Anais dos Trabalhos de Conclusão de Curso do **Centro Universitário FEI**

2° semestre/2024



iNova FEI

2° semestre / 2024

Coordenação dos Trabalhos de Conclusão de Curso

Prof. Me. Felipe Hernandes Cava

Profa. Dra. Gabriela Scur Almudi

Profa. Dr. Luis Fernando Novazzi

Prof. Dr. Marcelo Otavio dos Santos

Prof. Me. Marco Antonio Zanussi Barreto

Profa. Dra. Maria Laura Ferranty Mac Lennan

Profa. Dra. Maria Tereza Saraiva de Souza

Prof. Dr. Renato Aparecido Aguiar

Prof. Dr. Ricardo de Carvalho Destro

Organização dos Anais dos Trabalhos de Conclusão de Curso

Profa. Dra. Michelly de Souza

Sumário

Prefácio **8**

Administração **9**

Empreendedorismo Feminino no Setor de Beleza: Marketing Digital para Pequenas e Médias Empresas Lideradas por Mulheres 10

Estudo das Barreiras de Inovação de Processos em uma Indústria Automotiva Localizada no Estado de São Paulo 12

Adaptação e Validação da Escala de Bem-Estar Emocional no Consumo de Marcas Verdes 14

Plano de Negócio QGPet 16

A Influência da Inteligência Artificial na Análise de Crédito: Um Estudo sobre as Novas Tecnologias 18

Escravidão Contemporânea: Um Estudo de Caso sobre Práticas de Trabalho Análogo a Escravo no Setor de Vinicultura 20

A Influência Japonesa na Gestão: Estudo de Caso Grupo Compra e Venda 22

Desigualdade e Ascensão Profissional: O Desafio da Pessoa Preta na Sociedade Contemporânea 24

Branding Social e o Comportamento do Consumidor 26

Estratégia de Inovação Generativa: Como IA Generativa Impacta Competitivamente as Empresas? 28

Blockchain e o Non – Fungible Token (NFT) como Impulsionadores na Venda de Créditos de Carbono 30

Ciência da Computação 32

Criminal Processing Investigation Support System (CPISS): Sistema de Suporte a Decisões em Investigações Criminais 33

Interpretação de Emoções com Machine Learning: Classificação de sinais de EEG com o Uso de Algoritmo Random Forest 35

Previsão de Casos de Dengue no Estado de São Paulo: Uma Abordagem Baseada em Modelos de Séries Temporais 37

Implementação de um Ambiente Virtual Gamificado 39

HoneyDashes: Dashboards para Análise de Segurança Cibernética 41

Reconstrução 3D de Ambientes Externos Baseada na Correlação de Poucas Imagens de Diferentes Perspectivas 43

Comunidade Artificial: Estudo Comportamental de Vidas Artificiais sob Adversidades 45

Aplicação de Embedding na Busca Contextualizada de Documentos Científicos 47

Uma Abordagem Baseada em Web Scraping para Monitoramento, Comparação e Predição de Preços em Plataformas de e-Commerce 49

Marketmind: Previsões para o Mercado Financeiro 51

Visão Computacional Aplicada ao Rastreamento de Pessoas em Múltiplos Ambientes a Partir da Detecção de uma Ação Violenta Baseado em Aprendizado de Máquina ... 53

Crypto Rush - Simulador Financeiro do Mercado de Criptomoedas: Uma Abordagem Usando Redes Neurais Artificiais 55

Estudo de Desenvolvimento de um Aplicativo para Detecção do Transtorno do Espectro Autista (TEA): Uma Abordagem Baseada em Engenharia de Usabilidade e Plataformas Low-Code 57

Engenharia de Automação e Controle 59

Manufatura Digital Aplicada à Automação e Melhoria de Produtividade no Ambiente Industrial 60

Sistema de Visão Computacional para Mapeamento de Via 62

Gêmeo Digital de Manipulador Robótico para Controle e Monitoramento Via Conexão IoT 64

Tecnologia de Baixo Custo para Análise de Movimento Humano por Meio do OpenSense 66

Bancada Experimental De Testes Para Motores Elétricos Trifásicos 68

Comparação dos Aspectos Qualitativos entre Antenas de Cobre e Grafeno 70

Desenvolvimento De Um Sistema De Direção Automobilística Remota 73

Fisioknee: Uma Órtese Ativa De Joelho Para Fisioterapia 75

Desenvolvimento de Sistema Integrado para Análise de Dados e Criação Automática de Dashboards Usando Inteligência Artificial Generativa 77

Engenharia Civil 79

Análise e Microssimulação da Evacuação de Multidões em Eventos na Arena Allianz Parque 80

Análise do Dimensionamento do EMAS de Congonhas: Uma Abordagem Utilizando Método dos Elementos Finitos 82

Estudo do Impacto da Implantação da Estação Vila Prudente em Relação aos Aspectos Urbanísticos ao Longo do Tempo 84

Comportamento Mecânico do CA70 em Peças de Concreto Armado 86

Análise Estatística Do Impacto Da Chuva Nas Operações Do Porto De Santos: Aplicação Da Simulação De Monte Carlo E Distribuição De Gumbel 88

Elaboração Do Polígono De Tolerância De Dirigibilidade De Uma Tuneladora 90

Engenharia Elétrica 92

Projeto Boitatá: Monitoramento De Queimadas 93

Desenvolvimento de uma Estratégia de Vetorização de Torque Aplicada a um Fórmula SAE com Base em Simulação 95

Aplicação de Sistemas Embarcados em Ambulâncias e Semáforos para Otimização do Trânsito em Emergências 97

Tokenização De Seguros Massificados Em Blockchain Privada 99

Linhas De Transmissão De Potência: Modelo Reduzido Didático 101

Gerador Hidrocinético: Estudo de Viabilidade de Produção de um Gerador para as Comunidades Ribeirinhas 103

Controle E Desenvolvimento De Regulador De Tensão Para Redes Trifásicas Desequilibradas 105

Conversor CA-CC Monofásico Semi-Controlado 107

Estudo de Viabilidade para a Instalação de Sistemas de Energia Solar em Residências Populares 109

Compensação de Amplificadores de Transimpedância: Uma Abordagem para Altas Frequências 111

Engenharia Mecânica Automobilística 113

Belteen: Segurança no Trânsito para o Passageiro Infantil 114

Engenharia Mecânica Plena 116

Desenvolvimento de uma Turbina Eólica de Eixo Vertical (TEEV) para Alimentação de Poste de Luz em Áreas Remotas 117

EASY MOB: Cadeira de Rodas com Sistema de Elevação para Auxiliar a Transferência de Pacientes Paraplégicos 119

Estudo de Viabilidade de Micro Geradores Eólicos nos Vagões do Metrô de São Paulo 121

Órtese Ativa para Correção de Assimetria na Marcha de Pacientes Afetados pela Síndrome Do Pé Caído: Um Estudo Inicial para o Desenvolvimento de um Produto Acessível e Funcional 123

HTSS - Hand Tremor Suppression System: Dispositivo de Efeito Giroscópico para a Supressão de Tremores Patológicos 126

HEFESTO: Desenvolvimento do Projeto Mecânico de um Veículo Terrestre Não Tripulado para Combate a Incêndios Industriais Classe A 128

Avaliação do Condicionamento do Ar da Frota L do Metrô de São Paulo 130

Desenvolvimento De Uma Órtese Dinâmica Ativa Para Joelho 132

Engenharia de Produção 134

Proposta de Um Sistema Híbrido Combinando o Demand Driven Material Requirement Planning e o Drum Buffer Rope: Simulação Considerando Flowshops Paralelos 135

Network Design: Pesquisa em uma Empresa Fabricante de Embalagens de Vidro 137

Redução de Custos de Transporte por Meio das Tecnologias de Simulação, Machine Learning e Telemetria 139

Estudo de Caso da Implementação do SCRUM e Ferramentas do Design Thinking para o Desenvolvimento de um Produto Digital 141

Implantação do Controle Estatístico do Processo (CEP) em Linhas de Produção: Uma Análise de Benefícios e Impactos 143

Supply Chain Network Design: Um Estudo de Caso 145

PF do Bem: Logística de Doação de Sobras Limpas de Restaurantes para Comunidades Carentes 147

Logística Reversa De Aros Metálicos 149

Impacto das Fraudes Contábeis de uma Empresa Explicado por Meio de seu Valuation 151

Gestão de Riscos na Cadeia de Distribuição de Gás Liquefeito de Petróleo e Gases Especiais 153

Abordagem Heurística para a Determinação dos Tempos de Parada e Percurso do Metrô de São Paulo com o Objetivo de Minimizar o Consumo de Energia Elétrica 155

Utilização da Teoria das Restrições Combinada com o Sequenciamento da Produção para Maximização do Throughput: Simulação em uma Empresa do Setor Automobilístico 157

Análise das Vantagens dos Bancos Digitais e dos Bancos Tradicionais que Determinam a Preferência dos Clientes Pessoa Física 159

Análise do Fluxo de Valor em Uma Indústria do Setor Alimentício Localizada no Interior do Estado de São Paulo 161

Digitalização de Ativos no Contexto de uma Instituição Financeira Utilizando KPI's e Mapeamento de Processos 163

Análise da Aplicação da Manutenção Preditiva Através de Machine Learning no Controle dos Pneus Guia do Sistema Metroviário 166

Lean Manufacturing: Aplicação de Ferramentas para Reduzir Desperdícios no Processo de Cementação 168

Impacto do Cashback na Fidelização de Clientes em uma Empresa de Varejo 172

Engenharia Química 174

Avaliação de Processo de Secagem para Subproduto de Alto Forno 175

Startup de Vendas de Detergente Sustentável e Concentrado 177

Avaliação Técnico-Econômica da Produção de Hidrogênio por Reforma à Vapor da Mistura Acetona Butanol-Etanol Derivada da Fermentação de Bagaço de Cana-De-Açúcar 179

Determinação da Concentração de Sólidos em um Reator de Polimerização Utilizando um Sensor Virtual..... 181

Estudo do Processo da Captura de Dióxido de Carbono por Adsorção Química e Produção de Hidrogênio Azul para Geração de Energia Sustentável 183

Análise Econômica do Processo de Epoxidação do Óleo De Soja..... 185

Análise e Simulação Acerca da Viabilidade do Desenvolvimento de uma Planta de Produção de Hidrogênio Via Rota Fotocatalítica 187

Estudo de Alternativas à Aplicação de Reator Batelada para a Produção de Solução de Acetato Butirato de Celulose 189

Desenvolvimento de um Soft Sensor para Medição do Índice de Correlação Bureau Of Mines de Óleo Bte Utilizando Sistema de Inferência Neuro-Fuzzy Adaptativo..... 191

Avaliação da Viabilidade do Uso de Carvão Obtido Por Resíduos Têxteis no Cultivo de Hortaliças 193

Engenharia de Robôs 195

IRIS Robot: Intelligent Restaurant Interactive Service Robot..... 196

Buddy: Assistente de Carga 198

Hera 2.0: Evolução da Plataforma Robótica de Serviço Doméstico 200

PREFÁCIO

É com grande alegria que apresentamos a primeira edição dos Anais dos Trabalhos de Conclusão de Curso do Centro Universitário FEI – inovaFEI do 2°semestre de 2024, um compêndio dos projetos desenvolvidos pelos talentosos estudantes da FEI. Esta coletânea representa o ápice de sua jornada acadêmica, um testemunho de sua dedicação, criatividade e da sólida formação que receberam em nossa instituição.

O inovaFEI é mais do que um evento; é uma celebração da inovação, do conhecimento aplicado e do potencial transformador de nossos futuros profissionais. As páginas que se seguem revelam uma ampla gama de projetos que abordam desafios contemporâneos em diversas áreas da Engenharia, Ciência da Computação e Administração.

Cada trabalho aqui apresentado é fruto de meses de intensa pesquisa, experimentação, análise e, acima de tudo, paixão pela busca de soluções inovadoras para problemas reais. Os estudantes da FEI demonstraram não apenas domínio técnico, mas também a capacidade de identificar problemas relevantes, propor soluções criativas e desenvolver protótipos e modelos com potencial de impacto na sociedade e no setor produtivo.

Estes Anais são um registro valioso do pensamento inovador que floresce em nossa instituição. Ao folhear estas páginas, o leitor encontrará projetos que exploram as fronteiras da tecnologia, da sustentabilidade, da eficiência e da responsabilidade social.

Gostaríamos de expressar nosso profundo reconhecimento aos estudantes, que com seu esforço e dedicação tornaram esta publicação possível. Agradecemos também ao corpo docente da FEI, que com seus valores, sua orientação e expertise, inspiraram e guiaram estes jovens talentos ao longo de suas jornadas acadêmicas. Seu compromisso com a excelência no ensino e na pesquisa é fundamental para o sucesso de nossos alunos.

Finalmente, esperamos que estes Anais sirvam de inspiração para futuros estudantes, pesquisadores e profissionais, demonstrando o poder de transformação da educação de qualidade e importância da busca incessante pela inovação. Que os trabalhos aqui apresentados ecoem além dos muros da FEI, contribuindo para o avanço do conhecimento e para a construção de uma sociedade mais desenvolvida, sustentável, humana e justa.

São Bernardo do Campo, 03 de Março de 2025.

Prof. Dr. Vagner Bernal Barbeta
Reitor

Profa. Dra. Michelly de Souza
Vice-Reitora de Extensão e Atividades Comunitárias

Prof. Dr. Ricardo Belchior Torres
Vice-Reitor de Ensino e Pesquisa

Administração

Empreendedorismo Feminino no Setor de Beleza: Marketing Digital para Pequenas e Médias Empresas Lideradas por Mulheres

Catarina Araujo Barbosa Silva, Larissa Simonatto Ramos
Administração - campus São Bernardo do Campo
catarina.abs75@gmail.com,larissasimonatoramos@hotmail.com

Orientadora: Maria Laura Ferranty Mac Lennan
Departamento de Administração, Centro Universitário FEI
mferranty@fei.edu.br

Resumo: O estudo analisa o impacto das estratégias de marketing digital no empreendedorismo feminino no ABC Paulista, destacando desafios como falta de capacitação técnica, acesso limitado a redes de apoio e restrições financeiras. Apesar disso, o marketing digital emerge como ferramenta essencial, oferecendo maior visibilidade, comunicação eficaz com consumidores e segmentação de público. O objetivo principal é analisar como as estratégias de marketing digital são aplicadas pelas empreendedoras no ABC Paulista e avaliar o impacto dessas estratégias no crescimento de seus negócios. A pesquisa evidencia como as empreendedoras utilizam plataformas digitais para criar identidades de marca e promover diversidade no mercado. Além de avaliar a eficácia dessas estratégias, o trabalho aborda o empoderamento feminino e seu papel no desenvolvimento econômico local.

Palavras-chave: Empreendedorismo feminino, marketing digital, pequenas e médias empresas, setor de beleza, ABC Paulista, desafios do empreendedorismo.

I. Introdução

O marketing digital é crucial para fortalecer pequenos e médios negócios liderados por mulheres, especialmente no ABC Paulista. Pesquisas indicam que a transformação digital e o uso de plataformas online proporcionam às empreendedoras a chance de aumentar a visibilidade, engajar o público e contornar desafios financeiros e estruturais. Essas estratégias permitem um melhor alcance e segmentação, além de criar conexões significativas com os consumidores. No competitivo setor de beleza da região, o marketing digital impulsiona o crescimento econômico e promove inclusão e igualdade de oportunidades (Nyland, 2023).

II. Problema de estudo

O marketing digital é essencial para o sucesso de pequenas e médias empresas (PMEs), especialmente no setor de beleza, mas enfrenta desafios de acesso e estratégia, com apenas 26% das empresas femininas utilizando essa ferramenta, em comparação a 42% das masculinas. Dificuldades financeiras, falta de capacitação e acesso limitado a redes de apoio agravam essa desigualdade. Apesar dos obstáculos, há um reconhecimento da importância de treinamentos e suporte para melhorar a competitividade e promover o crescimento sustentável das empreendedoras no ambiente digital.

III. Questão norteadora

Este estudo busca responder à seguinte questão central: Quais as estratégias do marketing digital são aplicadas pelas empreendedoras ?

IV. Objetivo Geral

Quais estratégias do marketing digital são aplicadas pelas empreendedoras e o impacto dessas estratégias na divulgação do seu negócio.

V. Justificativa

O marketing digital é fundamental para o crescimento de PMEs lideradas por mulheres, especialmente no setor de beleza do ABC Paulista, pois aumenta a visibilidade, fortalece a identidade da marca e promove o engajamento com os clientes. Essa ferramenta é vital para enfrentar desafios como a desigualdade de gênero e a falta de recursos.

VI. Referencial teórico

O marketing evoluiu ao longo do tempo, adaptando-se a mudanças tecnológicas e sociais, especialmente com a chegada da internet e das redes sociais. Isso possibilitou campanhas personalizadas, estratégias de marketing de conteúdo e de relacionamento, além do uso de ferramentas como SEO e publicidade digital, que são fundamentais para a

eficiência das empresas, em especial pequenas e médias. O empreendedorismo feminino é destacado como uma força positiva na economia, promovendo autonomia e inovação, embora enfrente desigualdade de gênero e desafios de recursos, com modelos de negócios flexíveis que se beneficiam da maternidade e do marketing de influência (Faria et al., 2023; Kimura; Basso; Martin, 2008).

VII. Metodologia

A pesquisa tem como objetivo entender as estratégias de marketing digital adotadas por pequenas e médias empresas (PMEs) lideradas por mulheres no setor de beleza no ABC Paulista. Focando nas experiências dessas empreendedoras, a pesquisa busca avaliar como as estratégias digitais impactam o crescimento dos negócios, considerando fatores como o uso de redes sociais, a criação de conteúdo e a interação com o público. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas com empresárias de diferentes faixas etárias, visando capturar uma gama diversificada de experiências no setor, que é caracterizado pela alta competitividade e inovação contínua (Faria et al., 2023).

VIII. Resultados e discussão

Entrevistas com seis empreendedoras do setor de beleza no ABC paulista revelaram que utilizam principalmente o Instagram como estratégia de marketing digital para aumentar visibilidade e vendas. Algumas planejam diversificar para o TikTok. Elas concordam que aumentar as vendas e engajar clientes são os principais objetivos das estratégias de marketing digital, e a maioria também reconhece a importância para a construção da marca. A construção de marca é considerada vantajosa, exceto para uma empreendedora que está começando.

A abordagem de marketing digital sem o uso de anúncios pagos foi um padrão observado em todas as entrevistadas. De modo geral, nenhuma delas utiliza agências especializadas ou investe em tráfego pago, preferindo focar em conteúdo orgânico. Sobre as métricas utilizadas para avaliar o sucesso de suas ações digitais, elas enfatizaram a importância do engajamento e do aumento nas vendas, enquanto o número de seguidores é considerado secundário.

Os desafios incluem a frequência das postagens, falta de conhecimento em marketing e inconstância financeira. A frequência de postagens foi apontada como um dos maiores desafios, uma vez que manter uma presença ativa nas redes sociais exige tempo e disciplina. Apesar das dificuldades, elas reconhecem a importância do marketing digital e da produção de conteúdo para engajamento, além de verem o marketing como meio de apoiar outras mulheres empreendedoras. Mostram disposição para aprender e se adaptar, indicando oportunidades de crescimento.

IX. Conclusão

O estudo analisou o uso do marketing digital por mulheres empreendedoras no setor de beleza, evidenciando sua relevância para o crescimento e a visibilidade de pequenas e médias empresas. O Instagram se destacou como a principal plataforma utilizada. Embora a interação com clientes e a variedade de conteúdo sejam fundamentais, as empreendedoras enfrentam desafios como a manutenção da presença nas redes sociais e a falta de conhecimento em marketing digital. Apesar das limitações financeiras, a vontade de cooperação e a busca por melhorias nas estratégias digitais mostram um potencial de crescimento. O trabalho conclui que o marketing digital é crucial para o sucesso das empresas de beleza lideradas por mulheres, ressaltando sua resiliência e capacidade de adaptação.

X. Referências

NYLAND, J. J. A. O. L. **The importance of marketing for micro and small enterprises**. Research, Society and Development, [S. l.], v. 12, n. 2, p. e1712239905, 2023. DOI:10.33448/rsd-v12i2.39905. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/39905. Acesso em: 3 out. 2024.

