.br

**RESUMO:** Contido na primeira etapa de um projeto de pesquisa mais robusto e ainda em andamento, o artigo aqui apresentado trata do estudo, modelagem e simulação de um gerador síncrono de ímãs permanentes (PMSG). Com o objetivo de estudar o emprego de máquinas de grande porte em usinas eólicas, o presente artigo tem como produto final a validação do modelo de gerador com parâmetros de um PMSG real de 3 MW de potência através de simulação em *software*. Adotou-se transformações de Clark e Park na modelagem, com sua formulação matemática invariante em tensão e corrente, de modo a tornar a análise dos resultados menos complexa. Com os resultados de simulação obtidos, pode-se afirmar que o gerador modelado foi validado de forma satisfatória, sendo coerentes com a literatura.

**Palavras-chave:** Máquina síncrona de ímãs permanentes, Gerador eólico, PMSG.

### **1 INTRODUÇÃO**

O emprego da energia eólica para fins elétricos é relativamente recente, datado do fim do século XIX (NIXON, 2008). Contudo, sua aplicação só se tornou relevante nos anos 1990 devido às preocupações ambientais. Para que seja possível a conversão de energia eólica, é necessário um arranjo que, dadas as devidas proporções, pode ser resumido em turbina eólica, gerador elétrico, conversor eletrônico de potência e sistema de controle. O gerador tem papel fundamental, com destaque para o Gerador Síncrono de Ímãs Permanentes (PMSG) que ganha cada vez mais espaço em grandes usinas de geração eólica. Assim, justifica-se o emprego de esforços no estudo do PMSG. O presente trabalho apresenta a modelagem matemática e simulação computacional de um PMSG trifásico de grande porte o assunto aqui abordado corresponde a primeira etapa de um projeto de pesquisa mais robusto, que se propõe a estudar não apenas o PMSG, mas o arranjo completo de um sistema eólico englobando também a turbina, eletrônica de potência, sistema de controle e detecção de falhas.

### **2 METODOLOGIA**



Conforme (SCALABRIN,2016), tem-se que o gerador é descrito por:

$$V_d = R_s i_d - \omega_e L_d i_d + L_d \frac{d}{dt} i_d \quad (1)$$

$$V_q = R_s i_q - \omega_e (L_d i_d + \phi_{pm}) + L_q \frac{d}{dt} i_q \quad (2)$$

em que  $V_d$  é a tensão de eixo direto,  $V_q$  é a tensão de eixo de quadratura,  $i_d$  é a corrente de eixo direito,  $i_q$  é a corrente de eixo de quadratura,  $R_s$  é a resistência do estator,  $L_d$  e  $L_q$  são as indutâncias das componentes  $d$  e  $q$  da transformada de Park, respectivamente, e  $\omega_e$  corresponde à velocidade elétrica, e o fluxo proveniente da passagem dos ímãs pelo rotor é dado por  $\phi_{pm}$  ao passo.

Foram feitas simulações computacionais através do *software Matlab* por meio de linhas de comando. O primeiro passo foi dado com parâmetros reais de um motor síncrono de ímãs permanentes de 700 VA (SCALABRIN,2016). Após breve análise e resultados satisfatórios, substituiu-se os parâmetros e adotou-se os valores de um PMSG de 500 W de potência (BERNARDES,2009). Como os resultados demonstravam-se satisfatórios, dando indícios de que o sistema foi corretamente modelado, partiu-se então para uma terceira mudança nos parâmetros em que os valores adotados foram de um PMSG real aplicado em um aerogerador de 3 MW de potência (STRUNZ,2014). A Tabela 1 reúne os dados adotados das três máquinas.

**Tabela 1:** Parâmetros das máquinas

Parâmetros	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
$R_s$	15.5 $\Omega$	0.64 $\Omega$	50 m $\Omega$
$L_d$	57 mH	8.3 mH	4 mH
$L_q$	57 mH	22.7 mH	6 mH
$N_p$	48	4	160
$\phi_{pm}$	0.035 Wb	0.108 Wb	16.2 Wb
$J_m$	0.0001 kgm <sup>2</sup>	0.0001 kgm <sup>2</sup>	4.2 Mkmg <sup>2</sup>

\*Fonte: os autores.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO





Foi necessária uma alimentação externa para que fosse possível dar a partida da máquina. Adotou-se então uma alimentação trifásica de  $380 V_{rms}$  com defasagem de  $120^\circ$  entre fases e frequência de 1 Hz. A simulação se deu em um período de 60 s, com partida a vazio já no instante inicial e após 30 s aplicou-se o torque. Para tal, adotou-se uma entrada do tipo degrau com magnitude de 1 MNm. Em situações reais, sabe-se que um degrau de tamanha magnitude torna-se impraticável, entretanto, os passos iniciais desse projeto possuem caráter puramente didático. A Figura 1 apresenta em seu bloco esquerdo os resultados mais relevantes da simulação com torque positivo (motor), enquanto do lado direito são apresentados os resultados correspondentes, porém com torque negativo (gerador) de modo a fornecer uma maior facilidade na análise e comparação dos dados obtidos. Os quatro gráficos em cada bloco seguem a seguinte sequência, de cima para baixo: velocidade elétrica ( $\omega_e$ ), torque, corrente da componente  $d$  e corrente da componente  $q$ .

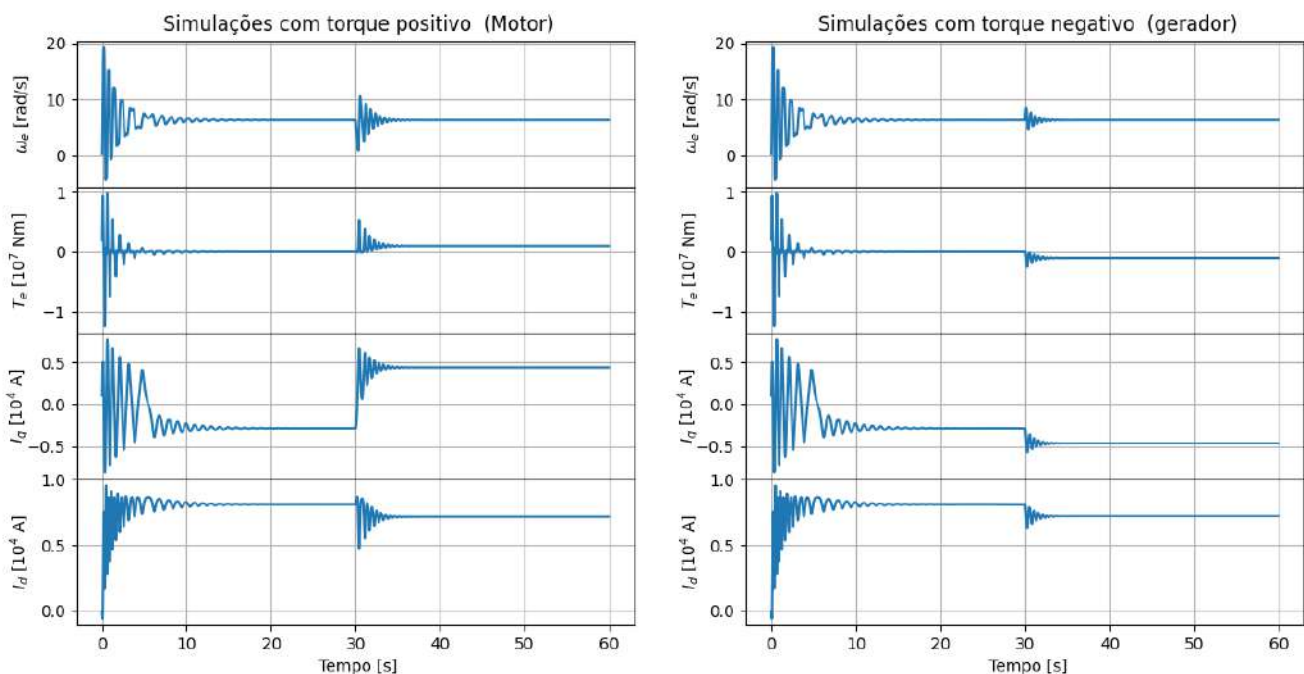


Figura 1: Resultado das simulações

Verifica-se que os resultados são coerentes com a literatura (SCALABRIN,2016), (BERNARDES,2009), (STRUNZ,2014). Destaca-se que a máquina permaneceu sincronizada,