MARTINS, F.M; CARRIJO, M.C. **Empreendedorismo e Empoderamento Feminino: uma análise de casos no setor de acessórios e semijoias de Uberlândia**. Encontro de Gestão e Negócios, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/39268/1/EmpreendedorismoEmpoderamentoFeminino.pdf. Acesso em: 10 out. 2024.

GLOBAL ENTREPRENEURSHIP MONITOR. **Relatório global de empreendedorismo 2021**. [S.l.]: GEM, 2021. Disponível em: https://www.gemconsortium.org/report. Acesso em: 12 nov. 2024.

SEBRAE. **Mulheres empreendedoras no Brasil: Impacto econômico e social. Brasília: SEBRAE, 2020**. Disponível em: https://www.sebrae.com.br. Acesso em: 12 nov. 2024.

KIMURA, Herbert; BASSO, Leonardo Fernando Cruz; MARTIN, Diógenes Manoel Leiva. **Redes sociais e o marketing de inovações**. RAM – Revista de Administração Mackenzie, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 157-181, 2008.

FARIA, D. C. DE, BORGES, C. M., LIMA, M. DE S., & SILVA, L. C**. Marketing digital: estratégias de comercialização durante a pandemia da COVID-19**. Revista Brasileira de Marketing, 16(1), 35-50, 2023.

Estudo das Barreiras de Inovação de Processos em Uma Indústria Automotiva Localizada no Estado de São Paulo

Gabriel Leal Medeiros, Bruno Henrique Peschiera
Administração - campus São Bernardo do Campo
Gabriel.leal.2003@gmail.com , bruno-exotic@outlook.com

Orientadora: Patricia Mari Matsuda
Departamento de Administração, Centro Universitário FEI
patricia.matsuda@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho investiga as barreiras à inovação de processos em uma indústria automotiva localizada no estado de São Paulo. A pesquisa identificou os principais desafios enfrentados, como resistência à mudança, falta de recursos e choques culturais, e os relacionou às características organizacionais. De acordo com Pop, Popescu e Gabor (2023), a falta de recursos adequados, tanto humanos quanto financeiros, limita a implementação de inovações, agravando os desafios organizacionais. Além disso, Schot e Geels (2008) destacam que barreiras estruturais e culturais, como a resistência à mudança, são frequentemente associadas à dificuldade de integração de novas práticas em empresas tradicionais. A metodologia incluiu entrevistas qualitativas com colaboradores, resultando em uma análise comparativa com a literatura. Os resultados demonstram que, apesar das barreiras significativas, há potencial para avanços na inovação mediante medidas específicas. Conclui-se que entender essas barreiras é essencial para promover melhorias na eficiência operacional e competitividade.

Palavras-chave: inovação de processos, indústria automotiva, resistência à mudança, cultura organizacional, barreiras à inovação.

I. Introdução

A inovação de processos desempenha um papel central na competitividade das organizações, especialmente no setor automotivo, caracterizado por rápidas mudanças tecnológicas e exigências de mercado. Schot e Geels (2008) afirmam que a capacidade de adaptar e inovar processos operacionais é essencial para atender às demandas emergentes e se manter relevante. Este trabalho aborda as barreiras que dificultam a implementação de inovações de processos em uma empresa automotiva localizada no estado de São Paulo, com foco na identificação de desafios e possíveis soluções para superá-los. A pesquisa se baseia em um referencial teórico robusto, incluindo contribuições de Pop, Popescu e Gabor (2023), que analisam como a gestão de recursos impacta diretamente os processos inovadores, complementado por entrevistas qualitativas com colaboradores da organização.

II. Objetivos e Metodologia

O objetivo principal foi investigar as barreiras à inovação de processos, buscando compreender como aspectos culturais, tecnológicos e de recursos impactam a implementação de mudanças. Pop, Popescu e Gabor (2023) sugerem que a análise de contextos específicos dentro das organizações pode revelar insights valiosos sobre a eficácia de práticas inovadoras. Para isso, foram realizadas entrevistas estruturadas com colaboradores de diferentes níveis hierárquicos, cujas respostas foram transcritas e analisadas qualitativamente. Além disso, foi construída uma tabela comparativa relacionando as teorias abordadas no referencial teórico com os depoimentos obtidos, de forma semelhante ao método descrito por Cameron e Quinn (2006), que propõem uma análise estruturada para compreender a relação entre cultura organizacional e inovação.

III. Resultados e Discussão

A análise de resultados revelou que a resistência à mudança foi uma das barreiras mais citadas pelos entrevistados. Colaboradores manifestaram receio de que novos processos comprometam sua estabilidade no emprego, refletindo uma desconfiança generalizada quanto às inovações propostas. Cameron e Quinn (2006) explicam que, em culturas organizacionais caracterizadas por hierarquias rígidas, a resistência

tende a ser exacerbada, especialmente em setores tradicionais como o automotivo. Essa dinâmica foi evidente na empresa analisada, onde práticas enraizadas dificultam a adoção de novas ideias.

Outro aspecto destacado foi a tensão geracional. Colaboradores mais antigos, habituados a práticas estabelecidas, mostraram maior resistência em comparação às gerações mais jovens, que demandam inovações tecnológicas e operacionais. Essa resistência não se limita a barreiras individuais, mas está intimamente conectada à cultura organizacional como um todo. Abdi et al. (2018) destacam que a falta de estratégias voltadas à gestão do conhecimento e à aprendizagem organizacional pode intensificar essas tensões, criando ambientes menos propícios à inovação.

A escassez de recursos, tanto financeiros quanto humanos, foi outro desafio relevante. Segundo Pop, Popescu e Gabor (2023), a falta de investimentos adequados impede a implementação eficaz de tecnologias emergentes e a capacitação dos colaboradores para utilizá-las. Essa realidade foi corroborada pelos entrevistados, que relataram sobrecarga de trabalho e ausência de programas consistentes de treinamento. Tais limitações não apenas dificultam a inovação, mas comprometem a competitividade organizacional no longo prazo.

IV. Conclusão

As barreiras identificadas destacam a importância de alinhar estratégias organizacionais com práticas que promovam a inovação. Medidas como maior investimento em capacitação, flexibilização da hierarquia e incentivo ao uso de tecnologias emergentes podem minimizar os desafios encontrados. Schot e Geels (2008) apontam que o desenvolvimento de políticas específicas para remover barreiras estruturais é crucial para a promoção da inovação. Estudos futuros podem ampliar essa análise para outras empresas do setor automotivo, bem como explorar a eficácia de intervenções específicas, conforme sugerido Pop, Popescu e Gabor (2023).

V. Referências

ABDI, K.; MARDANI, A.; SENIN, A. A.; TUPENAITE, L.; NAIMAVICIENE, J.; KANAPECKIENE, L.; KUTUT, V. The effect of knowledge management, organizational culture and organizational learning on innovation in automotive industry. **Journal of Business Economics and Management**, v. 19, n. 1, p. 1-19, 30 Apr. 2018. https://doi.org/10.3846/jbem.2018.1477

CAMERON, Kim S.; QUINN, Robert E. **Diagnosing and changing organizational culture: Based on the competing values framework**. 3. ed. San Francisco: Jossey-Bass, 2006. https://doi.org/10.32709/akusosbil.468653

POP, B. O.; POPESCU, C.; GABOR, M. R. **Process and Product Change Management as a Predictor and Innovative Solution for Company Performance: A Case Study on the Optimization Process in the Automotive Industry**. *Applied System Innovation*, v. 6, n. 5, p. 75, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/asi6050075. Acesso em: 15 out. 2024

SCHOT, Johan; GEELS, Frank W. **Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy**. Technology Analysis & Strategic Management, v. 20, n. 5, p. 537-554, 2008. Disponível em: https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315873435-2/strategic-niche-management-sustainable-innovation-journeys-theory-findings-research-agenda-policy-johan-schot-frank-geels. Acesso em: 30 ago. 2024.

Adaptação e Validação da Escala de Bem-Estar Emocional no Consumo de Marcas Verdes

Gabriela da Silva Lopes, Luiza Vieira Lima
Administração - campus São Bernardo do Campo
gbslp011@gmail.com; luvieira010902@gmail.com

Orientador: Aimãn I. Mourad
Departamento de Administração, Centro Universitário FEI
aimourad@fei.edu.br

Resumo: Este estudo investiga a adaptação e validação de uma escala de bem-estar emocional no consumo de marcas verdes no Brasil. Baseado no artigo *"Green Euphoria: Unraveling the Power of Sustainable Brands"* (2023), a pesquisa explora a relação entre imagem da marca verde, autenticidade, apego emocional e bem-estar do consumidor. Utilizando modelagem por equações estruturais (SEM) com dados de consumidores da marca sustentável O Boticário, os resultados indicam que a imagem da marca verde influencia diretamente o bem-estar emocional e fortalece a autenticidade percebida. Esta autenticidade impacta positivamente o apego emocional, que atua como principal entre atributos da marca e o bem-estar do consumidor. O estudo contribui teoricamente ao adaptar um modelo internacional ao contexto brasileiro e, na prática, fornece insights para empresas que buscam alinhar estratégias sustentáveis a conexões emocionais autênticas. Reforça-se, assim, o papel das marcas verdes em promover bem-estar emocional por meio de práticas sustentáveis consistentes.

Palavras-chave: marcas verdes, bem-estar emocional, autenticidade, apego emocional, sustentabilidade, modelagem de equações estruturais

I. Introdução

A sustentabilidade tem transformado profundamente as expectativas dos consumidores e as estratégias empresariais. No Brasil, onde os hábitos de consumo refletem características culturais únicas, as marcas verdes desempenham um papel crescente na criação de conexões emocionais com os consumidores. Nesse contexto, compreender como atributos como imagem, autenticidade e apego emocional influenciam o bem-estar dos consumidores é essencial para empresas que buscam alinhar suas práticas sustentáveis às demandas do mercado.

O objetivo deste estudo é investigar como a imagem e a autenticidade de marcas verdes impactam o bem-estar e o apego emocional dos consumidores brasileiros. A pesquisa utiliza modelagem por equações estruturais (GSCA Pro®) para validar o modelo teórico proposto por Khoirala e Alfansi (2023) no artigo "Green Euphoria: Unraveling the Power of Sustainable Brands", adaptando-o ao contexto brasileiro.

Como referência, foi escolhida a marca O Boticário, reconhecida por suas práticas sustentáveis, como o programa "Boti Recicla", que incentiva o descarte correto de embalagens e o consumo consciente. Este programa exemplifica como ações sustentáveis podem reforçar a conexão emocional entre consumidores e marcas.

Os resultados esperados indicam que a imagem e a autenticidade das marcas verdes são determinantes no bem-estar emocional dos consumidores, com o apego emocional mediando essa relação. Conclui-se que a integração de práticas sustentáveis à gestão empresarial não apenas promove benefícios ambientais, mas também fortalece vínculos emocionais e competitividade no mercado. Este estudo reforça a relevância das marcas verdes na construção de um mercado sustentável e emocionalmente conectado com os consumidores.

II. Referencial Teórico

A. Marca Verde

O conceito de *brand equity* reflete a lealdade, o reconhecimento e as associações positivas construídas por uma marca ao longo do tempo (Aaker, 1996). Marcas verdes integram práticas sustentáveis em sua essência, conectando-se emocionalmente com consumidores preocupados com o impacto ambiental (Ottman, 2011; Kotler et al., 2021). Essas marcas ganham vantagem competitiva ao incorporar valores ambientais em seus produtos e operações, mas precisam garantir a autenticidade para evitar práticas de *greenwashing*, que comprometem a confiança dos consumidores (Peattie e Crane, 2005).

B. Bem-Estar do Consumidor

A interação com marcas gera experiências que afetam diretamente o bem-estar dos consumidores. Estratégias de marketing voltadas para a sustentabilidade, ao promoverem qualidade de vida e valores éticos,

aumentam a confiança e satisfação dos consumidores. Essa relação fortalece o vínculo emocional ao vincular a realização pessoal à preservação ambiental (Welsch, 2006; Lee e Sirgy, 2004).

C. Autenticidade e Apego Emocional

A autenticidade de uma marca é um diferencial competitivo, especialmente no contexto das marcas verdes. Consumidores buscam identificar-se com marcas que refletem valores éticos e práticas transparentes (Beverland et al., 2008). Essa autenticidade gera um apego emocional que, além de aumentar a lealdade, reforça a percepção de responsabilidade socioambiental da marca, conectando-a de forma profunda com os consumidores (Park et al., 2008).

D. Imagem da Marca Verde

A imagem de uma marca é formada pelas percepções e associações construídas pelos consumidores (Biel, 1992). Marcas verdes que demonstram compromisso sustentável destacam-se no mercado, conectando-se com consumidores que valorizam práticas responsáveis. Essas associações fortalecem a identificação com os valores da marca e promovem o consumo consciente, aumentando sua relevância no mercado (Payne e Raiborn, 2001).

III. Metodologia

O estudo, de caráter quantitativo e explicativo, utilizou questionários online com escala Likert aplicados via mídias sociais. O público-alvo foram consumidores brasileiros da marca O Boticário, selecionados por amostragem não probabilística.

A escolha da marca deve-se à sua ligação com práticas sustentáveis, embora não seja amplamente reconhecida como pioneira no segmento.

IV. Coeficiente de Caminho

Tabela I. Relevância e Significância dos Pesos

	Estimate	SE	95%CI	
IMG→APG	0.222	0.093	0.038	0.405
AUT→APG	0.485	0.081	0.328	0.655
IMG→BEM	0.357	0.085	0.199	0.525
AUT→BEM	0.024	0.072	-0.123	0.161
APG→BEM	0.468	0.073	0.317	0.605

A análise dos pesos estimados, obtidos por meio do software GSCA Pro®, revelou que todas as relações entre as variáveis no modelo são estatisticamente significativas, exceto a relação entre autenticidade (AUT) e bem-estar (BEM). A estimativa para AUT → BEM foi de 0,024, com um intervalo de confiança entre -0,123 e 0,161, incluindo o zero, o que indica ausência de significância estatística. Esse resultado sugere que a autenticidade não exerce uma influência relevante sobre o bem-estar no modelo analisado.

V. Conclusões

Tabela II. Sumário das Hipóteses do Trabalho

Hipotese	Validação
H1: A autenticidade da marca verde tem um efeito positivo significativo no bem-estar emocional do consumidor.	**Não suportada**. Os dados mostraram que a relação entre autenticidade da marca verde (AUT) no bem-estar emocional (BEM) não tiveram resultados significativos
H2: A autenticidade da marca verde tem um efeito positivo significativo no apego à marca verde.	**Suportada.** Os resultados demonstraram uma relação forte e significativa entre a autenticidade da marca (AUT) e o apego à marca verde (APG), com coeficientes altos e estatisticamente relevantes. Isso confirma que a percepção de autenticidade contribui diretamente para o fortalecimento do vínculo emocional dos consumidores com a marca.
H3: O apego à marca verde tem um efeito positivo significativo no bem-estar emocional do consumidor.	**Suportada.** A relação entre o apego à marca (APG) e o bem-estar emocional (BEM) foi uma das mais fortes e significativas no modelo, indicando que o apego exerce um papel crucial na promoção do bem-estar dos consumidores.
H4: A imagem de marca verde tem um efeito positivo significativo no bem-estar emocional do consumidor.	**Suportada.** Os dados mostraram que a imagem da marca verde (IMG) tem um impacto direto e significativo no bem-estar emocional (BEM), o que confirma sua relevância para a percepção de satisfação e realização emocional dos consumidores.
H5: A imagem de marca verde tem um efeito positivo significativo no apego à marca verde.	**Suportada.** A análise revelou uma relação positiva e significativa entre a imagem da marca verde (IMG) e o apego à marca (APG), embora o efeito tenha sido moderado em comparação com outras relações do modelo. Isso sugere que a imagem também desempenha um papel importante na construção de vínculos emocionais.

O modelo teórico adaptado ao contexto brasileiro foi validado com sucesso. A pesquisa confirmou que a imagem e a autenticidade das marcas verdes são fatores relevantes para o bem-estar emocional dos consumidores, com o apego à marca A imagem da marca verde apresentou impacto direto no bem-estar, enquanto a autenticidade influenciou positivamente o apego, conectando os atributos da marca ao bem-estar.

VI. Referências

[1] AAKER, David A. *Building Strong Brands*. New York: The Free Press, 1996.

[2] AJZEN, Icek. *The theory of planned behavior*. Organizational Behavior and Human Decision Processes, v. 50, n. 2, p. 179-211, 1985.

[3] BEVERLAND, Michael B. et al. *Sustainability and the Authenticity of Brands: Insights from a Case Study Approach*. Journal of Brand Management, v. 15, n. 6, p. 399-411, 2008.

[4] CRESWELL, John W. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. 4. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2014.

[5] GIL, Antônio Carlos. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

[6] KHOIRALA, R.; ALFANSI, L. *Green Euphoria: Unraveling the Power of Sustainable Brands*. 2023.

[7]KOTLER, Philip; KARTAJAYA, Hermawan; HOON, Iwan Setiawan. *Marketing 5.0: Technology for Humanity*. New Jersey: Wiley, 2021.[8] LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

Plano de negócio QGPet

Enzo de Paula Cecilio da Silva
Administração - campus São Bernardo do Campo
unibesilva@fei.edu.br

Orientadora: Maria Laura Ferranty Mac Lennan
Departamento de Administração, Centro Universitário FEI
mferranty@fei.edu.br

Resumo: A QGPET é um projeto de uma plataforma inovadora para gestão da saúde de pets, destinada a tutores e clínicas veterinárias e profissionais veterinários. O aplicativo permite o armazenamento de dados de saúde dos animais, como vacinas, prontuários e alimentação, além de gerenciar lembretes de medicação. Para clínicas veterinárias, oferece funcionalidades de CRM, radar de oportunidades, envio de ofertas e criação de perfis detalhados dos pets. Com um design intuitivo e suporte à integração de agentes de IA, a QGPET busca otimizar o cuidado animal e aprimorar a comunicação entre tutores e profissionais de saúde veterinária.

Palavras-chave: QGPET, saúde de pets, CRM veterinário, gestão de saúde animal, integração de IA, aplicativo para pets.

I. Introdução

A QG Pet é um plano de negócios voltado para o desenvolvimento de um software inovador no setor de cuidados e saúde animal. Seu objetivo é centralizar a gestão do histórico de saúde de pets, abrangendo cães, gatos, pássaros, roedores, répteis de pequeno porte e peixes. O projeto busca oferecer praticidade e organização tanto para tutores quanto para clínicas veterinárias, contribuindo para um acompanhamento mais eficiente e acessível da saúde dos animais.

O aplicativo disponibiliza funcionalidades práticas para tutores, como controle de vacinação, alertas de medicação, organização da rotina de alimentação e monitoramento periódico de consultas. Já para as clínicas veterinárias, oferece ferramentas de gestão, incluindo a migração de dados, envio de notificações sobre o estado de saúde dos pets e sistemas de remarketing, otimizando a comunicação e contribuindo para a fidelização dos tutores.

Além disso, o software adota tecnologias como inteligência artificial descentralizada baseada no modelo Swarm IA, que facilita o processamento de dados e possibilita a personalização de algumas funcionalidades, tornando o sistema mais eficiente para os usuários. A proposta é integrar as demandas dos tutores e das clínicas de maneira prática, oferecendo soluções que atendam às necessidades reais do mercado pet.

Com planos de marketing bem definidos e investimento inicial proveniente de recursos próprios, o projeto busca atender à crescente demanda do mercado pet por serviços de alta qualidade. A previsão é alcançar o ponto de equilíbrio financeiro no décimo quarto mês e obter o retorno total do investimento no vigésimo oitavo mês, estabelecendo a QG Pet como uma alternativa viável para a gestão digital de saúde animal.

II. Análise

As Figuras 1 e 2 apresentam a projeção de vendas para o primeiro ano do projeto, detalhando o crescimento da base de clientes nas modalidades B2C e B2B. A Figura 1 mostra o crescimento da carteira de clientes na modalidade B2C, começando em zero no primeiro mês e alcançando 5.500 clientes pagantes no décimo segundo mês. Esse número equivale a aproximadamente 0,015% do mercado nacional pet e gera um faturamento estimado de R$ 55.000 nessa categoria ao final do período.