mesmo com a entrada de torque, por estar operando em baixa frequência. Porém, obviamente, ela não é capaz de fornecer a potência nominal, pois não foi implementado o sistema de controle.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a proposta de estudar, modelar e simular um PMSG de grande porte, o trabalho aqui apresentado teve seu objetivo alcançado de forma satisfatória. Os resultados obtidos evidenciaram pontos importantes para a validação da modelagem. Algumas dificuldades foram enfrentadas durante o estudo, sendo uma das mais limitantes, a escassez de informações/parâmetros de PMSG de grande porte aplicado a usinas eólicas. Este artigo aborda apenas o início do estudo de uma máquina síncrona e abre um leque de possibilidade para novos trabalhos. Assuntos como implementação do sistema de controle de tensão e corrente, eletrônica de potência tanto do lado da máquina quanto do lado da rede, modulações e também detecção de falhas são exemplos de algumas de possíveis trabalhos futuros.

#### **REFERÊNCIAS**

- SCALABRIN, Camila Rossi. Estudo do gerador síncrono de ímãs permanentes para uso em geração eólica. 2016
- BERNARDES, Thiago Araújo et al. Análise e controle de gerador síncrono a ímã permanente aplicado a sistema de conversão de energia eólica. 2009.
- KUSCHKE, Maren; STRUNZ, Kai. Energy-efficient dynamic drive control for wind power conversion with PMSG: Modeling and application of transfer function analysis. **IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics**, v. 2, n. 1, p. 35-46, 2013.



## **UM OLHAR SOBRE A EDUCAÇÃO NÃO FORMAL E O CASO DA OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA (OBA)**

*A. C. DRÄGER<sup>1\*</sup>; J. V. da MAIA<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Discente da Licenciatura em Física, IFSC Câmpus Jaraguá do Sul, Centro; <sup>2</sup> Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Professor do curso de Licenciatura em Física, IFSC Câmpus Jaraguá do Sul, Centro.*

*\*alais.c@aluno.ifsc.edu.br*

A educação é essencial na vida das pessoas, pois forma e as desenvolve de uma maneira geral, podendo essa se estabelecer em diversos espaços, sendo eles: o espaço formal, não formal e informal. O presente estudo busca discutir questões relativas ao espaço de educação não formal. O espaço de educação não formal pode ser definido como sendo uma atividade estruturada, fora do contexto escolar, mas que também permite a apropriação de conhecimentos. No ensino de Física e de Ciências, diversas metodologias e recursos podem ser utilizados para estimular e auxiliar os estudantes na compreensão dos conteúdos e no desenvolvimento das atividades, sendo as olimpíadas científicas, como a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA), um dos exemplos possíveis. A OBA é um evento anual, que tem por objetivo despertar o interesse dos jovens pela astronomia, astronáutica e pela ciência de modo geral. Diante disso, essa pesquisa teve como objetivo analisar se a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) pode ser caracterizada como um espaço de promoção de educação não formal, tendo em vista as características e potencialidades que as olimpíadas oferecem a quem participa. O seguinte estudo realizou-se por meio de uma pesquisa exploratória e estudo de caso. Os dados foram coletados por meio da análise dos documentos oficiais referentes à Olimpíada e a realização de uma entrevista com dois docentes do IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Centro, envolvidos na aplicação da olimpíada na instituição, verificando, em ambos os casos, elementos que pudessem ou não caracterizar a OBA como um espaço de educação não formal. Sendo assim, os resultados demonstram que a OBA, no IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Centro, é uma atividade que pode ser caracterizada como um espaço que promove educação não formal, mas com algumas características que a direcionam para o formalismo, pois, mesmo a olimpíada ocorrendo, muitas vezes, no espaço formal com o envolvimento de alunos devidamente matriculados, sua realização é opcional, com participação e iniciativa advinda dos próprios alunos, sem haver a obrigatoriedade que o currículo escolar impõe.

**Palavras-chave:** Educação não formal, Educação, Olimpíada Brasileira de Astronomia.



## **FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DA QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA**

J. J. A. SALDANHA<sup>1\*</sup>; M. E. FORMIGARI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IFSC - Câmpus Jaraguá do Sul-Rau; <sup>2</sup>Progressul Sistemas de Energia

\*[john.saldanha@ifsc.edu.br](mailto:john.saldanha@ifsc.edu.br)

**RESUMO:** Devido ao crescente aumento da preocupação com a qualidade da energia elétrica, analisadores são utilizados para identificar possíveis problemas que podem afetar a eficiência de um sistema elétrico. Entretanto, a interpretação dos dados desses equipamentos pode ser extensa e trabalhosa. Nesse contexto, este resumo expandido tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de uma ferramenta computacional capaz de apresentar de maneira simples e organizada, dados e gráficos baseados em conceitos da qualidade da energia elétrica. Para isso, a ferramenta, programada em VBA (*Visual Basic for Applications*), recebe os dados do analisador de energia elétrica. Na sequência, através de uma interface com o usuário, a mesma gera gráficos e um relatório com diferentes informações. Como resultado, tem-se a exposição dos dados medidos, como tensões, correntes, flutuação de tensão e fator de potência. Em adição, gera-se um relatório de medição propondo possíveis melhorias no sistema, baseando-se em grandezas que estejam inadequadas.

**Palavras-chave:** Analisador de energia elétrica, PRODIST, qualidade da energia elétrica.

### **1 INTRODUÇÃO**

A preocupação com a qualidade da energia elétrica (QEE) vem crescendo consideravelmente nos últimos anos (RAVAGNANI, 2008). Esse crescimento é impulsionado, entre outros, pela expressiva presença de equipamentos cada vez mais sensíveis às perturbações da rede elétrica.

Nesse contexto, os equipamentos denominados analisadores de energia elétrica são utilizados para verificar informações referente à qualidade da energia elétrica. Os mesmos podem ser utilizados pelos consumidores para ter acesso às informações de qualidade da energia elétrica e buscar soluções para possíveis problemas (BARBOSA, 2012).

Baseando-se nestas informações e buscando proporcionar uma leitura e análise mais intuitiva dos dados de qualidade da energia elétrica ao usuário, este resumo expandido tem como



objetivo apresentar uma ferramenta computacional que possibilita gerar gráficos de medições e relatório com base em indicadores do PRODIST (ANEEL, 2021).

## **2 METODOLOGIA**

A ferramenta computacional recebe os dados de medição de um analisador de energia elétrica. O analisador, por sua vez, é responsável por realizar as leituras de grandezas elétricas, como tensão e corrente, em uma instalação elétrica de interesse. A ferramenta foi programada em VBA (*Visual Basic for Applications*) e é operada no software Microsoft Excel através uma interface do usuário (FORMIGARI, 2022). A partir dos dados inseridos adequadamente e da correta execução da ferramenta, geram gráficos e um relatório com diferentes informações referentes à qualidade da energia elétrica.

A utilização da ferramenta é iniciada com a importação do arquivo .csv do analisador de energia elétrica. Com a importação, buscam-se as colunas que possuem os vetores de dados, como horário de medição, tensão e corrente, potência ativa, fator de potência total, entre outros. Caso não sejam encontrados dados de medição de tensão ou corrente, a execução é interrompida, apresentando uma mensagem de aviso ao usuário. Após a verificação ser realizada com sucesso, os gráficos de medição são gerados na ferramenta. Por fim, o usuário tem a opção de gerar um relatório predefinido automaticamente, onde constarão os gráficos da medição e soluções para problemas de qualidade, caso pertinente.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para validar a ferramenta, utilizou-se um arquivo de medição de um sistema trifásico de tensão nominal de 138 kV, obtido através do analisador Fluke 1738. O arquivo de medição apresenta 59 amostras em intervalos de 10 minutos, totalizando um período de medição de 9 horas e 40 minutos.



As Figuras 1 e 2 apresentam dois gráficos gerados pela ferramenta. A Figura 1 mostra o gráfico da média das tensões eficazes no tempo, onde pode-se observar violações de tensão em regime permanente. As violações são registradas de acordo com os limites estabelecidos no PRODIST, sendo que as tensões estão adequadas quando pertencentes ao intervalo:  $131,10 \text{ kV} \leq \text{tensão} \leq 144,90 \text{ kV}$  (ANEEL, 2021). Os limites estão indicados no gráfico a partir das linhas de cor laranja e vermelha, representando tensão precária e crítica, respectivamente. As seguintes violações foram registradas: 127,99 kV às 17 horas e 39 minutos (tensão na faixa precária) e 123,99 kV às 19 horas e 39 minutos (tensão na faixa crítica). A Figura 2 apresenta o desequilíbrio de tensão no tempo. Neste caso, o indicador permanece abaixo do limite estabelecido pelo PRODIST.



Figura 1: Média das tensões eficazes.



Figura 2: Desequilíbrio de tensão (indicador FD95%).

Caso gerado, o relatório final possuirá as seguintes seções: introdução; medidor de energia utilizado; limites para transgressões de tensão crítica e precária; limites para o desequilíbrio de tensão; limites para a flutuação de tensão; limites para as distorções harmônicas; medições (período, tensões eficazes, desequilíbrio, flutuação, distorções harmônicas totais de tensão, correntes, distorções harmônicas totais de corrente, análises das potências e frequência elétrica) e; conclusões (possibilidades de melhorias e avaliação geral).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resumo expandido apresentou uma ferramenta computacional para análise da qualidade da energia elétrica com base em indicadores do PRODIST, a qual foi desenvolvida com



o uso da linguagem de programação *Visual Basic for Applications*. Através da ferramenta foi possível gerar relatórios e gráficos com informações disponibilizadas de maneira intuitiva, didática e eficiente, permitindo uma visualização mais prática dos dados ao usuário. A partir de dados reais de um analisador de energia, a ferramenta apresentou resultados adequados e consistentes. Em adição, o relatório também foi gerado corretamente, incluindo gráficos da medição e soluções para problemas de qualidade da energia encontrados. Para os pesquisadores, verificou-se a contribuição de atuar em um tema atual e relevante, além de utilizar normas nacionais vigentes. Entre as dificuldades encontradas, cita-se o esforço empregado em programar uma ferramenta com interface ao usuário.

Como sugestões para trabalhos futuros, pode-se desenvolver uma plataforma dedicada através de um software individual, onde a importação dos dados e geração de gráficos e relatórios não dependa da plataforma Excel.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **PRODIST**: Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/procedimentos-regulatorios/prodist>. Acesso em: 10 maio 2022.

BARBOSA, José Manuel da Silva. **Analisador de energia elétrica**. 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Eletrônica e Telecomunicações, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2012.

FORMIGARI, Maria Eduarda. **Desenvolvimento de uma ferramenta computacional para análise da qualidade da energia elétrica**. 2022. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Santa Catarina, Jaraguá do Sul, 2022.

RAVAGNANI, Lídia Luciana. **Sistemas híbridos para mitigação de harmônicos**: modelagem e estudos experimentais. 2008. 192 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.



## **IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS EM SOFTWARE GERENCIADOR DE PRODUTOS IOT SMART HOME**

BRUNO CRESTANI CALEGARO<sup>1</sup>; DANIEL FANZLAU SCHEER<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> <sup>2</sup>Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul – Rau

\*daniel.fs1997@aluno.ifsc.edu.br

**RESUMO:** A Internet das Coisas (*IoT*) é uma tecnologia emergente com abordagens de sucesso presentes em áreas como meio ambiente, saúde, energia, indústria e casas inteligentes. No caso de casas inteligentes, a *IoT* permite que dispositivos específicos controlem recursos de residências como iluminação, temperatura e outros dispositivos eletrônicos. Os sistemas atuais evoluíram de ações simples como acender e apagar luzes para sistemas que podem monitorar o ambiente interno e atribuir atividades para determinados cenários por meio de padrões pré-definidos ou por decisões inteligentes, conforme a necessidade do usuário. Nesse contexto, programaram ao sistema uma arquitetura utilizando a *Amazon Web Services (AWS)* para integrar dispositivos *IoT* com um aplicativo móvel. O presente trabalho visa implementar melhorias e novas funcionalidades no sistema para permitir o compartilhamento de dispositivos com outros usuários de uma casa e redesenhar sua interface gráfica para um layout com design mais moderno e bonito. Assim, esta pesquisa apresenta os conceitos para reestruturar a arquitetura do sistema e mostra os protótipos das novas telas do aplicativo.

**Palavras-chave:** *IoT*, *AWS*, *SmartHome*.

Instituição de fomento: IFSC.

### **1 INTRODUÇÃO**

Internet das Coisas (do inglês *Internet of Things - IoT*) é um conceito da presença de diversas coisas ou objetos - sensores, atuadores, dispositivos móveis, etc - que, através de protocolos de comunicação específicos, conseguem interagir uns com os outros e cooperar a fim de alcançar objetivos comuns [1].

A Internet das Coisas está presente com sucesso em áreas como meio ambiente, saúde, energia, indústria e em casas inteligentes [2]. No caso das casas inteligentes, *Smart Home*, a *IoT* permite que dispositivos específicos possam controlar as funcionalidades da residência. Originalmente, essa tecnologia era usada para controlar o ambiente como





iluminação e temperatura, mas com sua evolução hoje é possível integrar quase todo componente elétrico da casa ao sistema.

Observando esse cenário como oportunidade, várias empresas estão investindo fortemente em pesquisas para otimizar a ubiquidade de soluções em *IoT* e trazer inovação no lançamento de novos produtos. Esse é o caso da empresa parceira deste projeto de pesquisa, produtora de produtos *IoT* voltados a casas inteligentes mas com necessidade de um aplicativo móvel capaz de controlar e gerenciar seus produtos *IoT*.

Um protótipo do aplicativo foi criado em 2021. O presente trabalho trata-se da continuação no desenvolvimento do aplicativo com a implementação de novas funcionalidades e melhorias. O foco da pesquisa é aperfeiçoar a arquitetura na nuvem utilizando os recursos da *Amazon Web Service (AWS)* para a continuação do desenvolvimento do aplicativo e implementar melhorias na experiência do usuário.

## **2 METODOLOGIA**

Inicialmente, ao utilizar o aplicativo desenvolvido anteriormente, identificaram-se pequenas falhas e itens que poderiam sofrer mudanças nas suas características. Para tanto, se desenvolveu uma pesquisa exploratória, de tipo aplicada, para o levantamento de requisitos das melhorias e, na sequência, a implementação das novas funcionalidades utilizando o método de Processo Unificado.