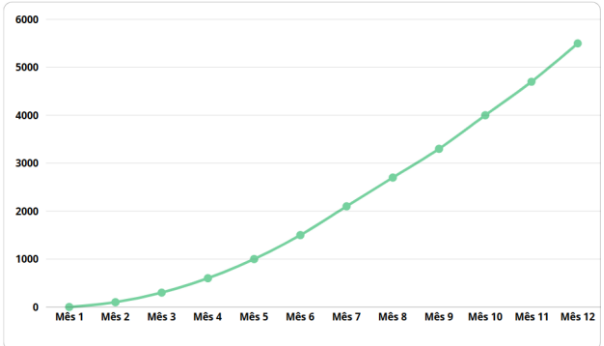


Figura 1. Projeção de vendas para o ano 1 (B2C)

A Figura 2, por sua vez, apresenta a evolução da base de clientes na modalidade B2B, que também parte de zero no primeiro mês e atinge 42 clientes ativos no décimo segundo mês. Esse crescimento resulta em um faturamento acumulado de R$ 8.820 ao final do primeiro ano. Combinando os resultados de ambas as modalidades, o faturamento total projetado para o término do décimo segundo mês é de R$ 63.820.

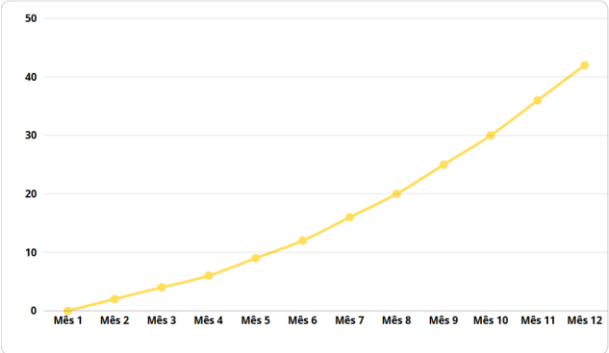


Figura 2. Projeção de vendas para o ano 1 (B2B)

A Tabela 1 foi selecionada para demonstrar a viabilidade do projeto, apresentando o demonstrativo financeiro da empresa no décimo quarto mês, período em que ocorreu o ponto de equilíbrio financeiro (breakeven point). Já a Tabela 2 tem como objetivo evidenciar o crescimento progressivo da receita operacional e do lucro líquido ao longo dos cinco anos de projeção.

Tabela I. Demonstrativo de Resultado (Mês 14).

Discriminação	Valores (R$)	%
1 - Receita Operacional	R$ 85.060,00	100
2 - Custos Variáveis	R$ 8.506,00	10
2.1 - Custo das mercadorias materiais	R$ 0,00	0
2.2 - Comissão sobre Vendas	R$ 0,00	0
2.3 - Impostos	R$ 8.506,00	10
2.4 - Salário Variável	-	-
3 - Margem de contribuição	R$ 76.554,00	90
4 - Despesas operacionais	R$ 65.650,00	77,2%
4.1 - Mão de obra	R$ 56.000,00	65,8%
4.2 - Encargos Sociais sobre salários	-	-
4.3 - Depreciação, manutenção e seguro	R$ 1.650,00	1,9%
4.4 - Outras despesas fixas	R$ 8.000,00	9,4%
5 - Resultado operacional	R$ 10.904,00	12,8%
6 - Despesa financeira		-
7 - Lucro antes do IR e CS	R$ 1.696,00	2,0%
8 - Contribuição social sobre o lucro líquido		-
9 - Imposto de Renda		-
10 - Adcional de Imposto de renda		-
11 - Resultado líquido	R$ 1.696,00	2,0%

Tabela II. Demonstrativo de Resultado (Ano 1 ao Ano 5).

Discriminação	Ano 1 (R$)	Ano 2 (R$)	Ano 3 (R$)	Ano 4 (R$)	Ano 5 (R$)
1 - Receita Operacional Bruta	**300.420,00**	**1.594.200,00**	**3.809.220,00**	**7.720.380,00**	**13.248.300,00**
2 - Custos Variáveis	30.042,00	159.420,00	380.922,00	772.038,00	1.324.830,00
3 - Margem de Contribuição	270.378,00	1.434.780,00	3.428.298,00	6.948.342,00	11.923.470,00
4 - Despesas Fixas Operacionais	729.800,00	787.800,00	791.760,00	1.026.912,00	1.385.894,40
4.1 - Mão de obra	614.000,00	672.000,00	672.000,00	806.400,00	967.680,00
4.2 - Publicidade	96.000,00	96.000,00	96.000,00	192.000,00	384.000,00
4.3 - Ferramentas e Infraestrutura	19.800,00	19.800,00	23.760,00	28.512,00	34.214,40
5 - Resultado Operacional	-459.422,00	646.980,00	2.636.538,00	5.921.430,00	10.537.575,60
6 - Despesa Financeira					
7 - Lucro Antes do IR e CS	459.422,00	646.980,00	2.636.538,00	5.921.430,00	10.537.575,60
8 - Contribuição Social sobre o Lucro Líquido					
9 - Imposto de Renda (15%)					
10 - Adicional de Imposto de Renda (10%)					
11 - Resultado Líquido	459.422,00	646.980,00	2.636.538,00	5.921.430,00	10.537.575,60

III. Conclusões

Com base nos conceitos abordados no projeto, especialmente os princípios de Service Engineering, foi possível realizar a coleta de feedbacks significativos por meio de entrevistas e validar inicialmente o protótipo desenvolvido. Durante esse processo, foram identificadas as principais necessidades, expectativas e características do público-alvo, possibilitando o alinhamento do protótipo às demandas do mercado. Adicionalmente, foram analisadas críticas direcionadas a concorrentes, utilizando as avaliações negativas recebidas por eles para identificar potenciais pontos de melhoria e, assim, aprimorar o desenvolvimento de uma solução mais robusta e alinhada às lacunas identificadas.

Os próximos passos incluem a organização da equipe de desenvolvimento para a execução do aplicativo, a implementação do plano de marketing e a validação do projeto em cenários reais de mercado. Essa etapa será financiada integralmente com recursos próprios, assegurando a continuidade do projeto de maneira planejada. A validação prática permitirá identificar ajustes e refinamentos necessários, garantindo que a solução final esteja alinhada às necessidades do público e às exigências do mercado.

IV. Referências

[1] C. R. Amitrano, M. M. Y. Araujo e C. H. M. Santos, IPEA, 2024.
[2] Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação, Mercado Pet Brasil 2024, ABINPET, São Paulo, 2024.
[3] Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação, Informações Gerais do Setor, ABINPET, 2022.
[4] A. Cambon, B. Hecht e Microsoft, Microsoft, 2023.
[5] I. C. Celuppi et al., Cadernos de Saúde Pública, 37 (2021) e00243220.
[6] E. Çitak, Dataconomy PT, 2024.
[7] Confederação Nacional de Dirigentes Lojistas, CNDL Brasil, 2017.
[8] Conselho Federal de Economia, COFECON, 2024.
[9] Guia Vet, Guia Vet, 2023.
[10] Instituto Pet Brasil, Instituto Pet Brasil, 2022.
[11] A. Kutsenok e V. Kutsenok, Design Principles and Practices: An International Journal, 5 (2011) 7-16.
[12] Mordor Intelligence, Mordor Intelligence, 2021.
[13] B. F. Moura, Agência Brasil, 2023.
[14] MyPet, Blog MyPet Brasil, 2022.
[15] D. D. S. Pozzatto et al., Pubvet, 16 (2022) e1286.
[16] SINDAN, SINDAN.
[17] D. B. Vallat, CRMV, 2022.
[18] R. Wike et al., Pew Research Center, 2022.
[19] E. Yoshida, Insper, 2023.
[20] D. Rieg et al., Journal of International Education in Business, 17 (2024).

A Influência da Inteligência Artificial na Análise de Crédito: Um Estudo sobre as Novas Tecnologias

Eduardo Breschi, Gabriel Ribeiro
Administração - campus São Bernardo do Campo
ebreschi1@hotmail.com, txcgabriel22@gmail.com

Orientador: Fernando Palazolli
Departamento de Administração, Centro Universitário FEI
fpalazolli@fei.edu.br

Resumo: O objeto de estudo deste trabalho foi verificar o uso da Inteligência Artificial (IA) nas análises de crédito efetuadas pelas organizações. Esse processo, via de regra, quando efetuado sem o uso de tecnologias sofisticadas pode enfrentar limitações quanto à precisão e agilidade em virtude do volume de dados e informações a serem utilizados na avaliação da capacidade de pagamento de um cliente. Para superar esses obstáculos, empresas de diversos setores e portes estão fazendo uso da Inteligência Artificial (IA) que, por si só, torna essa atividade mais eficiente, rápida e precisa. Por meio de uma revisão da literatura atual e de uma entrevista semiestruturada realizada numa empresa industrial, buscou-se compreender quais são os benefícios da aplicação da IA para os processos e resultados empresariais. Apurou-se que, além da agilidade e eficiência nas análises, houve melhoria nos resultados econômico-financeiros da empresa estudada.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Análise de Crédito.

I. Introdução

O processo de análise de crédito visa avaliar os riscos de crédito (inadimplência) por meio dos números apresentados pela empresa que solicita um financiamento de qualquer tipo e da aplicação de técnicas e estatísticas com base em modelos de análise de balanço. Caso o solicitante seja uma pessoa física, vários parâmetros são utilizados para o mesmo fim; tais parâmetros se constituem em inúmeras informações acerca do solicitante e são analisados por meio de modelos de análise de crédito específicos para pessoas físicas. Tanto num como noutro caso, são efetuados cruzamentos de dados armazenados em diferentes bases e, após a análise, são gerados argumentos que justificam a escolha da organização em conceder ou não aquele crédito, pois ela não deve assumir um risco de inadimplência. [1]

Por se tratar de um processo complexo e que exige um nível de análise mais apurado, é comum que certas análises de crédito demorem. No entanto, as decisões devem ser tomadas rapidamente, pois a agilidade e eficiência no tratamento das informações são cruciais para minimizar as ocorrências de prejuízos. [2]

Os avanços tecnológicos possibilitaram a melhoria de diversos processos e, no caso de análise de crédito, uma das fontes que permitem essa automatização de procedimentos é a inteligência artificial, que facilita a compilação de dados e formação de resultados para tomada de decisão.

Dessa forma, o objetivo principal desse trabalho responder à seguinte pergunta-problema: ***qual a influência da inteligência artificial nos processos de análise de crédito?*** Para tanto, foram definidos alguns objetivos específicos, dentre eles: verificar como funciona a análise de crédito; verificar possíveis vantagens e desvantagens da inteligência artificial no processo de análise de crédito.

A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica de textos atuais sobre os dois principais temas e uma entrevista numa empresa industrial avaliando o uso da inteligência artificial na condução dos processos de análise de crédito.

II. Revisão da Literatura

A. Análise de crédito

Constatar se o cliente possui condições de honrar seus compromissos financeiros é princípio básico na hora de avaliar o crédito oferecido. Durante o processo de análise várias informações básicas e financeiras do cliente deverão ser consideradas. A partir destes dados, a empresa conseguirá estipular um valor mínimo de compra e quais serão as condições de pagamento. Considerar estes pontos auxilia a evitar riscos desnecessários para a empresa.

Pode-se perceber que o processo de análise de crédito é essencial para a gestão de risco em organizações que concedem limites a seus clientes.

Como anteriormente mencionado, caso o solicitante do crédito seja uma pessoa jurídica, utiliza-se de

técnicas e estatísticas com base em modelos de análise de balanços; caso seja uma pessoa física, deve-se realizar a coleta de informações do cliente, envolvendo a obtenção de dados financeiros, renda, patrimônio e histórico de pagamento, assim como, outras informações sobre seu comportamento de crédito, como por exemplo, a existência de restrições em sistemas de proteção ao crédito. Em ambos os casos, utiliza-se uma pontuação denominada *score de crédito* que serve de balizador na tomada de decisões.

A. Inteligência Artificial

Segundo Araújo [3], "Inteligência Artificial (IA) é um campo da ciência da computação que busca criar sistemas capazes de executar tarefas que normalmente exigem inteligência humana. Esses sistemas são projetados para simular processos cognitivos, como raciocínio, aprendizado, percepção e tomada de decisões. Desde sua formalização na década de 1950, a IA tem evoluído rapidamente, incorporando avanços de diversas disciplinas, incluindo matemática, estatística, psicologia e neurociência".

III. Metodologia

A fim de embasar teoricamente este trabalho, foi efetuada uma revisão da literatura especializada em publicações recentes, quer fossem livros, artigos, teses, dissertações etc.

Além disso, foi feita uma entrevista com colaboradores da empresa X, que não autorizou a divulgação do nome, inclusive, para obter-se a visão estratégica, foi entrevistado seu CEO. Foram feitas perguntas abertas aos funcionários envolvidos com a análise de crédito, bem como ao CEO. Foram levantados, também, dados sobre a carteira de clientes e vendas, inadimplência antes e depois da automação das análises de crédito.

IV. Resultados

Com a automação realizada pela empresa X o percentual de clientes inadimplentes caiu em relação aos últimos cinco anos como mostra a Tabela 1, muito embora a utilização da IA tenha se iniciado em 2024.

Tabela I. Clientes Ativos x Inadimplentes.

Ano	Clientes ativos	Inadimplentes	%
2019	70	22	31%
2020	100	25	25%
2021	150	33	22%
2022	160	33	21%
2023	180	38	21%
2024	200	18	9%

Por outro lado, pela agilidade e precisão das análises o volume de vendas em quantidade de pedidos também cresceu como mostra a Figura 1.

Segundo, apurou-se que com a melhora na análise de crédito a lucratividade da empresa elevou-se de 12% sobre o faturamento para 23% no exercício de 2024 (até o mês do estudo).

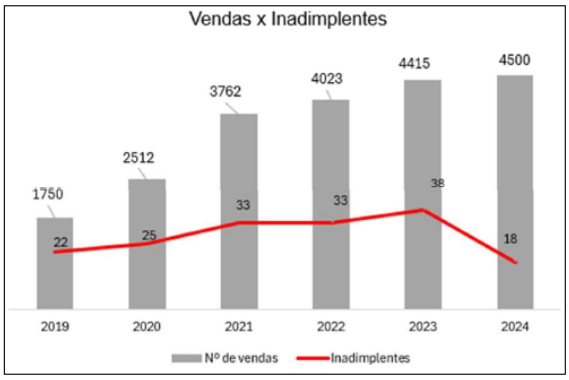


Figura 1. Vendas em número de pedidos x inadimplentes.

V. Considerações Finais

O principal objetivo deste trabalho foi o de verificar a influência do uso da Inteligência Artificial no processo de análise de crédito de uma empresa não financeira.

Com os dados que foram apresentados pelos colaboradores entrevistados pode-se supor que além da agilidade e precisão das análises de crédito efetuados com o uso de Inteligência Artificial, os reflexos para a redução da inadimplência e para os resultados econômico-financeiros também são positivos.

Há que se ressaltar o pequeno volume de dados fornecidos sob alegação de sigilo; além disso, por se tratar de uma única empresa estudada não se pode inferir que tais resultados seriam os mesmos em outras organizações e outros setores.

Fica aberta a possibilidade de estudos comparativos entre empresas de diferentes setores e de diferentes portes.

VI. Referências

[1] LASSANCE, Luiz Carlos Bandeira Kos; TERNOSKI, Simão. Score IA Cresol: utilizando inteligência artificial para estimar viabilidade de crédito. Revista Aproximação, vol. 03, nº 06, 2021. ISSN: 2675-228X. Paraná.

[2] WANZELLER, W. Ferreira; ALVES, Carlos Manuel Oliveira; COTA, Manuel Pérez. Sistema de apoio à decisão integrando cadastro negativo, scoring, análise qualitativa de crédito com inteligência artificial e criação de contratos: Protocolo para revisão de escopo. Research, Society and Development, v. 12, n. 7, e18012742680, 2023 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: tp://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i7.42680.

[3] ARAUJO, Jonatan Barbosa de. IA como ferramenta para auxílio na oferta e tomada de crédito. International Seven Journal os Multidiciplinary. ISSN: 2764-6547. 2024.

Escravidão Contemporânea: Um Estudo de Caso sobre Práticas de Trabalho Análogo a Escravo no Setor de Vinicultura

Christian Serra Fiore, Gabriela Carvalho da Silva, Letícia Tanan Sanches
Administração - campus São Paulo
chris.serra.fiore@gmail.com, *gaby-wg@hotmail.com*, leticia.tanan@gmail.com

Orientadora: Maria Tereza Saraiva de Souza
Departamento de Administração, Centro Universitário FEI
mtereza@fei.edu.br

Resumo: O objetivo desta pesquisa é analisar as práticas que configuram o trabalho análogo ao escravo em vinícolas do Rio Grande do Sul. O estudo de casos múltiplos mostrou alguns fatores que podem contribuir para a escravidão contemporânea no Brasil. A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma abordagem qualitativa descritiva, baseada em um estudo de caso envolvendo três vinícolas do Rio Grande do Sul. A coleta de dados incluiu análise documental de reportagens, vídeos, artigos e podcasts dos principais meios de comunicação do país, dados sobre o caso no Ministério Público do Trabalho, proporcionando uma visão abrangente das condições de trabalho sob a perspectiva tanto dos trabalhadores quanto dos empregados. Os resultados da pesquisa revelam que trabalhadores das vinícolas pesquisadas enfrentam condições de trabalho análogas a escravo como trabalho forçado, violência física e psicológica, moradias e ambientes de trabalho degradantes, jornadas de trabalho exaustivas e dívidas exorbitantes manipuladas de forma abusiva pela empresa terceira.

Palavras-chave: Escravidão Contemporânea; Trabalha Análogo a Escravo; Políticas Públicas; Vinícolas.

I. Introdução

Atualmente a escravidão moderna afeta 20,9 milhões de pessoas no mundo (Organização Nacional do Trabalho, 2015). O trabalho análogo à escravidão é definido como uma prática laboral que o empregador submete o empregado em situações como jornadas de trabalho exaustivas, violência física e psicológica, baixa remuneração, atraso em salários, cobrança de multas por moradia ou transporte (Simpson, Segrave, Quarshie, Kach, Handfield, Panas e Moore 2021).

Os países com maior porcentagem de escravidão contemporânea são Coreia do Norte, Arábia Saudita, Emirados Árabes, Turquia, Tajiquistão, Rússia e Afeganistão. O Brasil encontra-se em décimo sexto lugar entre os países do continente Americano, mostrando uma estimativa de 5 a cada 1.000 habitantes sofrem com as práticas de escravidão moderna e a partir de um levantamento realizado no território brasileiro. Estima-se que 5,1 milhões de habitantes estavam nessas condições de trabalho em 2021 (AFP — Londres, 2023).

No Brasil, em 2022 foram encontradas 2.575 pessoas em situação análoga à escravidão, sendo elas em sua maioria do gênero masculino, negros - pardos e pretos retintos - apresentando baixo nível de escolaridade ou analfabetismo, com idades entre 30 e 39 anos. As regiões mais afetadas por esses casos no Brasil são Alagoas, Amapá, Amazonas, Minas Gerais, Goiás, Bahia, Piauí, Rio Grande do Sul e São Paulo, com predominância nos setores primários como agricultura e pecuária. Os setores que apresentam maiores incidências de trabalho análogo à escravidão são: a pecuária (44%) e a agricultura (54%) sendo 17% no cultivo do café, algodão e soja, 14% na cana-de-açúcar, 19% no cultivo de tomates e 5% no arroz (Sakamoto, 2023).

Em 2023, no Estado do Rio Grande do Sul, uma região que se destaca pela grande produção de soja, trigo e uva, houve um caso de trabalho análogo à escravidão envolvendo as viniculturas e as empresas terceirizadas, cuja função era contratar pessoas para trabalharem nas fazendas de cultivo e na colheita de uvas. Assim, a questão de pesquisa deste estudo é: quais os fatores que contribuem com as práticas de trabalho escravo em vinícolas brasileiras?

II. Revisão da Literatura

Segundo Bales (2004), existem três fatores-chave que contribuíram para a escravidão moderna: a explosão populacional, a necessidade de atendimento com maior geração de valor e otimização dos custos; a globalização, que afeta o setor agrícola, impondo certas práticas escravistas tanto no campo quanto na cidade O terceiro fator seria a quebra de regras sociais e alterações nas relações de trabalho legal devido à

corrupção, fome de poder e violência (Rodrigues, 2023). Além da vulnerabilidade social, baixo índice de escolaridade e baixas oportunidades econômicas. (Baptista, 2023).