O novo sistema proposto busca permitir o compartilhamento de dispositivos entre um usuário e outro. Assim, em uma mesma casa, mais de um usuário poderá interagir com os aparelhos conectados. Este recurso será implementado através da reestruturação do esquema *GraphQL* utilizado pelo aplicativo.

Esta nova funcionalidade é obtida configurando as permissões de acesso das tabelas (*types*) definidas no esquema *GraphQL*. O serviço *GraphQL API* da *AWS (Amazon Web Services)* permite assimilar permissões de escrita, leitura, criação e exclusão (*read, write, create e delete*) em uma regra destinada a um grupo específico. Onde um grupo pode ser um conjunto definido de usuários, o próprio dono ou todo público. Assim, será configurado o esquema e



atualizado sua versão para o *GraphQL 2*, possibilitando suportar o compartilhamento de um dispositivo *IoT* entre diferentes usuários.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentando todos cômodos cadastrados previamente pelo usuário, no qual é possível navegar por todos de forma fácil e intuitiva. Como uma melhoria, foram adicionados uma prévia de quantos dispositivos inteligentes existem em cada cômodo e um sinal verde indicando se existe algum dispositivo inteligente atuando no respectivo ambiente.

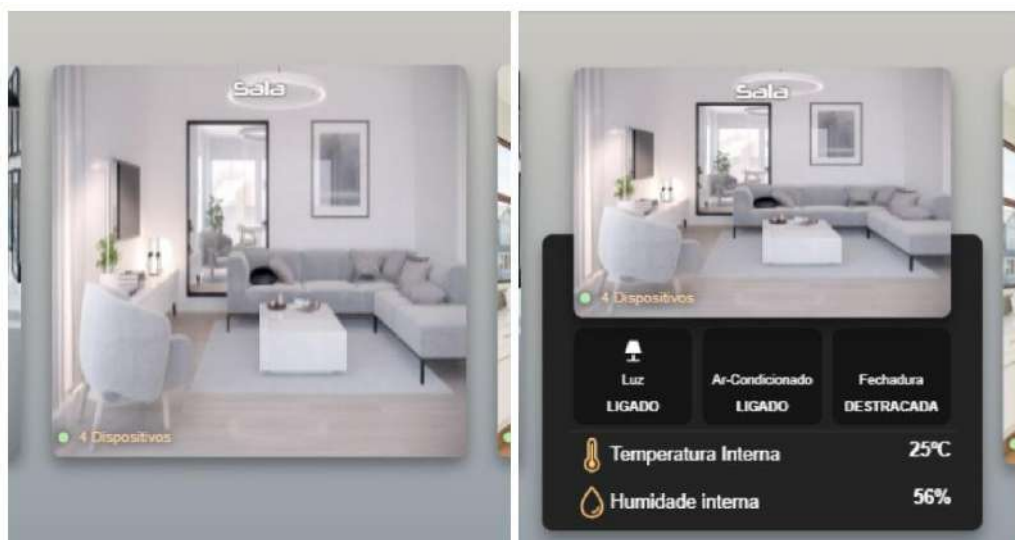


Figura 2: Menu dos cômodos e dispositivos conectados.

Ao selecionar o cômodo desejado inicia-se uma nova página na qual é possível realizar os controles sobre os dispositivos inteligentes existentes nesse local. É possível analisar que no cômodo nomeado como Sala, existem quatro dispositivos cadastrados, quais são as situações de operação no momento como a situação de estar ligado ou desligado, quando ligado apresenta quais as condições que está operando, sendo possível alterar as características de acordo com as funcionalidades únicas de cada dispositivo inteligente.

A implementação dessas novas funcionalidades de navegação entre páginas e design, permitiu aos usuários uma facilidade de verificar os dispositivos ativos nos cômodos e quais são



as situações operantes no momento. As mudanças e adições de recursos como as funções AWS, lambda, banco de dados e entre outras, não alteram o design do aplicativo, porém são de total importância para o funcionamento correto, conexões com os dispositivos inteligentes e fluidez entre as páginas.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente projeto apresentou melhorias necessárias ao aplicativo Etéreo Smart Home. Através dos recursos da *AWS Amazon* (nuvem) foram realizadas no aplicativo as implementações das novas funções Lambda, novas regras IoT e configuração do banco de dados *GraphQL (AppSync)*.

O sistema recebeu uma nova versão da interface visual trazendo melhorias na experiência do usuário como o novo design das telas e componentes, facilitando melhor navegação entre páginas, ícones e comunicação entre os dispositivos conectados.

Para tanto, o projeto fez o uso de tecnologias modernas como o *framework* de desenvolvimento híbrido *Ionic (Angular)*, *HTML5*, *SCSS*, *Javascript* e *Typescript*. Ao final do projeto, o produto tornou-se uma versão melhorada do aplicativo gerenciador de dispositivos *IoT* do parceiro externo ao projeto.

Agradecimentos ao IFSC através do Programa Institucional de Incentivo à Produção Científica e Inovação Tecnológica (PIPICIT- IC) que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho.

#### **REFERÊNCIAS**

- [1] D. Giusto, A. Iera, G. Morabito, and L. Atzori (Eds.). *The Internet of Things*. Springer. 2010. ISBN: 978-1-4419-1673-0
- [2] MARINHO MARINO, D. R. D.; VASCONCELOS, D. R.; MORAES, S. G. Jardim Inteligente IoT- JIIOT Smart Garden IoT - SMGIOT. *Revista Tecnologia*, [S. l.], v. 38, n. 1, p. 39–54, 2017. DOI: 10.5020/23180730.2017.V38.1.39-54. Disponível em: <https://periodicos.unifor.br/tec/article/view/6633>. Acesso em: 17 dez. 2021.



## **O ENSINO DA ORIGEM DA VIDA COMO OBJETO DE DISCUSSÃO EM SALA DE AULA: 2010 A 2020**

R. DeBrito<sup>1\*</sup>; R. Terras<sup>1</sup>; M. V. Perini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Comunitária da Região de Chapecó - Unochapeco, Brasil.*

*\*[raquel.brito@unochapeco.edu.br](mailto:raquel.brito@unochapeco.edu.br)*

**RESUMO:** O ensino da origem da vida historicamente provoca discussões ao ser abordado em sala de aula, tanto nos níveis de ensino superior quanto na educação básica. Neste contexto, este estudo teve como objetivo investigar as publicações científicas que abordam o ensino do presente tema, para avaliar e categorizar as discussões envolvidas no ensino da temática. Para isso, 25 artigos foram selecionados utilizando a palavra chave “ensino da origem da vida”, publicados em português no período de 2010 a 2020, incluindo dissertações e teses restritas ao território nacional. As discussões envolvidas no ensino da temática convergem em um ponto que são as dificuldades enfrentadas no ensino da temática. Estas discussões foram categorizadas em: i) Representações sociais como obstáculos para a aprendizagem; ii) Dificuldade na distinção entre conhecimento científico e religioso; iii) Conflito dos conceitos acerca da temática; iv) A abordagem dos professores na escola; v) Elaboração de estratégias pedagógicas; A maioria dos artigos cita a confusão conceitual assim como a falta de acordo entre os cientistas quanto à melhor maneira de abordar este tema na sala de aula. Todavia todas as publicações concordaram com a importância de ensinar a origem da vida de uma forma que respeite todas as crenças e opiniões. Este estudo fornece *insights* sobre o estado atual do debate em torno do ensino da origem da vida no Brasil. Destaca-se a necessidade de novos estudos que investiguem de forma mais aprofundada as relações entre os processos de ensino aprendizagem, incluindo questões socioeconômicas e religiosas, presentes no sistema educacional.

**Palavras-chave:** Origem da vida, Conflito conceitual, Formação docente.

### **1 INTRODUÇÃO**

Ao confrontar conceitos ligados a religiões e mitos, substituindo deuses por explicações racionais, a ciência entra em choque com camadas religiosas mais conservadoras (HANLEY, 2008). Isso se reflete nas discussões sobre o ensino do tema origem da vida nas escolas que convergem em discussões em que são analisadas se as crenças religiosas devem ou não ser abordadas na aula de ciências (HANLEY, 2008). Atualmente, a organização do ensino de Ciências está sujeita a forças de interesses econômicos, políticos e sociais que influenciam de forma direta no sistema educacional (SILVA e KRASILCHIK, 2013). Como resultado, deve



haver um conjunto de informações básicas que seja universal, nesse sentido a origem da vida é um tema que deve estar presente nas aulas de biologia conforme previsto em documentos oficiais como a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018).

O ensino da origem da vida corresponde a um dos temas mais polêmicos da biologia, podendo gerar conflitos durante o processo de ensino aprendizagem dada a coexistência de diferentes explicações empíricas confrontando as teorias científicas (MÜLLER e GUIMARÃES, 2020). Como o tema "ensino da origem da vida" tem sido objeto de muito debate ao longo dos anos dentro das salas de aulas, através de uma revisão bibliográfica integrativa os objetivos deste estudo foram: i. Revisar o número de publicações abordando o tema "ensino da origem da vida"; ii. Analisar a distribuição dessas publicações no território nacional durante uma década, de 2010 a 2020; iii. avaliar e categorizar as discussões que envolvem o ensino da temática.

## **2 METODOLOGIA**

Esta pesquisa utilizou como método a revisão bibliográfica integrativa que buscou sistematizar e analisar o conteúdo das publicações para avaliar e categorizar as discussões envolvidas no ensino da origem da vida. A coleta de dados foi realizada por meio da plataforma online Google Acadêmico, utilizando a seguinte palavra-chave: "O ensino da origem da vida". Foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: trabalhos científicos, artigos completos, monografias, e teses para mestrado e doutorado, que datam de 2010 a 2020; trabalhos preferencialmente em português, realizados no território nacional. Foram excluídos resumos, anais e capítulos de livros. Posteriormente os os dados foram organizados, tabulados e separados em categorias de análise, e em seguida discutidos de acordo com o referencial teórico da área.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Verificou-se que os artigos são oriundos de diversas instituições de ensino, o que indica uma preocupação generalizada com o tema. Os resultados revelam que a temática da origem



da vida é um assunto relevante para a educação, sendo abordado com frequência nos últimos anos. As discussões envolvidas convergem em um ponto que são as dificuldades enfrentadas no ensino da temática, estas discussões foram categorizadas em: **i) Representações sociais como um obstáculo para o aprendizado:** muitos professores são influenciados pelas suas opiniões e perspectivas ideológicas, o que pode aumentar ainda mais os obstáculos à compreensão dos conceitos científicos sobre a origem da vida (SANCHES *et al.*, 2017). Há também correlação entre as condições socioeconômicas e a adesão do discurso religioso (SANTOS *et al.*, 2016). Observou-se um padrão de sub-representação da pesquisa para as regiões que tendem a ter renda per capita mais baixa. **ii) Dificuldade na distinção entre conhecimento científico e religioso:** não há distinção de informações entre os conhecimentos científicos e religiosos, de forma que os sujeitos acabam criando modelos próprios onde ambos os conhecimentos coexistem (NASCIMENTO e ALMEIDA, 2019). Uma análise dos conceitos sobre o que é a verdade, põe em questão conceitos científicos e religiosos; **iii) Conflito dos conceitos acerca da temática:** confusões com o ensino da origem do universo e evolução biológica como explicações para a origem da vida (GRIMES e SCHROEDER, 2013; NASCIMENTO e ALMEIDA, 2019), faz-se necessário um esclarecimento sobre a temática nos cursos de graduação. **iv) A abordagem dos professores na escola:** geralmente é superficial e envolve discussões não produtivas com e entre os alunos, provavelmente esse problema é causado pela falta de explicações desse assunto em disciplinas curriculares do ensino superior (GRIMES e SCHROEDER, 2013). Ao contrário dos cientistas que geralmente recebem formação continuada ao longo da vida, os professores da educação básica não recebem formação continuada. **v) Elaboração de estratégias pedagógicas relacionadas ao ensinar a origem da vida:** o ensino da origem da vida precisa ir além da capacitação dos professores, o acesso a material didático de qualidade nos estabelecimentos de ensino atualizado é fundamental (ZABOTTI, 2020).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**



Descobrimos que o ensino da origem da vida é um tema complexo e sensível, mas que merece ser abordado em sala de aula. É possível constatar que a área do ensino da origem da vida, tanto na educação básica como nos cursos de formação de licenciandos de biologia, ainda representa um grande desafio educacional. Destaca-se a necessidade de novos estudos que investiguem de forma aprofundada as relações entre os processos de ensino aprendizagem, incluindo as questões socioeconômicas e religiosas, presentes no sistema educacional.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília. 2018.

GRIMES, C.; SCHROEDER, E. A origem da vida, sob a ótica de licenciandos de um curso de Ciências Biológicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 1, p. 126-143, 2013.

HANLEY, Pam. Controversy in school?: Origin of life and the science/religion overlap. *In: **British Educational Research Association Annual Conference***, Heriot-Watt University, Edimburgo. 2008. p. 3-6. Disponível em: <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/176268.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2020.

MÜLLER, S. M.; GUIMARÃES, L. P. O estudo dirigido como estratégia de ensino da origem da vida no ensino médio. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, 2020.

NASCIMENTO, N. C.; ALMEIDA, R. O. D. As posturas de estudantes do ensino médio diante de um tema que gera conflito entre ciência e crença: a origem da vida. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 12, n. 1, 2019.

SANCHES, F. *et al.* A Origem da Vida: um Olhar para os Artigos Publicados entre os Anos de 2010 a 2015. **Cadernos De Pesquisa: Pensamento Educacional**, v. 12, n. 32, p. 192-208, 2017.

SANTOS, A. G. D. *et al.* Praticar Ciência: Estudantes Ensinam como Aprender Teoria da Evolução e Lidar com as Crenças Religiosas. **ALEXANDRIA - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 103-130, 2016.

SILVA, P. F. D.; KRASILCHIK, M. Bioética e ensino de ciências: o tratamento de temas controversos – dificuldades apresentadas por futuros professores de ciências e de biologia. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 2, p. 379-392, 2013.



## Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão:

Fortalecendo o conhecimento  
científico e tecnológico

IFSC Câmpus Jaraguá do Sul – Rau

**26 e 27/10 de 2022**

ZABOTTI, K.; JUSTINA D.A. L. O ensino dos temas “Origem da Vida” e “Evolução Biológica” em dissertações e teses brasileiras (2006 a 2016). **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v.16, n. 36, p. 82-98, 2020.





## **AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO DO CAVACO EM UM AÇO ABNT 1020 COM A UTILIZAÇÃO DE UM DISPOSITIVO QUICK-STOP**

R. P. BASSANI<sup>1</sup>; M. PERIN<sup>1</sup>; G. M. P. CHAGAS<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>IFSC – Câmpus Jaraguá do Sul - Rau

\*email:gilchagas@ifsc.edu.br

**RESUMO:** Este trabalho apresenta um estudo do processo de formação do cavaco no torneamento de um aço ABNT 1020 utilizando um dispositivo de parada súbita denominado de quick-stop. O estudo avaliou o cavaco formado com a utilização de três diferentes velocidades de corte. Os resultados mostraram que o cavaco formado na menor velocidade de corte sofreu maiores valores de deformação plástica, avaliado pelo grau de recalque do cavaco.