Segundo o Código Penal Brasileiro, artigo 149 do Decreto-Lei nº 2.848 de 7 de dezembro de 1940, consolida que o trabalho análogo à escravidão são as práticas como o trabalho forçado, jornada exaustiva, condições degradantes de trabalho, restrição de locomoção por dívida contraída com o empregador, vigilância ostensiva e retenção de documentos do trabalhador.

A escravidão contemporânea é propensa na cadeia de suprimentos, as empresas que estão em um elo mais afastado da empresa focal e com menor valor na cadeia são as mais suscetíveis ao trabalho análogo a escravo. No Brasil é no início da cadeia onde acontecem as práticas de trabalho escravo, na extração da matéria prima, que não é preciso mão de obra especializada, o trabalho é intenso e o local é afastado. Essas características estão presentes no setor de agricultura na parte extração de cana de açúcar, cacau, grãos, algodão, uva, etc. Outro fator é que a escravidão contemporânea é a economia informal e que os indivíduos envolvidos estão em condição de vulnerabilidade social, com desemprego, pobreza e baixo nível de escolaridade (Mascarenhas, Dias, Baptista, 2014).

III. Resultados da Pesquisa

Os resultados da pesquisa identificaram cinco fatores relacionados ao trabalho análogo à escravidão nas empresas pesquisadas: violência física, violência psicológica, condições precárias de alojamento, jornada exaustiva e dívidas contraídas.

O trabalho forçado seguido de violência física continha utilização de socos, golpes de cassetete, spray de pimenta e utilização de choques elétricos, com o intuito de fazer os empregados a trabalharem mais como castigo por algo pequeno que eles cometeram.

Com relação a violência psicológica, eram utilizados xingamentos, humilhações em público, ameaças de morte e atos preconceituosos. Além de fazerem as vítimas trabalharem cada vez mais, havia o intuito de diminuí-los pessoalmente.

As condições precárias dos alojamentos, caracterizadas por quartos sujos, infestação de insetos, vasos sanitários entupidos, banheiros em estado de degradação e superlotação, como relatado pelas vítimas, sendo disponível um quarto com capacidade de 100 vagas para um grupo de 180 pessoas.

A jornada exaustiva de trabalho, as vítimas trabalhavam mais que oito horas nos dias mais quentes e ensolarados na região para despachar as cargas nos caminhões e recolherem as uvas nos palheiros, não havendo pausas para descanso nem pausas para realizar as refeições, ocasionando exaustão física e mental.

Em relação às dívidas contraídas pelas vítimas, a cobrança iniciava no momento da viagem e se estendia com a imposição de multas e juros exorbitantes sobre empréstimos tomados junto aos responsáveis. Esses empréstimos eram justificados para a aquisição de itens básicos, como alimentos e produtos de higiene, uma vez que os preços no mercado local, próximo aos alojamentos, eram extremamente altos, tornando o pagamento dessas obrigações financeiramente inviável.

Em resposta a essas situações, o Ministério Público do Trabalho impôs uma série de medidas que obrigaram as empresas a tomar providências corretivas, visando à melhoria das condições de trabalho e à reparação dos danos causados. Após a realização das denúncias e o caso ser descoberto, foi proposto para as empresas Aurora, Garibaldi e Salton pagarem 7 milhões de reais em indenização aos trabalhadores e projetos de reparação e também assinarem o Termo de Ajuste de Conduta (TAC) na qual tiveram que cumprir 21 obrigações, sendo algumas delas: a fiscalização da atuação das empresas terceiras, as condições de alojamento, a saúde dos trabalhadores, sua alimentação, promover seminários para a conscientização de boas práticas e cumprimento da legislação para outras empresas no setor de vinícolas. Caso não haja o cumprimento dessas obrigações, o Ministério Público cobrará para cada uma das vinícolas uma multa de 300 mil reais, sendo acumulativa a cada ação.

IV. Conclusões

A contribuição gerencial da pesquisa mostra que independentemente do porte e atuação da empresa, é crucial que as empresas reconheçam o impacto de suas atividades na sociedade e assumam a responsabilidade socioambiental de toda a cadeia. A ocorrência de trabalho análogo ao escravo, em qualquer elo da cadeia, prejudica a imagem da empresa, sendo fundamental combatê-lo e monitorar de perto os seus fornecedores. A simples contratação de serviços com valores muito abaixo do mercado já pode ser um indicador suspeito de trabalho análogo ao escravo.

V. Referências

[1] BAPTISTA, R. M.; SOUZA, M. T. S.; BANDEIRA, M. L. **A roda da escravidão moderna: uma nova abordagem teórica.** Cadernos EBAPE BR, v. 21, n. 3, 2023.

[2] MASCARENHAS, O. A.; DIAS, G. L. S.; BAPTISTA, M. R. **Elementos para a discussão da escravidão contemporânea como prática de gestão**. RAE, v. 55, n. 2. mar./abr. 2015.

A Influência Japonesa na Gestão: Estudo de Caso Grupo Compra e Venda

Raphael Massaki Uehara
Administração - campus São Paulo
raphael.massaki@gmail.com

Orientador: Edson Sadao Iizuka
Departamento de Administração, Centro Universitário FEI
esadao@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho analisa a influência da cultura organizacional japonesa nos grupos Compra e Venda *Nikkei* e Taipas. Baseando-se em uma abordagem qualitativa, a pesquisa explora como valores como confiança, lealdade e solidariedade moldam a dinâmica do grupo *Nikkei*, em contraste com o modelo mais transacional e individualista do grupo Taipas. Com base em entrevistas, análise documental e estudo de caso, identificou-se que o grupo *Nikkei* reflete práticas organizacionais japonesas, como responsabilidade coletiva e apoio mútuo, enquanto o grupo Taipas adota um modelo mais alinhado à cultura ocidental. Os resultados destacam a importância da cultura organizacional na coesão e sustentabilidade dos grupos, contribuindo para o entendimento de práticas organizacionais influenciadas por valores multiculturais.

Palavras-chave: Cultura japonesa, organização, *Nikkei*, compra, venda.

I. Introdução

Este trabalho tem como foco o estudo de dois grupos distintos: o Grupo Compra e Venda *Nikkei*, caracterizado pela forte presença de valores culturais japoneses, e o Grupo Compra e Venda Taipas, cuja dinâmica organizacional é mais alinhada a práticas ocidentais. A pesquisa busca explorar como essas diferenças culturais influenciam as práticas e a gestão de ambos os grupos, contribuindo para o entendimento da cultura organizacional em contextos multiculturais.

Com base em uma abordagem qualitativa, este estudo emprega entrevistas, análise documental e observações para compreender as dinâmicas organizacionais desses grupos. Os resultados são analisados à luz de teorias como a Teoria Z de Ouchi e o conceito de *keiretsu*, mostrando como os valores culturais moldam comportamentos organizacionais e promovem coesão social.

II. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é analisar a influência da cultura organizacional japonesa nos grupos Compra e Venda *Nikkei* e Taipas, destacando como os valores culturais *Nikkei* moldam as práticas, a gestão e a dinâmica desses grupos. Especificamente, busca-se compreender de que forma valores como confiança, lealdade e solidariedade impactam o funcionamento do grupo *Nikkei*, em contraste com a dinâmica mais individualista do grupo Taipas. O estudo também visa identificar as diferenças entre os dois grupos, explorando a aplicação de conceitos teóricos, como a Teoria Z de Ouchi e o *keiretsu*, e avaliar o impacto dessas práticas na coesão social e no desempenho organizacional.

III. Metodologia

Este trabalho adota uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva para investigar como a cultura organizacional japonesa influencia os grupos Compra e Venda *Nikkei* e Taipas. A pesquisa foi conduzida por meio de entrevistas com Marcos Seiki Teruya, criador dos grupos, complementadas por análise documental e observações diretas das dinâmicas organizacionais.

As entrevistas ofereceram insights valiosos sobre as práticas e os valores que sustentam os grupos, enquanto a análise de documentos e observações permitiu compreender as interações e os padrões de comportamento entre os membros. Este estudo também se baseou em conceitos teóricos, como a Teoria Z de Ouchi, o modelo *keiretsu* e a pesquisa de Fujita (2013), que destacou a influência da cultura japonesa na organização brasileira, enfatizando valores como confiança e solidariedade.

IV. Resultados

A análise dos grupos Compra e Venda *Nikkei* e Taipas revelou diferenças significativas em suas dinâmicas organizacionais, moldadas por valores culturais distintos. No grupo *Nikkei*, a forte influência da cultura japonesa é evidente, com destaque para valores como confiança, colaboração e responsabilidade coletiva. Esses valores promovem um ambiente coeso,

onde a reputação e a solidariedade entre os membros são centrais para o funcionamento do grupo.

A Tabela I: Teoria Z, adaptada e aplicada ao Grupo Compra e venda *Nikkei* e Taipas, baseada na Teoria Z de Ouchi (1981), ilustra como os grupos *Nikkei* e Taipas se diferenciam em aspectos como estilo de gestão, mecanismos de controle e foco nas relações organizacionais. Esses elementos evidenciam como os valores japoneses, presentes no grupo *Nikkei*, contrastam com a abordagem mais transacional e individualista do grupo Taipas.

Tabela I. Teoria Z, adaptada e aplicada ao Grupo Compra e venda *Nikke*i e Taipas

Aspecto	**Grupo Compra e Venda *Nikkei***	**Grupo Compra e Venda Taipas**
Emprego Vitalício	Participantes permanecem no grupo mesmo sem atividade.	Baixa rotatividade
Mecanismos de Controle	Implícitos: Seleção baseada em indicações confiáveis.	Explícitos: Regras estabelecidas e monitoramento.
Tomada de Decisão	Coletiva: Consultas entre administradores.	Mais individualista e orientado para resultados.
Responsabilidade	Coletiva: Administradores compartilham responsabilidades.	Voltadas para transações comerciais pontuais.

A Tabela II: Subescalas e Itens Aplicados ao Grupo Compra e Venda *Nikkei*, adaptada do trabalho de Tang (2000), destaca elementos como Orientação Familiar/Lealdade, Comunicação Aberta, Abordagem de Equipe e Conhecimento dos Gestores, que refletem a aplicação prática de princípios organizacionais japoneses no contexto do grupo *Nikkei*.

Tabela II. Subescalas e Itens Aplicados ao Grupo Compra e Venda *Nikkei*

Aspecto	**Descrição no Grupo *Nikkei***
Orientação Familiar/Lealdade	Marcos e os outros membros enfatizam a confiança e a coesão, criando uma "rede familiar". Exemplo: confiança entre os membros permite transações sem garantias.
Comunicação Aberta	Os administradores e membros mantêm um alto nível de comunicação, resolvendo problemas de forma colaborativa e transparente.
Abordagem de Equipe	As decisões finais são tomadas por Marcos, mas sempre após consulta aos administradores, em um modelo de respeito e colaboração.
Conhecimento dos Gestores	Marcos demonstra profundo conhecimento sobre o processo de compra e venda, compartilhando aprendizados com outros administradores para melhorias contínuas.

V. Considerações finais

Os resultados demonstram que o grupo *Nikkei* opera com base em valores de confiança e solidariedade, promovendo um ambiente organizacional que prioriza a coesão comunitária. Em contraste, o grupo Taipas apresenta uma dinâmica mais flexível e transacional, com menor ênfase em relações duradouras. Essas diferenças refletem a influência direta dos valores culturais nas práticas organizacionais de cada grupo.

VI. Referências

[1] BARTRAM, T.; AKTOUF, O.; CHEN, Z.; SHIMADA, H. *A Comparison of Contemporary Human Resource Management and Employment Relations Practices of Japanese and US Multinational Corporation Subsidiaries: Strategic Shifts or Stasis? Asia Pacific Journal of Human Resources*, v. 57, n. 1, p. 83-101, 2019

[2] FUJITA, T. Influência da cultura japonesa na organização brasileira. Trabalho Disciplina Teoria das Organizações – Fundação Getúlio Vargas, 2013

[3] HOFSTEDE, G. *Culture's Consequences: International Differences in Work-Related Values. Beverly Hills CA: Sage Publications*, 1984.

[4] IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Resistência & integração: 100 anos de imigração japonesa no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

[5] IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Resistência & integração: 100 anos de imigração japonesa no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

[6] MCGUIRE, J.; DOW, S. *Japanese keiretsu: Past, present, future. Asia Pacific Journal of Management*, v. 26, p. 333-351, 2009.

[7] MORI, K. História da imigração japonesa no Brasil: uma viagem de sonhos e desafios. São Paulo: Edição do Autor, 2003.

[8] OUCHI, W. G. Theory Z: *How American Business Can Meet the Japanese Challenge. Reading, MA: Addison-Wesley*, 1981.

[9] SCHEIN, E. H. *Organizational Culture and Leadership. 3rd ed. San Francisco: Jossey-Bass*, 2004.

[10] SUZUKI, T. A imigração japonesa no Brasil. Revista do Instituto de Estudos Brasileiros, n. 39, p. 57-65, 1995.

[11] TOJI, S. Silenciamentos e memórias nikkeis no Vale do Ribeira. São Paulo: Fundação Japão, 2023.

Desiguldade e Ascensão Profissional: O Desafio da Pessoa Preta na Sociedade Contemporânea

Mateus Felipe Santos Lourenço
Administração - campus São Paulo
mateus-lourenco@hotmail.com

Orientador: Eryka Eugênia Fernandes Augusto
Departamento de Administração, Centro Universitário FEI
eryka.augusto@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho investiga os fatores que dificultam a ascensão profissional de pessoas pretas no mercado de trabalho brasileiro. O objetivo é analisar os obstáculos e propor estratégias de inclusão. Para tanto, a pesquisa sua abordagem qualitativa de cunho descritivo. Os dados foram coletados por meio de entrevistas estruturadas com 12 indivíduos pretos de diferentes classes sociais e contextos profissionais. A pesquisa reforça a necessidade urgente de ações afirmativas e de transformações estruturais para combater o racismo sistêmico e garantir a igualdade de oportunidades no mercado de trabalho para pessoas pretas no Brasil, em especial para mulheres, que sofrem duplamente com o racismo e o preconceito de gênero.

Palavras-chave: desigualdade, ascensão profissional, racismo

I. Introdução

Entre os fatores que dificultam a ascensão profissional de pessoas pretas no mercado de trabalho brasileiro, destacam-se o legado histórico da escravidão e seus impactos duradouros na estrutura social [1]. A disparidade entre brancos e negros em termos de desemprego e renda, reforça a importância do tema.

O contexto contemporâneo de luta contra a discriminação racial e a busca por ascensão profissional pela população preta é marcado pela marginalização histórica a qual é perpetuada por estruturas sociais, políticas e econômicas [2]. No caso das mulheres negras, as barreiras à progressão na carreira de profissionais de pessoas pretas são agravada pela interseccionalidade entre raça e gênero

A pergunta que norteia este estudo é: "Quais são os fatores que dificultam a ascensão das pessoas pretas no mercado de trabalho?". O objetivo geral da pesquisa é analisar os principais obstáculos que impedem a progressão na carreira dos profissionais negros. Para isso, os seguintes objetivos foram definidos: Investigar as motivações subjacentes ao comportamento racista: Explorar as origens históricas e sociais que sustentam o racismo e o preconceito racial no mercado de trabalho; Analisar o racismo estrutural: Examinar de que forma esse sistema discriminatório se manifesta no cotidiano empresarial, contribuindo para a marginalização contínua da população negra; Evidenciar as implicações da disparidade racial: Investigar os efeitos negativos da desigualdade racial na trajetória profissional dos trabalhadores negros, abordando os impactos no desenvolvimento individual e no contexto social mais amplo; Examinar as medidas adotadas para enfrentar o racismo estrutural: Analisar a eficácia de políticas públicas e ações privadas direcionadas à promoção da equidade racial no ambiente de trabalho.

II. Origens históricas e sociais do racismo no mercado de trabalho

A escolha entre os termos "negro" e "preto" vai além de uma questão meramente linguística e reflete a inter-relação entre identidade racial, história e contexto social. Enquanto "negro" carrega uma carga histórica e política conectada à luta por reconhecimento e igualdade, o termo "preto" é visto como mais neutro e descritivo, conforme argumenta [1]. Por outro lado, apesar dos avanços nas últimas décadas, a desigualdade racial no mercado de trabalho brasileiro permanece enraizada, com legados históricos do escravismo contribuindo para a marginalização da população negra, que ainda enfrenta desafios como viés inconsciente e falta de representatividade. Para mitigar essas desigualdades, [3] defende a implementação de políticas públicas afirmativas, educação voltada para a igualdade racial e ações de diversidade nas empresas.

O racismo institucionalizado no mercado de trabalho brasileiro limita as oportunidades de ascensão profissional para indivíduos negros [4]. A falta de representatividade em posições de liderança perpetua estereótipos negativos e restringe o acesso a redes de contatos e informações sobre carreira. A sub-representação feminina, com apenas 20% das lideranças ocupadas por mulheres negras, agrava o problema. Para combater essas desigualdades, é fundamental implementar políticas de diversidade, programas de

mentoria e ações afirmativas, visando criar um ambiente de trabalho mais justo e equitativo.

III. Metodologia

Este trabalho adotou uma pesquisa descritiva, conforme [5], observando características e comportamentos de uma população sem interferir nas variáveis estudadas. A abordagem qualitativa foi escolhida, utilizando entrevistas estruturadas como principal ferramenta de coleta de dados, o que permite entender as complexidades das vivências humanas [6]. As entrevistas seguiram um roteiro fixo, facilitando a comparação das informações, mas também permitindo aprofundar respostas com questionamentos adicionais [5]. A coleta dos dados seguiu boas práticas, incluindo gravações e armazenamento seguro, culminando na codificação dos dados e análise de conteúdo. A amostragem consistiu em doze indivíduos negros de diversas origens sociais e de ambos os gêneros, o que possibilitou a análise das experiências relacionadas à desigualdade racial no mercado de trabalho em São Paulo.

IV. Resultados

A pesquisa contou com a participação de indivíduos negros de diferentes classes sociais, revelando que os participantes das classes média e alta não enfrentaram as mesmas adversidades que os de baixa renda, os quais relataram cerca de 90% das dificuldades que encontraram no dia a dia e no acesso a oportunidades. A discriminação, tanto direta quanto indireta, é um fator-chave que limita o acesso à educação de qualidade e, por consequência, restringe as habilidades necessárias para cargos mais qualificados. Um dos depoimentos destacou que um desafio constante é a necessidade de provar capacidade em um ambiente que frequentemente questiona a presença de pessoas negras em determinadas vagas.

Após conquistar oportunidades no mercado, muitos negros ainda carecem de representatividade em cargos de liderança, encontrando referências limitadas a funções subalternas. A luta diária contra essa realidade ressalta a importância do fortalecimento de organizações que promovam a igualdade racial e inclusão no mercado de trabalho. Mesmo com uma amostra limitada, a pesquisa reflete as desigualdades raciais no Brasil, como a falta de oportunidades e o racismo velado. Os conselhos de participantes mais experientes, como a importância da persistência e a necessidade de estabelecer metas, destacam que, com esforço contínuo, é possível construir uma carreira de sucesso e lutar por um futuro mais justo e equitativo.

V. Conclusões

Os resultados desta pesquisa destacam as profundas desigualdades raciais no mercado de trabalho brasileiro, com o racismo estrutural marginalizando a população negra e restringindo seu acesso a oportunidades de ascensão social e profissional. A análise mostra que a escolha entre os termos "negro" e "preto" reflete um contexto mais amplo, onde questões de identidade racial estão interligadas a barreiras educacionais, econômicas e institucionais. A sub-representação de negros em cargos de liderança e a persistência de estereótipos revelam um sistema que favorece a população branca, fazendo com que, mesmo com qualificações equivalentes, trabalhadores negros continuem enfrentando discriminação na contratação e na progressão de carreira.

É evidente que a ascensão de indivíduos negros não pode ser alcançada apenas por meio do sucesso individual, mas requer uma transformação coletiva que envolva políticas públicas de igualdade racial e ações afirmativas nas empresas. Para futuros estudos, recomenda-se investigar a eficácia de políticas de diversidade e inclusão em diferentes setores, bem como a implementação de programas de mentoria que apoiem a população negra. Além disso, limitações deste estudo incluem a amostragem restrita e a necessidade de abordar as experiências de outros grupos raciais e étnicos para uma compreensão mais abrangente das desigualdades laborais. Compartilhar essas experiência pode inspirar discussões que contribuam para um ambiente de trabalho mais justo e equitativo.