**Palavras-chave:** Formação cavaco, Quick-stop, Raiz do cavaco.

### **1 INTRODUÇÃO**

O estudo da formação do cavaco durante a usinagem é um ponto fundamental na melhoria do processo. Durante a usinagem o material da peça entra em contato com a ferramenta e sofre um grande esforço de compressão e cisalhamento, formando o cavaco. Este fenômeno causa grande deformação plástica do material removido e gera grande quantidade de calor e atrito entre a ferramenta e o cavaco (MACHADO et al., 2011).

Na formação do cavaco é criada uma região, denominada de zona de cisalhamento primária onde o cavaco sofre cisalhamento através da deformação plástica intensa em um plano perpendicular ao plano de trabalho. Nesta região o ângulo formado entre o plano de cisalhamento e a velocidade de corte é chamado de ângulo de cisalhamento. Quanto menor o ângulo de cisalhamento, maior a deformação plástica. Outro parâmetro importante do processo é o grau de recalque do cavaco, que é calculado pela relação entre a espessura final do cavaco e a espessura de corte (SANTOS e SALES, 2007).

Apesar da formação do cavaco trazer diversas informações importantes do processo, que possibilitam buscar alternativas para promover melhorias, este tipo de estudo traz grandes dificuldades. A velocidade em que o material é removido é muito grande e o acesso à região é muito difícil, uma vez que ocorre na interface entre o cavaco e a ferramenta. Por este motivo



criou-se o dispositivo de parada súbita do processo (quick-stop) a qual é possível manter uma porção de cavaco preso a peça para que seja feita análise das zonas de deformação do cavaco, regiões de adesão do cavaco na ferramenta, ângulo de cisalhamento e grau de recalque do cavaco. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é avaliar a formação do cavaco no torneamento de um aço ABNT 1020 com a utilização de um dispositivo quick-stop.

## 2 METODOLOGIA

Neste estudo foi utilizado um tubo de aço ABNT1020, com diâmetro externo de 42,60 mm e 35,00 mm de diâmetro interno, previamente usinado externa e internamente a fim de retirar toda região irregular. O equipamento utilizado foi um torno Nardini®, modelo Mascote, montado com um dispositivo de parada súbita (quick-stop), conforme apresentado por David e Chagas (2019).

O torneamento foi realizado com a utilização da ferramenta de metal duro TPUN 160308 marca Lâmina, adaptada em um suporte montado no dispositivo quick-stop. A operação foi realizada em corte a seco. Foram executados três ensaios em corte ortogonal, com velocidades de corte  $v_c=33$  m/min,  $v_c=54$  m/min e  $v_c=107$  m/min, e avanço  $f=0,15$  mm/rot.

Os ensaios foram realizados com corte em cheio, sendo interrompidos repentinamente, por meio do dispositivo quick-stop, após o início da formação do cavaco, para que permitir a avaliação da formação do cavaco, do grau de recalque e o ângulo de cisalhamento.

A Figura 1 mostra o dispositivo quick-stop. Em Figura 1(a) com a ferramenta montada no torno. Em Figura 1(b) o dispositivo acionado e ferramenta retraída, com o cavaco fixo na peça.

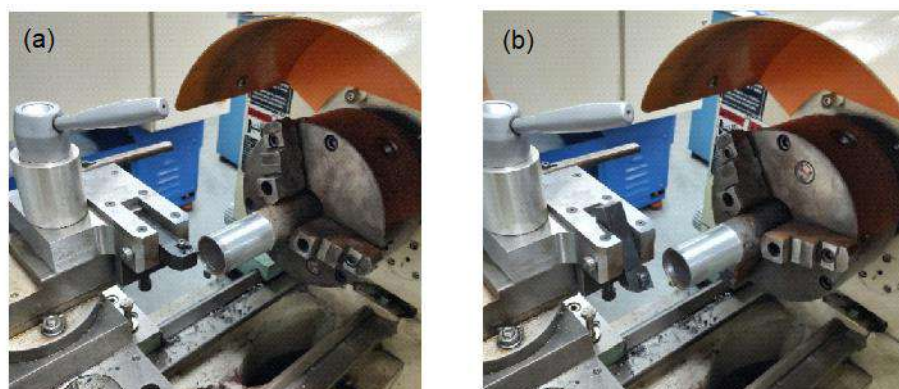


Figura 1: Dispositivo quick-stop. (a) Com a ferramenta fixa. (b) Com a ferramenta retraída.



As amostras do cavaco fixo na peça foram cortadas e analisadas no microscópio estereoscópico trinocular Zeiss, modelo Stemi 2000C.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta os cavacos fixos na peça. Pode-se observar que para a velocidade de corte mais baixa (Fig.2(a)) existem maiores irregularidades na formação do cavaco. Para a velocidade de corte mais elevada (Fig.2(c)) tem-se um cavaco mais liso e bem formado.

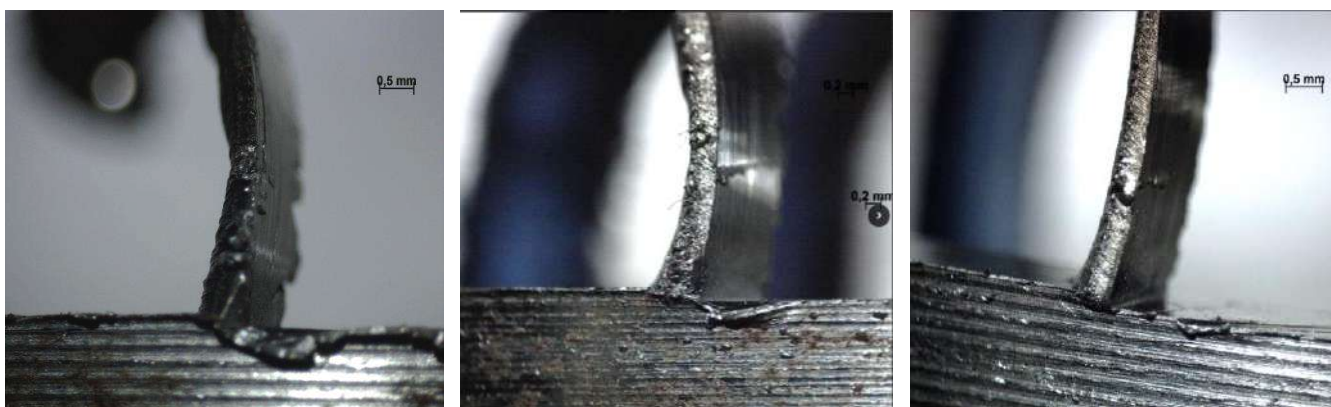


Figura 2: Cavaco formado. (a) para  $v_c=33$  m/min; (b) para  $v_c=54$  m/min; (c)  $v_c=107$  m/min.

Os valores da espessura final do cavaco foram medidos no estereoscópio e calculados o grau de recalque e o ângulo de cisalhamento do cavaco. Os valores constam na tabela 1.

Tabela 1: Grau de recalque e ângulo de cisalhamento do cavaco

Velocidade de corte (m/min)	Grau de recalque (Rc)	Ângulo de Cisalhamento
33	3,526	15,83
54	2,853	19,06
107	3,066	18,06

Fonte: os autores (2022)



É possível observar que o maior grau de recalque ocorreu para a velocidade de corte mais baixa ( $v_c=33$  m/min). Este resultado mostra que houve maior deformação plástica nesta velocidade. Este resultado está de acordo com Machado et al. (2011) que afirma que velocidades de corte muito baixas podem promover adesão do cavaco na ferramenta, dificultando o processo.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

É possível verificar que a variação de velocidade de corte influencia no processo de corte e formação do cavaco. Em baixas velocidades têm-se a tendência de ocorrer uma adesão do cavaco ao passar pela ferramenta e o cavaco tem um aspecto menos uniforme. Neste caso, segundo Machado et al. (2011), o coeficiente de atrito na região é maior.

O estudo do processo com a utilização do dispositivo quick-stop permite avaliar o fenômeno de formação do cavaco e entender os motivos que causam um maior desgaste da ferramenta, sendo assim, um recurso para testar as condições que tornam a usinagem mais favorável, permitindo reduzir os custos da usinagem. A utilização do dispositivo permitiu avaliar o aspecto do cavaco formado, o grau de recalque e o ângulo de cisalhamento, que está associado a deformação plástica que gera calor e desgaste da ferramenta.

#### **REFERÊNCIAS**

DAVID, M.B.; CHAGAS, G.M.P. **Desenvolvimento de dispositivo de parada súbita simples para o estudo da formação do cavaco no torneamento.** Em 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação – COBEF, São Carlos, S.P., Brasil. 2019.

MACHADO, A.R.; ABRÃO, A.M.; COELHO, R.T.; SILVA, M.B. **Teoria da usinagem dos materiais.** 2 ed. São Paulo: Blucher. 2011.

SANTOS, C.S.; SALES, W.F. **Aspectos tribológicos da usinagem dos materiais.** São Paulo: Artliber editora, 2007.



## **A EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA INTERINSTITUCIONAL COMO POTÊNCIA PARA A FORMAÇÃO DE MEDIADORES DE LEITURA**

E.R.S. OLIVEIRA<sup>1\*</sup>; T. M. FRANÇA<sup>2\*\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Jaraguá do Sul -Rau; <sup>2</sup>Universidade Estadual de Goiás  
<sup>\*</sup>estela.souza@ifsc.edu.br <sup>\*\*</sup>thyago.franca@ueg.br

**RESUMO:** Este trabalho apresenta um relato de experiência extensionista das etapas iniciais do *Curso Escrita de Projetos de Leitura e Mediação do Texto Literário*, formação interinstitucional promovida pela Universidade Estadual de Goiás (UEG) e Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). Vinculado ao Projeto de Extensão *Literatura e Formação Docente: Para escrever projetos de leitura e mediar textos literários*, o Curso de oitenta horas, no formato não presencial, busca contribuir com a formação de mediadores de leitura para a promoção do letramento literário e destina-se a professores da educação básica que atuam no ensino de língua portuguesa nos anos finais do ensino fundamental (fundamental II) e ensino médio, mediadores de leitura em contextos diversos, bibliotecários e auxiliares de bibliotecas, coordenadores pedagógicos e graduandos em Letras. Por meio da análise dos processos de elaboração e divulgação da oferta, assim como a rápida adesão do público-alvo e o perfil dos ingressantes, foi possível confirmar: a) a potência de uma formação promovida por duas instituições públicas situadas em diferentes partes do país, b) o reconhecimento de lacunas específicas no fazer extensionista interinstitucional, c) a extensão enquanto meio de ampliar a visibilidade do trabalho dos mediadores e oportunizar a discussão qualificada de políticas públicas que promovam a leitura e o letramento literário em contextos diversos, d) o ineditismo da proposta ao criar uma comunidade de mediadores de leitura no formato virtual. Tais resultados, encaminham para a continuidade da oferta em parceria, acompanhada de ajustes, comuns a todo processo formativo que se pretende dialógico.

**Palavras-chave:** Letramento literário, Mediação de leitura, Formação Docente.

Instituição de fomento: Universidade Estadual de Goiás.

### **1 INTRODUÇÃO**

O Curso *Escrita de Projetos de Leitura e Mediação do Texto Literário* dialoga e faz ressonância às reflexões de Candido (2011), para as quais a literatura deve ser entendida como um bem incompressível a todos, sendo ela responsável por uma força humanizadora que refina no leitor aspectos de sua sensibilidade e empatia, bem como incita um olhar mais atento para sua convivência social e seu papel na sociedade. Da mesma forma, fazemos coro à agenda de pesquisa proposta pela Linguística Aplicada Indisciplinar e pelos estudos decoloniais, os quais



nos permitem propor caminhos de escuta, ação e intervenção que se proponham decolonizar e combater as estruturas hegemônicas de produção do conhecimento que, via de regra, também aparelham os currículos e os modos de formação do professor e mediador de leitura literária.

À luz dessas tomadas de posição, o Curso foi criado com o objetivo de promover a formação de professores e mediadores de leitura para a promoção do letramento literário. Para tanto, tomamos como público-alvo professores da educação básica que atuam no ensino de língua portuguesa nos anos finais do ensino fundamental (fundamental II) e ensino médio, mediadores de leitura em contextos diversos, bibliotecários e auxiliares de bibliotecas, coordenadores pedagógicos (vinculados ao ensino fundamental II e médio) e graduandos de Letras. Organizado em etapas de formação bibliográfica, divulgação, encontros virtuais (aulas e saraus), produção dos projetos de leitura e publicação de um ebook, o conjunto das ações do projeto de extensão que origina este relato tem como foco a autoria e agenciamento do mediador enquanto curador, promotor do texto e provocador do dialogismo texto/autor/contexto da obra/leitores/contexto de leitura. Ao final das atividades da atividade extensionista, os projetos de leitura escritos pelos participantes serão compilados em um livro digital, em formato e-book para posterior publicação interinstitucional.

Como este projeto de extensão encontra-se em andamento, antecipamos que este trabalho é escrito a partir da observação das etapas iniciais, as quais possibilitaram alcançar objetivos específicos e colaboraram para evidenciar aspectos da extensão universitária interinstitucional e sua a potência para a formação de mediadores de leitura.

## **2 METODOLOGIA**

Considerando a etapa de elaboração do Curso, o formato não presencial foi definido com base nas necessidades do público-alvo hipotético, trabalhadores e trabalhadoras da educação (em sua maioria) e demais profissionais da sociedade civil, engajados na formação literária em contextos diversos. Partiu-se do pressuposto que um curso *on line* não limitaria o público a uma região e oportunizaria diálogos entre leitores de diferentes lugares, formando uma comunidade de mediadores, com troca de vivências e materiais.



Com a submissão e aprovação do projeto de extensão em Edital da Universidade Estadual de Goiás, o Curso, composto por oitenta horas, passou a ser divulgado pelas redes sociais da UEM e dos docentes proponentes e, em menos de três dias, o número de inscritos atingiu o limite proposto no Edital (setenta inscritos para trinta e cinco vagas). A regra de aceite dos inscritos foi a ordem de envio do formulário, com chamadas subsequentes para substituir ingressantes faltantes nos encontros síncronos.

O material de estudo, elaborado pelos coordenadores do projeto, foi disponibilizado no *Google Sala de Aula*, junto a links úteis e acesso a um acervo digital em construção. Este, constituído também por obras indicadas pelos próprios participantes no decorrer da formação. O ponto alto do Curso será a escrita autoral de projetos de leitura, com a previsão de publicação coletiva em meados de 2023.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Reunimos os resultados desta prática extensionista em quatro principais tópicos: a potência de uma formação promovida por duas instituições públicas situadas em diferentes partes do país e o reconhecimento de lacunas específicas no fazer extensionista interinstitucional, a extensão enquanto meio de ampliar a visibilidade do trabalho dos mediadores e oportunizar a discussão qualificada de políticas públicas que promovam a leitura e o letramento literário em contextos diversos, assim como o ineditismo da proposta ao criar uma comunidade de mediadores de leitura no formato virtual.