VI. Referências

[1] Gomes, L. História do Brasil – 2: A escravidão. 2. ed. São Paulo: Editora Record, 2021.

[2] Ribeiro, D. Quem tem medo do feminismo negro? São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

Gomes, 2021)D. S. Azevedo et. al., IEEE Journal of Solid-State Circuits, 42 (2003) 1234-1239

[3] Hall, S. A identidade cultural na pós-modernidade. Tradução de Sérgio Telles. Rio de Janeiro: DP&A, 1997

[4] Almeida, S. Racismo estrutural. São Paulo: Editora Pólen, 2018. p. 103

[5] Vergara, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa: fundamentos e prática. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

[6] Silverman, D. Doing Qualitative Research: A Practical Handbook. 4. ed. Londres: Sage Publications, 2013

Branding Social e o Comportamento do Consumidor

Bruna Bezerra de Oliveira, Natália Harumi Mikami
Administração - campus São Paulo
bru02boliveira@outlook.com, nana-harumi@hotmail.com

Orientador: Prof. Dr. Aimãn Ibrahim Mourad
Departamento de Administração, Centro Universitário FEI
aimourad@fei.edu.br

Resumo: Este estudo investigou a relação dos consumidores com a marca Renner e seu envolvimento em causas sociais. Com base no artigo "Identification in Cause-Related Marketing: A Consumer Perspective" (2010), foi realizada uma pesquisa quantitativa, com um questionário online aplicado a consumidores da Renner. A marca foi escolhida por seu reconhecimento em práticas sustentáveis. A análise dos dados, usando Modelagem de Equações Estruturais (MEE), mostrou que, apesar da valorização da responsabilidade social, ela não impacta significativamente a atratividade da marca. O principal fator influente é a competência da empresa em oferecer produtos de qualidade. A atratividade da marca afeta diretamente a identificação do consumidor e sua intenção de compra, enquanto a responsabilidade social, embora emocionalmente relevante, não é decisiva para a decisão de compra.

Palavras-chave: Branding Social; Comportamento do Consumidor; Marketing de Causas, Modelagem de Equações Estruturais.

I. Introdução

O branding social tem se tornado cada vez mais relevante, com consumidores buscando marcas alinhadas a seus valores. A Responsabilidade Social Corporativa (RSC) influencia a percepção da marca e cria conexões emocionais, impactando a intenção de compra. Compreender essa relação ajuda empresas a desenvolver estratégias eficazes e gerar impacto social positivo.

O objetivo geral deste trabalho é investigar como a Responsabilidade Social Corporativa influência na atratividade da marca e na identificação do consumidor, bem como, em sua intenção de compra. Para atingir esse objetivo, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: (1) Examinar a relação entre as iniciativas de RSC e a percepção da marca pelos consumidores; (2) Analisar o impacto da identificação do consumidor com a marca nas decisões de compra; (3) Avaliar como o envolvimento em causas sociais potencializa a intenção de compra.

II. Branding Social e sua Influência na Percepção e Motivação do Consumidor

O branding social fortalece a imagem das marcas ao associá-las a causas relevantes, criando conexões autênticas com os consumidores [1]. No ambiente digital, essa estratégia amplia o alcance das ações e intensifica o engajamento [2]. No entanto, a autenticidade é essencial para evitar o social *washing*, pois consumidores exigem coerência entre discurso e prática. Esse fenômeno é especialmente forte entre as gerações mais jovens, que valorizam empresas alinhadas a causas sociais e ambientais [3].

Marcas que incorporam valores genuínos constroem vínculos emocionais mais fortes, aumentando lealdade e promoção orgânica [4]. A comunicação digital potencializa esse efeito, mas campanhas oportunistas podem gerar desconfiança [5]. Para um branding social eficaz, as ações devem estar alinhadas aos valores da empresa e ser comunicadas com transparência.

O modelo proposto investiga como as associações de responsabilidade social corporativa (SRSC) e as associações de capacidade corporativa (ACC) influenciam a atratividade da marca (AM), a identificação consumidor-empresa (ICE) e, consequentemente, a intenção de compra (INT).

III. Método

A pesquisa utilizou um questionário online quantitativo baseado na escala Likert, distribuído via Instagram e WhatsApp para consumidores da marca Renner no último ano, garantindo relevância na análise. A escolha da Renner se deve ao seu destaque global em ESG. A abordagem explicativa buscou identificar relações de causa e efeito entre variáveis, analisadas por meio do software GSCA Pro, adequado para modelagem de equações estruturais. O questionário foi dividido em perguntas demográficas e mensuráveis, permitindo uma avaliação detalhada da percepção do consumidor.

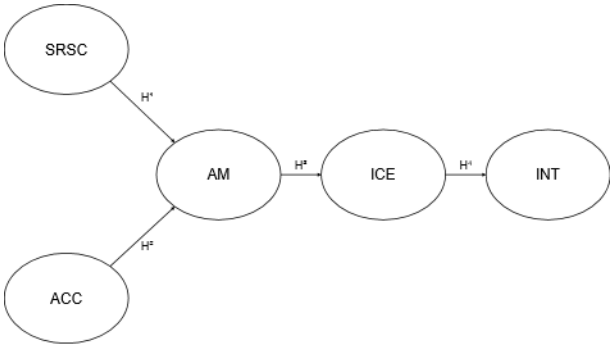


Figura 1. Modelo e Hipóteses.

As hipóteses formuladas são: H¹) SRSC impacta positivamente a AM; H²) ACC impacta positivamente a AM; H³) AM impacta positivamente a ICE; e H⁴) ICE impacta positivamente a INT. Esses relacionamentos buscam demonstrar a importância da atratividade da marca e da identificação para impulsionar a intenção de compra dos consumidores.

Para testar essas hipóteses, foi utilizada a técnica de Modelagem de Equações Estruturais, um método estatístico usado para analisar relações entre variáveis latentes e observáveis [6].

IV. Análise e Discussão

A análise dos dados coletados revelou que a maioria dos respondentes da pesquisa é do gênero feminino (82,3%) e tem entre 18 e 25 anos (40,3%). A pesquisa foi divulgada principalmente via redes sociais, permitindo a obtenção de 82 respostas, das quais 62 foram consideradas válidas para o estudo. A análise demográfica também mostrou que a maior parte dos participantes possui renda média domiciliar acima de R$ 8.695,89. Esse perfil sugere um público jovem e economicamente ativo, possibilitando uma compreensão mais direcionada do comportamento analisado na pesquisa.

A Modelagem de Equações Estruturais (MEE) foi utilizada para avaliar a confiabilidade e validade dos construtos estudados. Os resultados indicam que a maioria das cargas fatoriais supera o limite de 0,7, garantindo a consistência do modelo. No entanto, um dos indicadores (ITN2) apresentou um valor inferior ao recomendado, o que pode comprometer sua validade. A análise de validade discriminante demonstrou que todas as variáveis atendem aos critérios estabelecidos, indicando que os construtos são distintos entre si. Além disso, a validade convergente foi verificada por meio da AVE, reforçando a robustez do modelo adotado no estudo.

Os resultados da pesquisa mostraram que a capacidade corporativa é um fator determinante para a atratividade da marca, enquanto a responsabilidade social corporativa não teve impacto significativo. Além disso, a atratividade da marca influencia fortemente a identificação do consumidor com a empresa, que, por sua vez, aumenta a intenção de compra. A análise estatística confirmou a validade da maioria das hipóteses, apesar de algumas limitações na confiabilidade das variáveis ARSC e INT. Os achados indicam que, embora a responsabilidade social seja um tema relevante, ela não se traduz diretamente em maior atratividade da marca ou intenção de compra.

V. Conclusões

A pesquisa concluiu que a responsabilidade social corporativa não tem influência significativa na decisão de compra dos consumidores no setor de vestuário, enquanto a capacidade corporativa se mostrou um fator determinante para a atratividade da marca. Os resultados indicam que os consumidores valorizam marcas que entregam qualidade e cumprem suas responsabilidades básicas, mas nem sempre associam práticas sustentáveis a um diferencial competitivo. Além disso, a identificação do consumidor com a marca se mostrou um fator chave na intenção de compra, fortalecendo o vínculo emocional e incentivando compras futuras.

O estudo contribui teoricamente ao adaptar um modelo pré-existente ao contexto brasileiro e oferece insights valiosos para empresas que buscam alinhar suas estratégias de sustentabilidade às expectativas do público. Contudo, limitações como o tempo reduzido para a pesquisa e a amostra pouco diversa impactaram a generalização dos resultados. Sugere-se que pesquisas futuras investiguem o impacto da sustentabilidade em diferentes segmentos, como o setor de beleza e estética, e analisem variações na percepção dos consumidores considerando identidade de gênero, para aprofundar o entendimento sobre consumo consciente e responsabilidade social corporativa.

VI. Referências

[1] L. M. Ferreira, "Marketing de Conteúdo em ambiente digital: uma estratégia de Branding na perspectiva evolutiva do Marketing," e-Com, vol. 9, no. 1, pp. 63-79, 2016.

[2] F. C. S. Gomes, "Digital branding: nova estratégia para construção de marcas," 2017.

[3] S. D. Silva et al., "A influência da marca no processo de decisão de compra do consumidor," Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, vol. 10, no. 1, pp. 1040-1058, 2024.

[4] A. C. Braga, M. R. Milhim e M. R. Carvalho, "Employer branding: o impacto das estratégias e caracterizações no ambiente empresarial," Revista Científica Unilago, vol. 1, no. 1, 2021.

[5] A. D. C. Veiga, "Quando a autenticidade da marca falha: Impactos na percepção do consumidor sobre a responsabilidade social," Dissertação de Mestrado, 2017.

[6] J. F. Hair et al., A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM), 2ª ed., Thousand Oaks: Sage Publications, 2019.

Estratégia de Inovação Generativa: Como IA Generativa Impacta Competitivamente as Empresas?

Felipe Rodrigues Alves Rottgering
Administração - campus São Paulo
frodrigues.rott@gmail.com

Orientador: Roberto Bernardes
Departamento de Administração, Centro Universitário FEI
bernardes@fei.edu.br

Resumo: A inteligência artificial generativa (IA generativa) tem um papel estratégico na inovação e competitividade das empresas. O estudo, baseado em revisão bibliográfica, analisou seu impacto na criação de novos produtos, otimização de processos e experiência do cliente. Os resultados mostram que, apesar dos benefícios como personalização e inovação ágil, a IA generativa enfrenta desafios como resistência à mudança e questões éticas. Para uma implementação eficaz, grandes empresas devem investir em tecnologia, promover adaptação cultural e adotar práticas éticas que maximizem os benefícios e minimizem os riscos.

Palavras-chave: competitividade, inovação, IA generativa, estratégias, sustentabilidade.

I. Introdução

A inovação é essencial para a competitividade das grandes empresas, permitindo antecipar tendências e atender às demandas do mercado. No entanto, estruturas rígidas e resistência à mudança dificultam a adoção de estratégias inovadoras. Nesse contexto, a inteligência artificial generativa surge como uma ferramenta poderosa para impulsionar a inovação, gerando novas ideias, otimizando processos e aumentando a eficiência. Empresas como Google, Amazon, Microsoft e IBM já exploram essa tecnologia para desenvolver produtos inovadores e automatizar operações.

Apesar dos benefícios, como personalização em massa e redução de custos, desafios como privacidade de dados, viés algorítmico e impacto socias e jurídicos devem ser considerados. Para uma adoção responsável, as empresas precisam equilibrar inovação com ética e regulamentação. O futuro da IA generativa é promissor, mas exige um compromisso com a implementação sustentável e o desenvolvimento contínuo de tecnologias avançadas.

II. Metodologia

O estudo foi conduzido analisando cinco principais artigos científicos portadores de tendências, escolhidos de acordo com sua relevância ao tema, auxiliando o objetivo do presente artigo em compreender como a IA Generativa auxilia grandes empresas a se manterem competitivas dada a relevância do tema no setor de tecnologia e constantes inovações da área.

Dos artigos selecionados para análise, três são de autores do exterior do Brasil, os quais fizeram uma análise mais detalhada da tipologia de inteligência artificial e sua ligação com a inovação, os quais possuem pesquisas realizadas em bases externas e mais próximas de polos de tecnologia com mais investimento e desenvolvimento na área.

III. Revisão

A revisão trouxe análise dos 5 artigos escolhidos, 3 internacionais que estudam tipologia de IA na Inovação e 2 brasileiros que estudam características legais da regulamentação da IA e impactos dos direitos autorais em produtos/serviços.

Foram estudados antecedentes que favorecem a implementação da IA nos processos de inovação, as consequências dessa implementação, tanto positivo quanto negativos. Também foi identificado os setores que mais buscam pesquisa e desenvolvimento para com IA, que são respectivamente Marketing, Estratégia, Gestão de Recursos Humanos, Empreendedorismo e Financeiro.

Tendo em vista os setores mais relacionados com a Inovação da IA, foi realizado uma análise dos impactos da sua implementação e como a relação humano e máquina pode ser desafiadora e benéfica.

No âmbito legal, foi estudo casos de regulamentação existentes no panorama internacional afim de levantar hipóteses para regulamentação no Brasil, já que foi observado que ainda não há consenso de regulamentação.

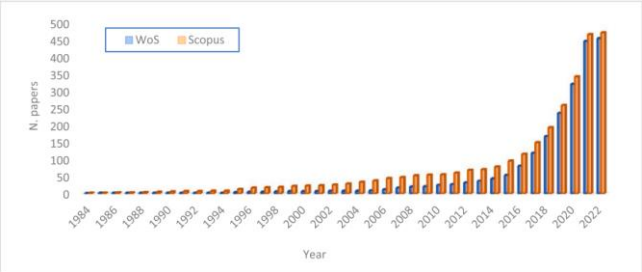


Gráfico 1 - Distribuição acumulada do tempo dos estudos de tendência em pesquisa sobre Inovação e Inteligência Artificial. (Mariani, et al 2023, p.3)

Quadro 1 - Documentos utilizados para o estudo do presente artigo.

Artigos Escolhidos	Autores	Tópicos Principais
Tipos de inovação e inteligência artificial: Uma revisão sistemática quantitativa da literatura e agenda de pesquisa	Mariani; Machado; Nambisan	- Antecedentes da adoção de IA - Consequências da Adoção - Principais áreas a adotarem
Inteligência artificial e gestão da inovação: Uma revisão, framework e agenda de pesquisa	Haefner, Naomi; Wincent, Joakim; Parida, Vinit; Gassmann, Oliver	- Substituição da mão de obra humana - Motivações para adoção de IA - Como a IA de fato pode operar no processo de Inovação
Alcançando Novos Patamares em Tempos Incertos	Manly	- Dados de mercado referentes a Inovação e investimento em IA em 2023 - Casos de inovação e IA em grandes empresas
Regulação de sistemas Inteligência Artificial: Papel do Estado no ambiente regulatório a partir da Modernidade Periférica	Duarte	- Panorama da Regulação de IA - Como a regulação funciona no Brasil
Algoritmos que Criam: O Impacto da Inteligência Artificial nos Direitos Autorais	Lima	- IA e Direitos Autorais - Casos no Exterior - Hipóteses de Regulação no Brasil

IV. Conclusões

A inovação e a inteligência artificial (IA) são essenciais para o sucesso empresarial a longo prazo, impulsionando novos produtos, alterando modelos de negócios e aprimorando processos com análise preditiva. No cenário dinâmico atual, a rápida adoção da IA na inovação se torna fundamental para setores como tecnologia, finanças e marketing.

A IA generativa tem sido um motor de transformação organizacional, permitindo a personalização de experiências e criando vantagem competitiva em mercados saturados. No entanto, sua implementação enfrenta desafios como resistência à mudança, integração com sistemas existentes e implicações éticas, especialmente no uso de dados pessoais. O sucesso dessa adoção exige uma liderança comprometida, investimentos em tecnologia e capacitação contínua.

Empresas que utilizam IA generativa ganham eficiência operacional e aceleram a inovação, mas devem equilibrar personalização e privacidade para evitar percepções invasivas por parte dos consumidores. Além disso, a governança responsável da IA é crucial para lidar com questões como viés algorítmico e transparência nas decisões.

A sustentabilidade da IA como ferramenta de inovação depende de investimentos constantes em pesquisa e de uma cultura organizacional que favoreça experimentação e aprendizado contínuo.

A integração da IA com tecnologias emergentes, como blockchain e IoT, pode criar novas oportunidades, mas também traz desafios adicionais em segurança e gestão de dados.

Futuras pesquisas podem incluir entrevistas com profissionais para aprofundar a compreensão sobre os desafios da adoção da IA, além de estudos sobre regulação e direitos autorais no Brasil. Empresas que equilibrarem inovação, eficiência e responsabilidade terão uma vantagem competitiva sustentável no futuro.

V. Referências

[1] Duarte, "Regulação de sistemas de inteligência artificial: papel do Estado no ambiente regulatório a partir da modernidade periférica", 2024.

[2] Haefner, J. Wincent, V. Parida, O. Gassmann, "Artificial intelligence and innovation management: A review, framework, and research agenda", Technological Forecasting and Social Change, v. 162, p. 120392, 2021.

[3] Lima, "Algoritmos que criam: o impacto da inteligência artificial nos direitos autorais".

[4] Manly et al., "Reaching New Heights in Uncertain Times: Most Innovative Companies 2023", Boston Consulting Group, 2023.

[5] Mariani, I. Machado, S. Nambisan, "Types of innovation and artificial intelligence: A systematic quantitative literature review and research agenda", Journal of Business Research, v. 155, p. 113364, 2023.

VI. Agradecimentos

Hoje, ao olhar para trás e refletir sobre essa jornada de quatro anos (2021-2024), sinto uma imensa gratidão por tudo o que vivi e aprendi ao lado do corpo decente da FEI. Foram anos de muito crescimento, desafios superados e descobertas que moldaram não apenas minha trajetória acadêmica e profissional, mas também minha forma de enxergar o mundo.

A cada professor que compartilhou seu conhecimento com dedicação, a cada colaborador que esteve presente nos bastidores garantindo que tudo funcionasse da melhor forma, meu mais sincero **obrigado**. Vocês foram essenciais no meu desenvolvimento, não apenas como estudante, mas como profissional e, acima de tudo, como pessoa.

Além do aprendizado, levo comigo o carinho, o apoio e as amizades que construí ao longo desse período. Em cada desafio, encontrei incentivo; em cada dúvida, encontrei orientação; e em cada conquista, tive pessoas incríveis ao meu lado para compartilhar.

Foi uma honra ter feito parte dessa comunidade e ter tido a oportunidade de crescer com vocês. Levo comigo as lembranças, os ensinamentos e a certeza de que todo esse conhecimento e apoio farão parte do meu caminho daqui para frente.

Blockchain e o Non-Fungible Token (NFT) como Impulsionadores na Venda de Créditos de Carbono

Samuel Barros dos Santos
Administração - campus São Paulo
samuelbsantos203@outlook.com

Orientadora: Eryka Eugênia Fernandes Augusto
Departamento de Administração, Centro Universitário FEI
eryka.augusto@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho busca compreender as principais carências do mercado de créditos de carbono e como a tecnologia Blockchain e NFT podem contribuir para um impulsionamento na venda de ativos neste mercado. O objetivo desta pesquisa é analisar como o Blockchain e NFT podem trazer mais transparência para o mercado de ativos ambientais e entender a real utilização dessas tecnologias atualmente neste mercado. Para isso, a pesquisa apresenta um caráter qualitativo, exploratório e de cunho descritivo, onde os dados foram coletados por meio de uma pesquisa semiestruturada com 5 indivíduos que atuam de forma direta ou indireta neste mercado. A pesquisa reforça a necessidade da inclusão dessas tecnologias no processo de formação dos créditos de carbono, devido ao seu caráter fundamental que é trazer uma maior confiabilidade ao processo pela segurança e transparência que a tecnologia proporciona.

Palavras-chave: Blockchain, NFT, transparência, segurança, confiabilidade e créditos de carbono.