Ressalta-se que a prática interinstitucional para a consolidação desta oferta mostrou-se muito eficaz, uma vez que atingiu interessados nas cinco regiões do país e, no exterior, em Cabo Verde. Creditamos o sucesso de adesão do público-alvo, entre outros fatores, a vinculação da oferta às marcas institucionais, associando o curso à credibilidade de duas IES públicas. A rápida procura pelo curso, com vagas esgotadas nas primeiras horas de divulgação, parece seguir uma tendência geral de busca por formações curtas e não presenciais, mas pode sugerir também uma lacuna para este tipo de percurso formativo. Ainda que a adesão do curso possa ser creditada à marca institucional, ressaltamos neste relato que o fazer extensionista



depende primeiramente dos sujeitos que se dedicarão a conduzir as propostas e parcerias interinstitucionais. Isso porque o vínculo acontece por meio de pessoas. Com base nessa experiência, pode-se perceber que os processos institucionais trazem mais barreiras do que estímulos à extensão e, por isso, demandam extensionistas assertivos e preparados para buscar alternativas diante de processos engessados e calendários descompassados entre as IES.

No que se refere ao perfil dos ingressantes, as apresentações dos primeiros encontros confirmaram que poucos têm o hábito de registrar atividades de mediação, embora as realizem com periodicidade. A ausência de registros encaminha para uma lacuna na visibilidade do trabalho docente e dos mediadores em contextos não escolarizados. Assim, o que predomina é o silenciamento das práticas de letramento e do trabalho do mediador.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As noções de intersubjetividade e intercomunicabilidade, vinculadas por Paulo Freire às práticas extensionistas (FREIRE, 2001), serviram de base para a elaboração, divulgação e acolhida dos ingressantes do *Curso Escrita de Projetos de Leitura e Mediação do Texto Literário*. Tais noções permeiam toda a prática extensionista e guiaram as escolhas teórico-metodológicas da formação, consolidando a prática extensionista como o fazer a partir do sujeito, em um percurso de compreensão de si e do outro, atuando sobre o mundo para transformá-lo.

#### **REFERÊNCIAS**

CANDIDO, Antônio. O direito à literatura. In: **Vários escritos**. Rio de Janeiro: Ouro sobre Azul, 2011, p. 195-216.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou Comunicação?** 11.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.





## **OFICINA DE EXPERIMENTOS PARA O ENSINO DE FÍSICA E CUIDADOS COM ELETRICIDADE PARA CRIANÇAS**

L. BROETTO<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

\*[laline.broetto@ifsc.edu.br](mailto:laline.broetto@ifsc.edu.br)

A curiosidade desorientada das crianças pode levá-las a algumas situações perigosas, principalmente perto de objetos energizados. Segundo a Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL), em 2021 no Brasil, 61 crianças sofreram acidentes fatais, envolvendo eletricidade. Portanto, como a eletricidade está no cotidiano de nossas vidas, em tomadas, carregadores e computadores, por exemplo, é necessário que haja um conhecimento mínimo sobre como ela funciona e os perigos envolvendo o mau uso. Diante do exposto, incentivados na unidade curricular (UC) de Engenharia e Cidadania a minimizar um problema encontrado na comunidade, estudantes do curso de Engenharia Elétrica do Câmpus Jaraguá do Sul - Rau organizaram e ministraram uma oficina de experimentos de física para 16 crianças de 8 a 12 anos em um condomínio residencial em Jaraguá do Sul, SC. A oficina teve duração aproximada de duas horas e versou sobre o tema eletricidade. Para atingir o objetivo proposto, o de ensinar conceitos de física relacionados à eletricidade e cuidados em sua utilização, foram apresentados três experimentos envolvendo conceitos da área: 1 - princípios básico do funcionamento de um motor; 2 - eletrostática, atração e repulsão de cargas e 3 - funcionamento de um circuito elétrico. Importante destacar que a comunidade participou de maneira ativa, pois a forma como a oficina foi organizada, em experimentos de física, permitiu que as crianças participassem não apenas como ouvintes. Ao final da oficina os extensionistas aproveitaram a oportunidade para divulgar o IFSC e seus cursos. Os resultados obtidos, a percepção sobre a realização e dificuldades encontradas foram compartilhadas pelos executores com os demais estudantes da UC de Engenharia e Cidadania do curso de Engenharia Elétrica do câmpus Jaraguá do Sul - Rau. Vale destacar que a ação de extensão foi idealizada e realizada em sua totalidade pelos estudantes extensionistas. A docente da UC apenas sensibilizou os estudantes a realizarem uma atividade na comunidade.

**Palavras-chave:** Extensão, Metodologias ativas, Segurança em Eletricidade.



## **Desempenho de Revestimentos de Fe-Cr-C Fabricados por FCAW em Teste de Abrasão por Roda de Borracha**

*F.H.G. Colaço<sup>1</sup>; M. V. Fontanive<sup>1\*</sup>; G. O. Verran<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Instituto Federal de Santa Catarina Campus Rau - IFSC;*

*<sup>2</sup>Universidade Estadual de Santa Catarina*

*\*marlonf@ifsc.edu.br*

A deposição de revestimentos em superfícies de componentes submetidos a movimentos com contato mecânico é uma técnica que visa melhorar a resistência ao desgaste. Essa técnica promove a modificação da microestrutura formando constituintes de segunda fase dura na região onde ocorre a abrasão. O presente trabalho busca correlacionar os efeitos da microestrutura dos revestimentos com os mecanismos de desgaste abrasivo, sendo a abrasão um dos principais problemas encontrados na indústria de processamento de materiais. Os revestimentos foram formados por quatro arames tubulares: Fe-Cr-C, Fe-Cr-C/Nb, Fe-Cr-C/MoNb e Fe-Cr-C/Ti, usando o processo FCAW. A base para os depósitos foram três tipos de substrato, a saber: aço AISI 1020, uma camada de depósito com AISI Ni-Fe e outra com AISI 308L. Características microestruturais como diâmetro médio e fração de carbonetos foram obtidas por microscopia óptica para calcular o livre caminho médio. Os mecanismos de desgaste e a composição química dos constituintes foram obtidos por MEV-EDS. A microdureza Vickers foi obtida com uma carga de 500g. O desempenho das amostras de revestimento foi avaliado no teste de abrasão por roda de borracha com areia seca, descrito pela ASTM G65 - procedimento B. Os piores resultados de microdureza e resistência a abrasão foram apresentados pelos revestimentos que foram depositados sobre camada de AISI Ni-Fe. Os revestimentos duros que tiveram melhor desempenho de resistência à abrasão foram apresentados pelos revestimentos Fe-Cr-C/Nb e Fe-Cr-C/MoNb depositados sobre o substrato de AISI 1020, seguido dos revestimentos depositados sobre a camada de AISI 308L. Esses dois revestimentos apresentaram um teor de carbonetos equilibrado entre MC e carbonetos eutéticos  $M_7C_3$ , devido a presença de Nb, Mo e Cr, que deu origem ao melhor desempenho. Os resultados revelaram que a resistência ao desgaste pode ser determinada pelo livre caminho médio e pela dureza do material da segunda fase.

**Palavras-chave:** Revestimento, Desgaste, Microestrutura.

Instituição de fomento: IFSC, FAPESC (nº 2021TR001820 e nº 2021TR001807).