I. Introdução

"O mundo não pode parar", foi com esta frase que António Guterres, Secretário Geral da ONU – Organização das Nações Unidas se pronunciou em um vídeo alertando a sociedade sobre os perigos da mudança climática e as consequências que esperam a humanidade se não enfrentarem agora [1]. Embora estes eventos sejam naturais por meio de variações do ciclo solar, desde 1800, as atividades humanas têm se caracterizado como o principal catalisador para o aumento das mudanças climáticas devido a liberação de Gases do Efeito Estufa [2]. A pergunta que embasa este estudo é:" Como o Blockchain e NFT pode impulsionar a venda de ativos sustentáveis no mercado de carbono? O objetivo geral desta pesquisa é analisar se as novas tecnologias de Blockchain e NFT podem trazer mais transparência para as transações de ativos sustentáveis no mercado de carbono. Para tanto, os objetivos específicos que norteiam essa pergunta são: Descrever os conceitos e funcionamentos dos Crédito de Carbono, mercado regulado e voluntário e seus tipos; Apresentar as características, oportunidades e barreiras nas vendas de créditos de carbono; Listar leis sobre ativos ambientais e projetos que façam seu uso no mercado; Verificar como o Blockchain e NFT estão sendo usados atualmente na venda de ativos sustentáveis; Descrever os conceitos e forma de funcionamento do Blockchain e NFT.

II. Origem histórica do mercado de crédito de carbono

Com o fim de mitigar os efeitos climáticos, em 1997, em Quioto, no Japão foi realizado uma conferência que ficou conhecida posteriormente como Protocolo de Quioto. O Protocolo tinha como objetivo que os países desenvolvidos(países que integrassem o anexo B do Protocolo) assumissem a vanguarda para mitigar os gases do efeito estufa por meio de mecanismos criados (Mecanismo do Desenvolvimento Limpo, Implementação Conjunta e Comércio Internacional de Emissões) que permitisse que esses países comercializassem entre si o excedente de suas capacidades de emissão a nações que extrapolassem sua meta limite para cumprir suas metas, caracterizando-se assim no surgimento do mercado de carbono[3]. Porém, devido a diversas discordâncias, o Protocolo foi ratificado apenas em 2005 e teve muitas críticas devido à falta de transparência e custos altos. Em 2015, O Acordo de Paris sucedeu o Protocolo de Quioto, onde ele ficou marcado pela sua característica de flexibilizar os processos e dar uma maior autonomia para que todos os países, sem exceção pudessem contribuir para a mitigação dos gases do efeito estufa. Porém, a fim de superar essa fragilidade pela falta de transparência, segurança e custos elevados no mercado de créditos de carbono, a tecnologia Blockchain e NFT apresenta diversos benefícios por possuir características como: ser

imutável, transparente em todo o processo e criptografar as informações ali contidas [4].

III. Metodologia

Este trabalho adotou uma pesquisa qualitativa [5], pois objetiva-se entender a motivação dos atores e seus principais desafios no mercado de carbono e adoção de tecnologias que tragam transparência. A pesquisa também possui um caráter exploratório, já que se trata de uma área com pouco conhecimento acumulado [6], além de também ser caracterizada como descritiva pois, possui a premissa básica de descrever as populações e fenômenos analisados [7].

A coleta de dados foi realizada utilizando os seguintes métodos: Pesquisa bibliográfica, busca de informações em materiais já desenvolvidos [7] e entrevistas em profundidade com um questionário semiestruturados com pesquisadores e especialistas, familiarizados com o tema proposto [6], utilizando-se da metodologia snowball para aumentar o tamanho da amostra [8]. O tratamento de dados foi realizado de forma qualitativa (codificar, estruturar e analisar) [7], além de ter sido utilizado categorias de análise como base para todo o conteúdo pesquisado e coletado [7].

IV. Resultados

A pesquisa contou com a presença de 5 players, sendo 1 pesquisadora e 4 indivíduos de diferentes segmentos que atuam de forma indireta ou direta com o mercado de crédito de carbono e as tecnologias analisadas.

O resultado colhido apontou que dentre as categorias analisadas, existem algumas divergências em alguns pontos fundamentais, como a característica dos créditos de carbono entre os indivíduos e os autores, o fator motivacional que leva a concepção e compra desses créditos de carbono, as barreiras que impedem o alavancamento desse mercado e dentre outros pontos abordados dentro dessas análises. Porém, em sua maioria, todos apontam que a tecnologia Blockchain e NFT podem sim contribuir com o avanço deste mercado, pelas características que o rodeiam desde sua formação em 2008 por Nakamoto (pseudônimo) do indivíduo que introduziu a tecnologia como livro razão-imutável. Entretanto, um dos entrevistados apontam que a presença da tecnologia neste mercado não contribui e na verdade acredita que ela tenha o efeito contrário proposto.

V. Conclusões

O resultado deste estudo destaca que tanto a tecnologia Blockchain como a NFT têm sim o que contribuir para alavancar este mercado, pois elas possuem um potencial significativo para alavancar de forma definitiva este mercado, além da capacidade de solucionar o principal entrave hoje que é a falta de transparência e segurança desde sua origem até o aposentamento destes créditos de carbono.

Entretanto, além de integrar esta tecnologia, é necessário que se tenha um consenso nacional e mundial sobre a real definição dos créditos de carbono e para que eles servem para que assim gere-se um ciclo completo de segurança aos stakeholders, pois assim ao realizar investimentos nesse mercado, eles estarão cientes com o tipo de investimento que está sendo feito hoje e quais seus pontos fortes e fracos, diferente do cenário atual. Sugere-se o aprofundamento do uso de Blockchain no mercado de carbono em outras regiões. A principal limitação desta pesquisa é o número limitado de entrevistados, dado que o mercado ainda é pequeno e conta com poucas iniciativas e especialistas no tema.

VI. Referências

[1] NEWS, ONU. Chefe da ONU pede “fim da loucura” das mudanças climáticas. 30 - 10 - 2023, [s. l.], 2023.Disponívelem:https://news.un.org/pt/story/2023/10/1822637. Acesso em: 14 nov. 2024.

2] BRASIL, NAÇÕES. UNIDAS. O que são as mudanças climáticas?. [S. l.], 2024. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-s%C3%A3o-mudan%C3%A7as clim%C3%A1ticas. Acesso em 18 jul.2024

[3] UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE.;. What is the Kyoto Protocol? Disponível em: https://unfccc.int/kyoto_protocol | UNFCCC. Acesso em: 25 jun. 2024

[4] FRANKE, L.; SCHLETZ, M.; SALOMO, S. Designing a Blockchain Model for the Paris Agreement’s Carbon Market Mechanism. Sustainability, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 1068, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12031068 Disponível em: https://www.mdpi.com/2071 1050/12/3/1068. Acesso em: 27 out. 2024.

[5] YIN, R. K. Pesquisa Qualitativa do início ao fim. Tradução: Daniel Bueno. 1 ed. Porto Alegre: Editora Penso, 2016. E-book. ISBN 9781606237014. Acesso em: 07 jan. 2025

[6] VERGARA, S. C. Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2004. v. 494 2004. E-book. ISBN: 85-224-3658-4. Acesso em: 06. jan. 2025

[7]GIL, A. C. (2002). Como Elaborar projetos de Pesquisa. (Ed.; 4th). São Paulo. Editora Atlas S.A. 2002. E-book. ISBN 85-224-3169-8 Acesso em: 07 jan. 2025

[8]BOCKORNI, B. R. S.; GOMES, A. F. A AMOSTRAGEM EM SNOWBALL (BOLA DE NEVE) EM UMA PESQUISA QUALITATIVA NO CAMPO DA ADMINISTRAÇÃO. Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR, [s. l.], v. 22, n. 1, 2021.DOI: 10.25110/receu.v22i1.8346. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/352674040_A_AMOSTRAGEM_EM_SNOWBAL L_BOLA_DE_NEVE_EM_UMA_PESQUISA_QUALITATIVA_NO_CAMPO_DA_ADMI NISTRACAO. Acesso em: 1 nov 2024

Ciência da Computação

Criminal Processing Investigation Support System (CPISS): Sistema de Suporte a Decisões em Investigações criminais

Jean-Luc Bonnet, Lucas Carrasco, Victor Alexandre
Ciência da Computação
lucbonnet10@gmail.com, lscarrasco00@gmail.com, victor2013sbc@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Silva Rodrigues
Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
psergio@fei.edu.br

Resumo: Na área criminalista atual, os agentes investigativos enfrentam desafios complexos que diminuem a eficácia de suas soluções. Embora haja atualmente várias tecnologias de auxílio, o processo investigativo ainda depende de muitas fontes de dados, tornando as análises complexas. Assim, este projeto propõe um modelo baseado em estatística bayesiana para auxílio de agentes investigativos em soluções mais assertivas. O método obteve resultados promissores em casos complexos, com precisão equivalente a 100% em um dos casos, mostrando a eficiência do método proposto.

I. Introdução

Atualmente, uma investigação criminal consiste em diversas etapas e, embora essas etapas sejam utilizadas frequentemente, é um processo lento, que exige muito de cada investigador. Assim, com o aumento do número de casos e o aumento da sua complexidade é gerado um enorme desgaste nos investigadores, que podem não conseguir solucioná-los.

Assim, para melhorar a eficiência das investigações criminais e reduzir os desgastes dos investigadores, este projeto propõe um modelo que auxilie os agentes a acharem um caminho mais assertivo em suas investigações, que possivelmente resultará em uma melhora na quantidade de crimes resolvidos utilizando menos recursos dos investigadores.

Os resultados alcançados mostram que a metodologia proposta obteve precisão máxima equivalente a 100,00%, e precisão mínima equivalente a 59,21%, utilizando como base quatro casos de níveis de complexidade variados. Assim, os resultados obtidos mostram que a metodologia proposta possui um elevado nível de assertividade ao ranquear os suspeitos. Além disso, como o caminho escolhido é baseado no ranqueamento dos suspeitos, a chance de o sistema definir o caminho com as pessoas mais relevantes para a investigação é elevada.

Para a realização deste projeto, foram utilizados como estudo diversos trabalhos correlacionados com o tema escolhido, os principais foram:

O trabalho de Yuan; Wang. (2019) [1]; cujo objetivo é prever crimes através da análise de dados criminais em lugares específicos, para prever que tipo de crime pode ocorrer nesses lugares; o trabalho de Alves Ribeiro. (2019) [2], que mostra diversos métodos que utilizam reconhecimento de padrões em crimes que já ocorreram, para prever os crimes antes que aconteça; o trabalho de Chainey Ratcliffe. (2018) [3]; que propõe um método para indicar possíveis locais que ocorreram crimes; o trabalho de Fitzgerald Becker. (2015) [4]; o trabalho de Li, Cheung e She. (2016) [5], que utiliza um modelo de tópico relacional gaussiano para a descoberta de conexões usando imagens compartilhadas por usuários em mídias sociais; o trabalho de Zhang et al. (2024) [6], que introduz o rótulo de pré-treinamento contrastivo informado para ser utilizado no problema de Estimação da Importância do Nó.

II. Metodologia

A ideia geral da metodologia proposta nesse trabalho, como mostra a Figura 1, é composta de sete etapas principais. A primeira etapa recebe imagens compartilhadas por pessoas relacionadas ao caso que está sendo investigado em uma rede social, e encontra possíveis interesses em comum entre os indivíduos, criando uma conexão entre eles. A segunda etapa recebe manualmente pelos agentes investigativos os indivíduos e suas correlações descobertas pelos investigadores previamente e constrói um grafo contendo essas correlações e indivíduos, sendo que esse grafo é enviado para a primeira e terceira etapa. A terceira etapa, por sua vez, recebe os indivíduos da segunda etapa, realiza uma busca em bases de dados policiais para verificar fatos de cada indivíduo envolvido no caso, enviando esses fatos para a etapa quatro. Na quarta etapa, o agente investigativo valida manualmente os fatos vindos das etapas anteriores, além de incluir quantificações nesses fatos, essas quantificações são enviadas para a quinta etapa. A quinta etapa, por sua vez, recebe as

informações da etapa quatro e atualiza os fatos de cada indivíduo envolvido, assim como suas correlações, essas informações atualizadas são enviadas para a sexta etapa. A sexta etapa, por sua vez, recebe o resultado da etapa cinco e calcula a importância de cada indivíduo envolvido no caso investigado, esses indivíduos atualizados são enviados para a sétima etapa. Finalmente, a sétima etapa recebe o resultado da sexta etapa e realiza sugestões de indivíduos a serem investigados.

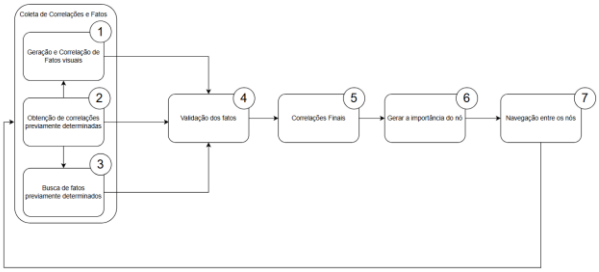


Figura 1. Fluxograma das etapas da metodologia.

III. Resultados

O sistema proposto foi testado em quatro casos diferentes com complexidades diferentes, especificados na Tabela 1. Para a realização dos testes foi definido um rank ideal para cada caso, então, esse rank foi comparado com o rank encontrado pela metodologia proposta, resultando na precisão máxima, referenciada na Tabela 1. Assim, foram realizados 3 tipos de testes em cada caso, no primeiro teste, Figura 2-A, foram adicionadas conexões fictícias aleatórias entre as unidades participantes. Da mesma forma, as conexões foram removidas no segundo teste, Figura 2-B. Por fim, no terceiro teste, Figura 2-C, foram adicionados fatos na unidade participante com o menor valor de importância. Cada teste resultou em um rank diferente, ocasionando em uma precisão diferente, referenciados na Figura 2.

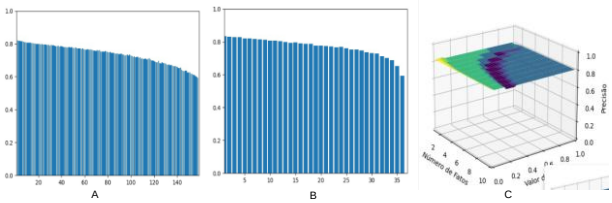


Figura 2. Resultados obtidos nos testes do primeiro caso.

Tabela I. Resultados dos testes feitos

Nome	Complexidade	Precisão máxima	Precisão mínima
Fera da Penha	Alta	82,89%	59,21%
Maníaco do Parque	Baixa	100%	100%
Pastora do Diabo	Mediana	94,39%	79,22%
Aleatório	Aleatória	100%	78,52%

IV. Conclusão

O presente projeto apresentou uma metodologia para análise dos dados de conexões e fatos relacionados a casos criminais, com o objetivo de assistir a investigações criminais.

A metodologia proposta é composta por três etapas principais responsáveis pela coleta de informações. A primeira coleta informações de redes sociais; a segunda é produzida manualmente pelos investigadores; e a terceira coleta informações de bases de dados públicas, gerando assim um ranque de pessoas que são sugeridas como sendo aquelas que devem ser sequencialmente investigadas.

Acredita-se que essa metodologia é capaz de auxiliar os investigadores, reduzindo o tempo de análise e conclusões.

O sistema proposto foi testado em quatro casos de complexidades diferentes, referenciados na Tabela 1. Considerando os casos testados, o modelo proposto aqui pode-se considerar assistivo e promissor para diversos outros casos.

V. Referências

[1] YUAN, Y.; WANG, W. Big Data Analytics in Crime Prediction: A Systematic Review. IEEEAccess, v. 7, p. 139481–139492, 2019.

[2] CHAINEY, S.; RATCLIFFE, J. Crime Hotspot Prediction Using Machine Learning.Knowledge-Based Systems, v. 163, p. 636–655, 2018.

[3] ALVES, J.; RIBEIRO, B. Using Machine Learning Algorithms for Crime Pattern Analysis andPrediction. Journal of Big Data, v. 6, n. 1, p. 1–24, 2019.

[4] FITZGERALD, M.; BECKER, J. The Role of Information Systems in Crime DataManagement and Analysis. Information Systems Journal, v. 25, n. 4, p. 329–352, 2015.

[5] LI, Xiaopeng; CHEUNG, Ming; SHE, James. Connection discovery using shared images by Gaussian relational topic model. 201.

[6] ZHANG, Tianyu et al. Label Informed Contrastive Pretraining for Node Importance Estimation on Knowledge Graphs. IEEE transactions on neural networks and learning systems, PP, 2024

Interpretação de Emoções com Machine Learning: Classificação de Sinais de EEG com o Uso de Algoritmo Random Forest

Guilherme Reis Queiroz de Souza, Gustavo Miranda de Oliveira, Luiz Henrique Silveira, João Victor da Silva Paula, Vinícius Cristiano Nagatomo de Andrade
Ciência da Computação
gulhermereisqcontato@gmail.com, gmiranda238@gmail.com, luizhsilveira@outlook.com.br, joaovictor_s.paula@hotmail.com, vinicius_nagatomo@hotmail.com

Orientador: Fagner de Assis Moura Pimentel
Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
fpimentel@fei.edu.br

Resumo: Um dos grandes desafios atuais da ciência é conseguir, apropriadamente, interceptar e interpretar de forma coesa sinais neurais que constituem os mais diversos tipos de pensamentos e estímulos, sendo um deles as emoções. Tendo isso em vista, foi realizado neste trabalho a interpretação de sinais neurológicos pré-classificados capturados através de EEG em um sistema de aprendizado de máquina, além de sua comparação entre as diferentes técnicas utilizadas como SVM e MLP. Ao utilizar o algoritmo Random Forest Classifier em dados separados em conjuntos de duas emoções tratados utilizando a transformada de Fourier, foi possível obter um índice de acerto de 88,89% na melhor classificação, com outras duplas seguindo em 80% e 77%, conferindo uma melhora no desempenho com relação a outros trabalho semelhantes.

Palavras-chave: Sinais neurais, emoções, aprendizado de máquina, Random Forest, Inteligência Artificial.

I. Introdução

O cérebro produz sinais neurais que se manifestam em diferentes frequências. Neste trabalho, foram utilizadas as ondas alfa, beta, delta e theta. Essa classificação se baseia na frequência de determinada onda, sendo elas [1]:

a) Delta - entre 0.4 e 5 Hz;
b) Theta - entre 4 e 8 Hz;
c) Alfa - entre 8 e 14 Hz;
d) Beta - entre 14 e 38 Hz;

Existe divergência entre diferentes fontes, com algumas apontando frequências como 8-12 Hz ou 8-13 Hz para ondas alfa e 12-35 ou 13-25 para ondas beta [2][3] apresentando 0.5 Hz a 1 Hz de diferença entre fontes.

Ao realizar estímulos específicos e conhecidos no cérebro, como sons ou imagens que despertem algum tipo de sensação, é possível ler o estado dessas ondas ao mesmo tempo em que o estímulo é realizado. Dessa forma, são capturados sinais que, a princípio, devem apresentar o estado fisiológico do cérebro ao ser estimulado.

O objetivo deste trabalho é analisar, identificar e classificar estes sinais neurais que caracterizem estados emocionais através de algoritmos de aprendizado de máquina, a fim de demonstrar a capacidade e desempenho em termos de precisão e acurácia deste algoritmo em relação a outros estudos.

II. Dados

No caso deste trabalho, foi utilizado o banco de dados Imagined Emotions Study [4], que contém dados captados das formas mencionadas para treinar um algoritmo de reconhecimento de padrões. O procedimento adotado pela equipe que construiu esse banco se baseia na captação dos sinais neurais ao realizar determinados estímulos utilizando faixas de áudio que estimulem determinadas emoções como raiva ou felicidade.

Ao transmitir o estímulo, foi solicitado aos participantes apertarem um botão quando estivessem sentindo a emoção apropriada para aquele estímulo.

Após a devida separação dos indivíduos no grupo de emoções que foi trabalhado aqui, o volume de dados descrito na tabela 1 foi obtido.

Tabela 1 – Quantidade de voluntários que possuem dados para cada emoção.

Emoção	Voluntários
Raiva	25
Medo	25
Felicidade	25
Tristeza	23

A base de dados foi submetida a um tratamento inicial para a normalização da nomenclatura dos eletrodos

seguindo a convenção estabelecida pelo sistema 10-20 [5]. Na figura 1, uma projeção em 3D do sistema de coordenadas dos eletrodos fornecido pela base de dados. Em vermelho, são marcados os eletrodos que mais se repetem entre os voluntários escolhidos. Deste grupo, foi identificado um conjunto posteriormente mapeado em cada um dos voluntários. Esses são os que mais se aproximam dos locais onde deveriam estar os eletrodos Fp1, Fp2, F3 e F4 da convenção internacional.

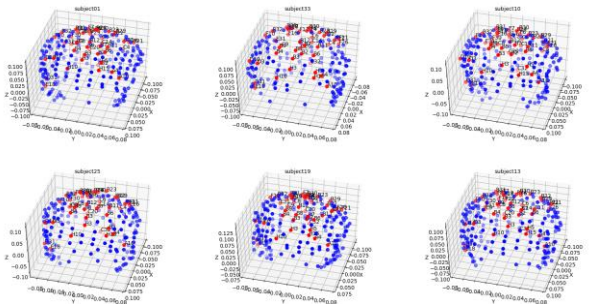


Figura 1. Projeção em 3D da posição dos eletrodos nos voluntários da base de dados.

III. Treinamento do Algoritmo

Esses dados foram convertidos para Feature utilizando uma transformada de Fourier com o propósito de extrair as frequências a partir dos dados de carga elétrica das ondas delta, beta, alfa e theta. Testes foram realizados utilizando redes MLP e CNN, com os resultados mantendo-se na faixa dos 25% a 30% de sucesso. Com isso, foi realizada a separação de 80% do total de voluntário para treinamento e 20% para teste com os classificadores organizados em duplas de emoções utilizando o método de Random Forest Classifier, com esse método sendo o de maior sucesso.

IV. Conclusões

Ao classificar seis duplas de emoções do conjunto raiva, felicidade, medo e tristeza, separados da base utilizada. Os resultados foram variados, com a dupla D1 (tristeza, medo) tendo o melhor resultado com 88,89% de precisão, seguido de D2 (raiva, medo) e D3 (felicidade, medo) com 80,00%, D4 (felicidade, tristeza) com 77,78%, D5 (raiva, felicidade) com 60,00% e D6 (raiva, tristeza) com apenas 22.22% de precisão.

Ao analisar as matrizes de confusão da figura 2 e 3, podemos dizer que certos conjuntos de emoções obtêm mais sucesso que outros devido a semelhanças nos dados de emoções diferentes durante o treinamento. Esse comportamento se repete no conjunto D6, que foi o com pior índice de precisão.

Os resultados obtidos com o algoritmo utilizando a técnica de separação das emoções em duplas conseguiu passar da marca de 70% de acerto obtido por outros estudos similares nas mesmas emoções [6], chegando a 88,9% no conjunto D1, alcançando o objetivo inicial do trabalho de construir um algoritmo capaz de classificar sinais neurais na forma de emoções.

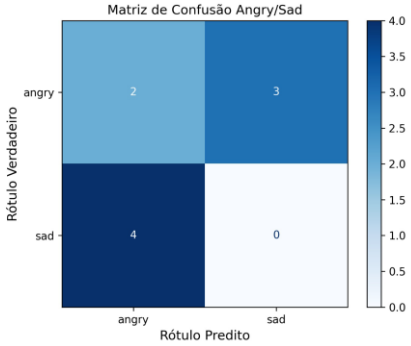


Figura 2. Matriz de confusão entre raiva e tristeza

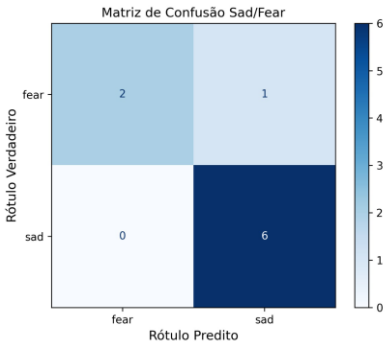


Figura 3. Matriz de confusão entre tristeza e medo

Meios para diminuir os índices da matriz de confusão ao tentar interpretar um conjunto maior de emoções podem ajudar na construção de um algoritmo mais robusto, capaz de interpretar entradas mais completas. Com essa melhora, algoritmos seriam capazes de melhor e mais eficientemente interpretar emoções, tornando mais confiável seu uso por outras áreas da ciência.

V. Referências

[1] NEUROSCIENCE, Netherland Institute for. Brain Waves. Disponível em: https://nin.nl/about-the-brain/brain-waves/. (accessed: 23/11/2024).

[2] DIRECT, Science. Brain Waves. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/brain-waves. (accessed: 23/11/2024).

[3] ABHANG, Priyanka A et al. Introduction to EEG-and speech-based emotion recognition. [S.l.]: Academic Press, 2016.

[4] ONTON, Julie et al. **"Imagined Emotion Study"**. [S.l.]: OpenNeuro, 2022. DOI: doi:10.18112/openneuro.ds003004.v1.1.1.

[5] HERWIG, Uwe et al. Using the international 10-20 EEG system for positioning of transcranial magnetic stimulation. Brain topography, Springer, v. 16, p. 95–99, 2003.

[6] MEHMOOD, Raja Majid et al. Towards emotion recognition of EEG brain signals using Hjorth parameters and SVM. Adv. Sci. Technol. Lett. Biosci. Med. Res, v. 91, p. 24–27,2015.

Previsão de Casos de Dengue no Estado de São Paulo: Uma abordagem baseada em modelos de Séries Temporais

Amanda Pollo Sarlo, Marcella Rappoli Bedinelli, Guilherme Vieira Silva Gonçalves, Kenzo Sugai
Ciência da Computação
aamanda2003@gmail.com, marappoli@outlook.com, vieiraguk@gmail.com, kenzosugai@gmail.com

Orientador: Leila Cristina Bergamasco
Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
leila.cristina@fei.edu.br

Resumo: A dengue, transmitida pelo Aedes aegypti, é comum em regiões tropicais e causou mais de 4,7 milhões de casos e 2,5 mil mortes no Brasil até maio de 2024. Este estudo desenvolveu um modelo preditivo para a incidência mensal de dengue em São Paulo, utilizando dados históricos e climáticos com os algoritmos XGBoost e SARIMAX combinados com Filtro de Kalman. Os modelos alcançaram 95% de acurácia para o XGBoost e 80% para o SARIMAX, demonstrando boa correspondência com os dados reais e apoiando decisões de saúde pública.

Palavras-chave: Dengue, São Paulo, Time Series, XGBoost, Kalman Filter, SARIMAX.

I. Introdução

A dengue, transmitida pelo mosquito Aedes aegypti, é um grave problema de saúde pública no Brasil, especialmente na região Sudeste e no estado de São Paulo, onde estudos (Oneda et al., 2021; Nunes et al., 2019) mostram aumento de casos e mortalidade. Métodos preditivos como ARIMA, SARIMA e XGBoost são utilizados para antecipar surtos, com XGBoost destacando-se pela eficiência em dados não lineares. Variáveis climáticas são essenciais para a precisão dos modelos (Thiruchelvam et al., 2021), mas ainda falta uma base de dados integrada para São Paulo. Este trabalho propõe criar uma base unificada e aplicar XGBoost e SARIMAX com o Filtro de Kalman para prever mensalmente a incidência de dengue, auxiliando na alocação de recursos e na implementação de medidas preventivas.

II. Objetivos

Este projeto teve por objetivo a construção de uma base de dados com o histórico de casos de dengue e informações meteorológicas do estado de São Paulo, assim como a aplicação e comparação dos algoritmos de séries temporais XGBoost e SARIMAX em conjunto com o Filtro de Kalman para prever a incidência de casos de dengue no estado de São Paulo.

III. Metodologia

O trabalho visa prever a incidência de dengue em São Paulo utilizando modelos de séries temporais SARIMAX com Filtro de Kalman e XGBoost, organizados em três etapas principais: construção da base de dados, aplicação dos modelos preditivos e avaliação dos resultados.

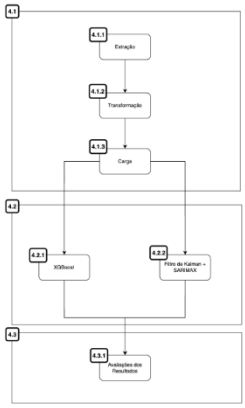


Figura 1. Diagrama de ETL da construção do *Dataset.*

1. Construção da Base de Dados

Foi criada uma base consolidada combinando dados epidemiológicos do SINAN e dados climáticos do INMET através de um processo de ETL (Extract, Transform, Load). A extração envolveu a coleta dos dados com TabWin e scripts em Python, a transformação ajustou a granularidade e tratou valores nulos, e a carga armazenou os dados em um banco de dados SQL, garantindo qualidade e compatibilidade para análises posteriores.

2. Aplicação dos Modelos Preditivos

Dois modelos principais foram utilizados para as previsões: o SARIMAX com Filtro de Kalman, que capturou padrões sazonais e incorporou variáveis

climáticas como temperatura e precipitação, com o Filtro de Kalman aprimorando as previsões em tempo real; e o XGBoot, que explorou relações não lineares entre as variáveis climáticas e a incidência de dengue, otimizando hiperparâmetros para maximizar a precisão e evitar *overfitting*.

2. Avaliação dos Resultados

Os modelos foram avaliados utilizando métricas estatísticas como MSE, RMSE, MAE, MAPE e R^2.

IV. Resultados

As previsões mostraram tendências claras nas localidades de São Paulo e Campinas entre 2018 e 2024. As análises destacaram a importância de considerar variáveis climáticas junto aos dados históricos de dengue para aumentar a acurácia dos modelos.

1. SARIMAX

Localidade	MSE	RMSE	MAE	MAPE	R^2
Município de São Paulo	359747	599	492	0.60	0.76
Município de Campinas	199516	446	373	1.57	0.81
Estado de São Paulo (Excluindo a Capital)	115388083	10741	7819	0.62	0.87
Estado de São Paulo	186044569	13639	9552	0.71	0.80

Figura 2. Resultados de previsão do algoritmo SARIMAX

As previsões do SARIMAX para Campinas e São Paulo mostraram menores MSE e RMSE devido à maior granularidade e tendência mais controlada. No estado de São Paulo, com ou sem a capital, os erros absolutos foram menores por conta da baixa granularidade e maior volume de casos. Em MAE e MAPE, Campinas registrou MAE de 446 e MAPE de 157%, enquanto São Paulo teve MAE de 492 e MAPE de 60%, com a capital aumentando a variabilidade. A métrica R^2 variou entre 0,76 e 0,87, indicando bom ajuste do modelo. No geral, o SARIMAX demonstrou bom desempenho na explicação da variabilidade dos casos de dengue nas localidades analisadas.

2. XGBoost

Localidade	MSE	RMSE	MAE	MAPE	R^2
Município de São Paulo	289085	538	358	0.41	0.80
Município de Campinas	161263	402	232	0.22	0.85
Estado de São Paulo (Excluindo a Capital)	27390505	5233	3465	0.21	0.96
Estado de São Paulo	41861327	6470	4106	0.29	0.95

Figura 3. Resultados de previsão do algoritmo XGBoost

As previsões com o algoritmo XGBoost mostraram alta precisão, superando as métricas MAE, RMSE e MAPE, e apresentando elevados valores de R^2. Em São Paulo e Campinas, os menores erros (MSE de 538 e RMSE de 402) foram observados, enquanto no estado de São Paulo, com e sem a capital, os erros aumentaram devido à maior abrangência geográfica, mas permaneceram razoáveis (5233 e 6470). Campinas obteve MAE de 232 e MAPE de 22%, sendo mais preciso que São Paulo, que teve MAE de 358 e MAPE de 41%. No estado de São Paulo, excluindo a capital, o MAE foi 62% menor, com MAPEs de 21% e 29%, indicando boa precisão geral. A métrica R^2 variou entre 80% e 96%, demonstrando excelente ajuste do modelo XGBoost na modelagem das séries temporais de dengue nas diferentes localidades.

3. Publicação da Base de Dados

Como parte dos resultados deste trabalho, a base de dados desenvolvida foi publicada no repositório acadêmico *Harvard Dataverse*, amplamente reconhecido no meio científico por promover a transparência e a acessibilidade de dados de pesquisa.

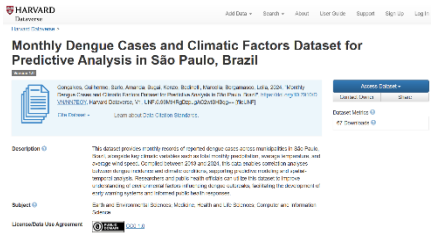


Figura 4. *Dataset* disponibilizado no *Harvard Dataverse*.

A publicação da base de dados tem como objetivo ampliar as contribuições deste trabalho, proporcionando um recurso valioso para a comunidade científica e para gestores públicos.

V. Conclusões

O estudo previu casos de dengue em São Paulo utilizando SARIMAX com Filtro de Kalman e XGBoost, integrando mais de seis milhões de registros epidemiológicos e dados climáticos. Enquanto o SARIMAX obteve R^2 superiores a 0,75, o XGBoost superou-o com R^2 de até 0,96, especialmente em áreas com alta variabilidade. A base de dados foi disponibilizada publicamente, e futuros trabalhos incluirão novas variáveis e um dashboard interativo. A abordagem mostrou-se eficaz para prever surtos de dengue, contribuindo para a saúde pública.

VI. Referências

BAUXELL, J.; VALL-LLOSSERA, M.; GURGEL, H. Machine learning techniques using environmental data from remote sensing applied to modeling dengue risk in Brazil. In: 2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS. [S.l.: s.n.], 2021. p. 4608–4611.

NUNES, P. C. G. et al. 30 years of fatal dengue cases in Brazil: A review. BMC Public Health, v. 19, n. 1, p. 329, 2019.

ONEDA, R. M. et al. Epidemiological profile of dengue in Brazil between the years 2014 and 2019. Revista da Associacao Medica Brasileira, v. 67, n. 5, p. 731–735, 2021.

Implementação de um Ambiente Virtual Gamificado

Gabriel Martinho S. de Moraes, Henrique Kenji Konishi, José Joaquim da Silva Neto, Lucas Guglielmi Pereira, Vinicius Gabriel Ferreira Lopes
Ciência da Computação
gabrielmartinho02@gmail.com, henriquekenji14@gmail.com, zeneto2508@gmail.com, lucasgp147@gmail.com, vinibiiel6@gmail.com

Orientador: Dr. Prof. Fagner Pimentel
Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
fpimentel@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de transformar, em parte, a dinâmica e modelo de aprendizagem da instituição universitária FEI com a implementação de um ambiente virtual gamificado, onde alunos podem se conectar, acompanhar aulas e realizar atividades, em forma de jogos, enquanto aprendem e têm uma experiência agradável, além de possuírem acesso a conteúdos complementares. O ambiente gamificado, inspirado em jogos clássicos, incorpora mecânicas como customização de personagens, desafios, recompensas e ranques, adaptadas para o contexto acadêmico. Os resultados obtidos demonstraram que essa abordagem gamificada oferece diversas vantagens em relação ao método tradicional e quando usadas juntas com o mesmo. Sendo assim, tais benefícios são mais profundamente explorados nos resultados deste trabalho.

Palavras-chave: Ambiente Virtual, Aprendizado Gamificado, Influência Social, Motivação Educacional.

I. Introdução

O avanço da tecnologia tem transformado diversos setores, incluindo a educação, alterando modelos, processos e dinâmicas de ensino e aprendizagem. A pandemia de 2020 acelerou essa transformação, forçando professores e alunos a se adaptarem ao ensino digital, que se tornou mais acessível e presente no cotidiano.

No Centro Universitário FEI, foi identificado um problema específico: a grade curricular do curso de Ciências da Computação não oferece horários para alunos em dependência cursarem matérias de forma integral, obrigando-os a optar por turmas de orientação com contato limitado ao professor e materiais restritos a slides. Essa lacuna motivou o desenvolvimento de um ambiente virtual gamificado que pudesse beneficiar tanto esses alunos quanto a comunidade acadêmica em geral.

Nesse contexto, a gamificação emergiu como uma tendência promissora para o aprendizado, utilizando elementos de jogos como desafios, pontos e recompensas para envolver e motivar os alunos. Conforme Brougère (2002), atividades lúdicas podem intensificar o aprendizado ao manter o indivíduo entretido e imerso.

II. Objetivo

O objetivo deste trabalho foi criar e testar uma plataforma gamificada para oferecer conteúdos e atividades práticas, coletando respostas e experiências dos usuários. Além disso, buscou-se documentar e aprimorar funcionalidades, promovendo uma experiência educacional mais motivadora e dinâmica.

III. Metodologia

O projeto foi desenvolvido utilizando a *engine* Unity para criação do jogo, Firebase como banco de dados, Photon para funcionalidades multijogador e Aseprite para a criação e edição de *pixel art*. A combinação dessas ferramentas proporcionou a criação de um ambiente virtual gamificado, focado em motivar e aprimorar o aprendizado dos estudantes.

O jogo foi concebido para oferecer aos alunos uma experiência interativa e recompensadora, utilizando mecânicas inspiradas em RPGs. Os alunos podiam personalizar personagens, realizar tarefas, ganhar moedas virtuais e competir em um ranque global, promovendo engajamento e motivação.

A disciplina de Programação Orientada a Objetos (POO) foi escolhida como base para o conteúdo, devido à sua importância e complexidade, sendo frequentemente um desafio para os alunos. As tarefas do jogo foram divididas em dois tipos: genéricas (ex.: questionários) e gamificadas (dinâmicas mais interativas), proporcionando flexibilidade e acessibilidade.

As avaliações do projeto foram organizadas em três pilares (etapas principais). A Experiência dos alunos foi analisada utilizando o "*The Game Experience Questionnaire*," para mensurar as emoções geradas durante o uso do jogo. A Usabilidade foi avaliada com base na taxa de utilização e na facilidade de navegação, utilizando o "*USE Questionnaire*," buscando

compreender possíveis dificuldades e oportunidades de melhoria. Por fim, o Aprendizado foi medido comparando o impacto das tarefas gamificadas com métodos tradicionais nas notas finais dos alunos, considerando também a complementaridade entre ambas as abordagens.



Figura 1. Exemplo de uma tarefa gamificada (tipo labirinto).

Testes foram realizados em uma versão *Alpha* do jogo com alunos da área de computação, e métricas comparativas foram coletadas entre o aprendizado gamificado e tradicional. Além disso, um enredo fictício, ambientado no mundo de *Edeloria*, foi desenvolvido para aumentar a imersão e engajamento dos alunos.

IV. Resultados

O jogo *Edeloria* foi testado por 44 participantes, sendo 33 estudantes universitários e 11 não universitários. Três métodos de aprendizado foram avaliados: tradicional, gamificado e ambos combinados.

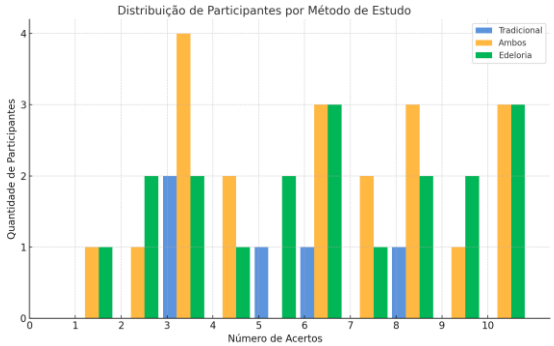


Figura 2. Comparação entre os três métodos.

Os resultados, exibidos na Figura 2, mostraram que o método gamificado apresentou desempenho superior, com média de 6 pontos em um questionário sobre Programação Orientada a Objetos (POO), enquanto o método tradicional obteve média de 5, uma diferença de 20%. A combinação de ambos os métodos se mostrou ainda mais eficaz, permitindo melhor consolidação do aprendizado.

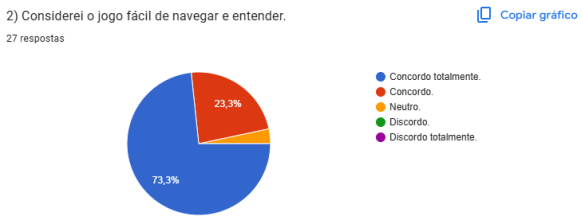


Figura 3. Usabilidade do projeto de acordo com participantes.

Mais de 90% dos participantes consideraram o jogo fácil de navegar e entender, conforme indicado na Figura 3, e 83,3% relataram maior motivação para continuar aprendendo. Comentários positivos destacaram o engajamento promovido pela gamificação, enquanto sugestões incluíram maior diversidade de tarefas, melhoria na clareza das instruções e redução de textos longos. Essas observações reforçam o potencial do método gamificado em proporcionar uma experiência educacional dinâmica, acessível e motivadora.

V. Conclusões

Os resultados confirmaram que a gamificação é uma abordagem eficiente para o ensino, proporcionando maior engajamento e retenção de conhecimento. O método gamificado foi amplamente aceito pelos participantes, com 84,9% considerando-o eficiente, e mostrou-se complementar às metodologias tradicionais. Limitações foram identificadas, como a necessidade de diversificar tarefas, otimizar a dinâmica do jogo e ampliar a compatibilidade para plataformas móveis e web, fatores que serão foco de melhorias futuras.

O potencial do *Edeloria* é evidente, com possibilidades de expansão para outros níveis educacionais e áreas do conhecimento. Para projetos similares, recomenda-se a coleta contínua de feedbacks em todas as etapas de desenvolvimento, alinhada a metodologias ágeis, para identificar melhorias e maximizar resultados. Apesar das limitações, o projeto cumpriu seus objetivos, mostrando-se promissor como uma solução gamificada para educação.

VI. Referências

[1] G. Brougère, Lúdico e educação: novas perspectivas, *Linhas Críticas*, vol. 8, no. 14, pp. 5–20, 2002.

[2] W. A. Ijsselsteijn, Y. A. W. de Kort, and K. Poels, "The Game Experience Questionnaire," Technische Universiteit Eindhoven, 2013.

HoneyDashes: Dashboards para Análise de Segurança Cibernética

Gianpietro Malheiros Braga, Lucca Kirsten da Costa, João Lucas Freitas de Almeida Rocha
Ciência da Computação
gianpietro991@gmail.com, lucca.kirsten@hotmail.com, sinedriojl@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Danilo Hernani Perico
Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
dperico@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo a criação de dashboards informativos para visualização e análise de ataques cibernéticos, utilizando diversos algoritmos de classificação e estratégias de validação. Os algoritmos empregados incluem Support Vector Machine, Singular Value Decomposition, Convolutional Neural Network, K-Nearest Neighbors e Random Forest. Para garantir a robustez dos modelos, é utilizada a técnica de K-Fold cross-validation. Os dados processados pelos algoritmos são manipulados em ambiente de computação em nuvem e posteriormente exibidos em dashboards interativos, facilitando a análise de informações complexas sobre possíveis ameaças. Com isso, espera-se proporcionar uma ferramenta eficaz para visualização de dados de segurança, aprimorando a compreensão de padrões de ataques e auxiliando na tomada de decisões em cibersegurança.

Palavras-chave: Dashboards, Aprendizado de Máquina, Cibersegurança, Visualização de Dados.

I. Introdução

A cibersegurança é um tema de extrema relevância atualmente devido à constante evolução de ameaças e ataques maliciosos em sistemas e servidores. Embora a busca por soluções de defesa cibernética também esteja avançando, essa evolução ocorre em um ritmo mais lento se comparada à rápida adaptação dos ataques cibernéticos. A crescente sofisticação dos métodos de ataque torna essencial a utilização de estratégias inovadoras para a proteção de dados e sistemas.

O estudo de Kumari e Jain (2023) [1] discute os investimentos substanciais em sistemas de defesa, especialmente no contexto da Internet of Things (IoT), destacando a importância de proteger esses dispositivos contra ataques maliciosos. No entanto, mesmo com o aumento desses investimentos, a possibilidade de falhas em sistemas complexos é inevitável, o que, por sua vez, incentiva o desenvolvimento de ferramentas maliciosas cada vez mais sofisticadas para contornar essas defesas.

Com este cenário em mente, torna-se claro que prever o comportamento de usuários ao interagirem com sistemas é uma tarefa desafiadora e sensível. No artigo de Ismail et al. (2022) [2], são abordados métodos de classificação de usuários para identificar potenciais ameaças, embora nem todos os casos sejam considerados, evidenciando a necessidade de estudos mais aprofundados, como o que será desenvolvido neste trabalho.

Desta forma, o foco deste trabalho é criar uma solução baseada em dashboards interativos, chamada HoneyDashes, que visa facilitar a visualização e análise de ataques cibernéticos. Utilizando algoritmos de classificação, os dados serão processados em ambiente de nuvem e exibidos de maneira intuitiva em dashboards, permitindo que analistas por exemplo, identifiquem padrões de ataques e compreendam melhor os comportamentos maliciosos.

II. Objetivo

O objetivo principal deste trabalho é criar uma plataforma de visualização e análise que permita a classificação de usuários com alta precisão, de modo que usuários maliciosos possam ser identificados e bloqueados, enquanto os usuários legítimos têm acesso irrestrito aos sistemas. Além disso, busca-se identificar padrões de comportamento de atacantes usando algoritmos de treinamento e métodos de classificação, facilitando a análise de dados processados em um ambiente de nuvem.

Como objetivos secundários, o trabalho visa destacar as características mais relevantes na detecção de usuários maliciosos, e desenvolver uma interface de fácil interpretação para analistas em segurança. Ao criar um sistema que permita a visualização clara desses padrões, será possível aprimorar a tomada de decisões na defesa contra ciberataques.

III. Metodologia

A ideia geral da metodologia proposta neste trabalho, conforme mostra a Figura 8, é composta por quatro etapas principais: Modelo Machine Learning, o armazenamento e organização dos dados em MongoDB, a estruturação dos dados na API ml-backend e a visualização organizada dos dados em um frontend de informções.

A etapa do modelo de Machine Learning envolve o recebimento dos dados da base e a realização de

diversas classificações de ataque e não ataque, utilizando diferentes classificadores definidos na lógica. Na etapa do MongoDB, os dados já classificados, assim como os resultados de cada modelo adotado e suas respectivas informações, são armazenados no banco de dados. No banco, ocorre a estruturação dos dados para serem lidos posteriormente pelo backend. Na etapa da API ml-backend, os dados organizados e estruturados são inseridos em um endpoint de uma API, que está dentro de uma aplicação na nuvem. Esses dados são configurados utilizando containers no Docker em conjunto com o AWS Elastic Beanstalk. Por fim, a aplicação de frontend recebe os dados da API, que, após serem processados, são apresentados nos Dashboards finais para um melhor entendimento pelo usuário.

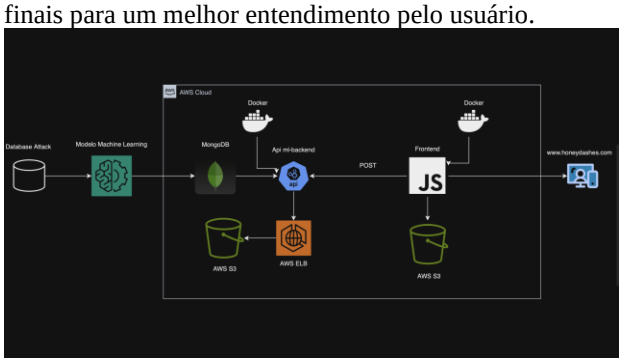


Figura 1. Metodologia Proposta da aplicação.

IV. Resultados

Tabela I. Tempo de execução de classificadores

Algoritmo	Tipo	Tempo	PCA
2*KNN	Binary	2min30sec	3min08sec
	Class	4min02sec	3min58sec
2*SVM	Binary	62min	133min
	Class	103min	184min
2*GNB	Binary	2min10sec	2min25sec
	Class	3min13sec	2min09sec
2*RFC	Binary	4min10sec	3min54sec
	Class	3min54sec	3min10sec

Analisando a tabela acima, é evidente que em média o Gaussian Naive Bayes foi o mais rápido que os demais enquanto o SVM foi o mais lento. Essa diferença de desempenho pode ser explicada pela natureza de cada um dos algoritmos. O Gaussian Naive Bayes possui baixa complexidade computacional, pois baseia-se na suposição de independência entre as variáveis preditoras, o que simplifica os cálculos probabilísticos e resulta em tempos de execução menores. Por outro lado, o SVM Support Vector Machine é computacionalmente mais intensivo, uma vez que busca determinar o hiperplano ótimo que separa as classes, envolvendo cálculos complexos e, consequentemente, maior tempo de processamento.

Tabela II. Acurácia dos Modelos

Algoritmo	Tipo	Tempo	PCA
2*Random Forest	Binary	0,9834	0,7981
	Class	0,9987	0,9330
2*Gaussian Naive Bayes	Binary	0,9433	0,6255
	Class	0,9989	0,8176
2*SVM	Binary	0,9728	0,6338
	Class	0,9984	0,8198
2*KNN	Binary	0,9644	0,7762
	Class	0,9828	0,9301

Analisando a tabela acima, é evidente que, em média, o Random Forest foi o mais eficiente dentre os algoritmos testados, enquanto o Gaussian Naive Bayes foi o menos eficiente. Essa diferença de desempenho pode ser atribuída às características de cada algoritmo. O Random Forest alcançou a maior precisão média devido à sua capacidade de lidar eficientemente com dados complexos e de alta dimensionalidade. Isso se deve ao fato de combinar múltiplas árvores de decisão, melhorando a generalização dos dados. Por outro lado, o Gaussian Naive Bayes apresentou a menor precisão média porque sua suposição de independência total entre as variáveis simplifica excessivamente o modelo.

V. Conclusão

Para a implementação deste trabalho, o backend foi desenvolvido utilizando o framework Spring Boot e hospedado na infraestrutura AWS Elastic Beanstalk, garantindo escalabilidade e robustez na manipulação e processamento dos dados. O frontend, por sua vez, foi construído uti lizando bibliotecas modernas em React.js, como HighCharts, para criar dashboards interativos e dinâmicos, e foi hospedado no Amazon S3 com gerenciamento de domínio. Essa combinação permitiu um fluxo de dados eficiente entre as diferentes camadas do sistema de maneira que fique também segura pela plataforma cloud da AWS.

Os dashboards desenvolvidos oferecem ao usuário final uma ferramenta para detecção de usuários mal-intencionados e análise detalhada dos ataques identificados. Por meio das visualizações interativas, é possível compreender os fatores que determinaram um ataque, identificar a categoria do ataque e analisar tendências que podem indicar padrões de comportamento ano mais.

Dessa forma, a metodologia proposta não apenas válida a capacidade de detectar ataques cibernéticos com alto nível de confiabilidade, mas também possibilita uma análise detalhada e intuitiva, reforçando a importância de ferramentas integradas para a segurança cibernética e a análise de dados.

VI. Referências

[1] KUMARI, Pooja; JAIN, Ankit Kumar. A comprehensive study of DDoS attacks over IoT network and their countermeasures. Comput. Secur., v. 127, p. 103096, 2023. Disponível em: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:255915538>.

[2] ISMAIL, . et al. A Machine Learning-Based Classification and Prediction Technique for DDoS Attacks. IEEE Access, v. 10, p. 21443–21454, 2022. Disponível em: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:246947328>

Reconstrução 3D de Ambientes Externos Baseada na Correlação de Poucas Imagens de Diferentes Perspectivas

Alessandro Simões Medrano, João Vitor Simões Mendes, Daniel Alves Cunha, Pedro Bazaluk Machado Videira
Ciência da Computação alessandro.medrano321@gmail.com,joao.vitor7152@hotmail.com, daniel.acunha@icloud.com, pbmvideira@hotmail.com

Orientador: Dr. Paulo Sérgio Rodrigues
Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
psergio@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho propõe a reconstrução 3D de ambientes externos a partir de poucas imagens com a completude de várias perspectivas e sem o uso de sensores. Trata-se de uma metodologia distinta daquelas do estado-da-arte. Os resultados alcançados mostraram que a metodologia proposta aqui é capaz de reconstruir ambientes externos a partir de poucas imagens de diferentes perspectivas, gerando malhas 6D visualmente realistas e em tempo real.

Palavras-chave: Reconstrução 3D, Visualização 6D, SIFT, Diferentes Perspectivas, 2D para 3D

I. Introdução

Os avanços na área de tecnologia estão cada vez maiores e mais rápidos, crescendo de forma exponencial em relação à capacidade de processamento. Esse aumento abre a oportunidade de explorar conteúdos com uma grande quantidade de dados que, até recentemente, era impossível. Algumas das principais áreas impulsionadas por essa ampla capacidade são: o tratamento e manipulação de imagens, como também, a criação e manipulação de malhas 3D. Como consequência desse desenvolvimento, uma das áreas que tem ganhado maior atenção e foco de estudos e pesquisas é a área de reconstrução 3D com base em imagens; ou seja, a criação de malha 3D de objetos, cenários ou ambientes a partir de imagens.

Desta forma, este projeto propõe uma forma de realizar a reconstrução 3D de um ambiente externo a partir de poucas imagens como entrada, porém de diferentes perspectivas do ambiente. Assim, tem como propósito gerar como saída uma malha completa que compõe todas as perspectivas que foram dadas na entrada. Portanto, faz com que seja possível ter uma reconstrução 3D que componha todas as perspectivas de um mesmo ambiente externo e não seja necessário a utilização de sensores.

II. Metodologia

A ideia geral da metodologia proposta neste trabalho é composta por quatro etapas.

A Etapa 1 recebe como entrada um conjunto de imagens do ambiente que pretende-se reconstruir (Figura 1), separadas manualmente por diferentes perspectivas, tendo como objetivo a extração dos pontos fiduciais de cada imagem usando o SIFT[1] (Figura 2).



Figura 1. Exemplo imagens de entrada.



Figura 2. Exemplo extração de pontos fiduciais.



(a) (b)

Figura 3. (a) Correlação entre as duas primeiras imagens de entrada. (b) Correlação entre a próxima imagem de entrada e a imagem composta com as imagens da esquerda.

Por sua vez, na Etapa 2 é realizada a composição das imagens de entrada a partir da correlação dos pontos fiduciais encontrados em cada imagem (Figura 3), o que resulta em uma única imagem composta com todas as perspectivas (Figura 4).



(a) (b)

Figura 4. (a) Imagem Composta. (b) Imagem Composta com cada perspectiva delimitada.

Na Etapa 3, a partir das coordenadas (*x*, *y*) da imagem composta, é realizada a captação da profundidade dela, ou seja, ocorre a detecção da respectiva coordenada *z*, gerando como saída uma nuvem de pontos 3D (Figura 5).

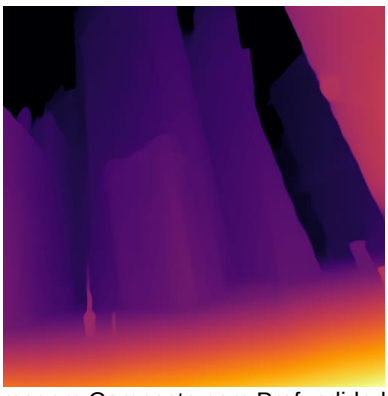


Figura 5. Imagem Composta com Profundidade

Por fim, na Etapa 4, tendo como entrada a imagem composta e a nuvem de pontos 3D, é construída uma superfície 3D por meio da intersecção dos pontos da nuvem 3D(*Delaunay*[2]*)* e através da aplicação de texturização nesta superfície a partir da imagem composta. O resultado final é uma reconstrução 3D de uma malha completa com diversas perspectivas de um mesmo cenário (Figura 6).



Figura 6. Modelo 3D em três diferentes perspectivas

IV. Conclusões

Neste trabalho, foram explorados os avanços na tecnologia que têm impulsionado áreas como o processamento de imagens e a criação de malhas 3D, permitindo o desenvolvimento de métodos mais acessíveis e precisos para reconstrução 3D baseada em imagens de várias perspectivas. Essa tecnologia, com aplicações relevantes em medicina, entretenimento e construção civil, enfrenta desafios significativos, como a necessidade de alta capacidade computacional e múltiplas imagens de diferentes perspectivas para gerar modelos realistas.

No primeiro experimento, foram usados cinco casos de teste com imagens artificiais obtidas de plataformas públicas, como Sketchfab[3], e modeladas no software Blender[4]. Os resultados sugerem que a metodologia proposta pode combinar diferentes perspectivas para criar fachadas 3D satisfatórias, com qualidade visual e precisão destacadas.

O segundo experimento utilizou o conhecido dataset público Aachen Day-Night[5], com cinco casos de teste, permitindo a validação do método em condições mais realistas. As etapas do processo e os resultados obtidos foram detalhados, destacando a robustez da técnica.

Por fim, no último experimento, foram utilizadas imagens reais capturadas em ambientes externos da cidade de São Paulo, atuais e públicos, para avaliar o desempenho da metodologia em cenários do mundo real. Os resultados confirmaram que a abordagem é eficaz na criação de malhas 6D completas, mesmo em condições reais, demonstrando seu potencial para aplicações práticas.

Sendo assim, pode-se concluir que os resultados obtidos foram satisfatórios, uma vez que tem-se como saída malhas 6D realistas e robustas que podem ser observadas a partir de diversas perspectivas de visualização. Além disso, percebe-se que as imagens sem objetos de oclusão tinham as construções menos ressaltadas nas malhas, o que nos leva a concluir que as melhores malhas geradas foram as que não possuíam objetos de interferência.

V. Referências

[1] LOWE, David G. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints. International Journal of Computer Vision, v. 60, p. 91–110, 2004

[1] Mark Berg et. al., *Computational Geometry Algorithms and Applications*, (1997)

[2] https://sketchfab.com/

[3] https://www.blender.org/

[4] BAIK, Sungyong et al. Domain Adaptation of Learned Featuresfor Visual Localization. ArXiv, abs/2008.09310, 2020

Comunidade Artificial: Estudo Comportamental de Vidas Artificiais Sob Adversidades

Aline Stolai, Gabriel Lopez Vendramini, Henrique Costa, Juan Lira Estevão, Pedro Henrique B L Barbieri
Ciência da Computação
alinestolai16@gmail.com, bielvendra@gmail.com, henriquecostahc123@gmail.com, juan.lira10.estevao@gmail.com , pedrobrhl2003@gmail.com

Orientador: Fagner de Assis Moura Pimentel
Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
fpimentel@fei.edu.br

Resumo: Com a implementação de uma comunidade artificial em um mundo de grades, o estudo entende a tomada de decisão de agentes, de acordo com seus estados atuais e adversidades atuando sob eles. Para isso, a análise utiliza a técnica de aprendizado por reforço (*Q-Learning*) aplicada em seus agentes, gerando a dinâmica de ação e recompensa. Como objetivo, os resultados são avaliados com análises de dados, exibindo as estatísticas da simulação, como curvas de aprendizado.

Palavras-chave: Inteligência artificial, Simulação, Vida artificial, Aprendizado por reforço, *Q-Learning*.

I. Introdução

Com os avanços da tecnologia, o estudo sobre Inteligência Artificial se tornou de extrema relevância. O aprendizado de máquina tem sido eficiente, porém situações mais complexas podem demandar maior eficácia. É notável que para objetivos claros, o treinamento tradicional já seja suficiente. Porém, dentro de contextos mais adversos, faz-se necessário explorar a capacidade da tomada de decisão. Nisso, embasados também em interesse acadêmico, busca-se a contribuição dentro do contexto de inteligência artificial em simulação, de modo que as análises aqui feitas incrementem a base de conhecimento já alcançada, além de incrementar a análise e estatística voltada à dinâmica do mundo real [1].

II. Objetivo

Este trabalho tem como objetivo analisar o comportamento, e, principalmente, os resultados da simulação de vida artificial sob as adversas situações de um cotidiano, como mudanças climáticas, doenças, fome, entre outros. Ao implementar uma simulação artificial com agente, ambiente e adversidade, busca-se verificar os dados obtidos em um período dessa simulação.

III. Metodologia

Para implementação da simulação, considera-se um mundo *Grid* (quadriculado/ em grades) de tamanho 100x100 quadrados. São instanciados 200 agentes, bem como locais e adversidades que vão envolver a dinâmica. Para dimensão de tempo dentro da simulação, estamos definindo que 1 minuto se passa cada vez que o ambiente se comunica com o agente. Este processo de comunicação possui o nome de iteração.

A. Materiais

Os materiais principais são:

- Python para a programação + VSCode;
- Pygame para exibição do mundo;
- Microsoft Power BI para exibição dos dados;
- Hardware: 48GM RAM; Placa de vídeo NVIDIA RTX 4060 Ti 8GB GDDR6; Processador AMD Ryzen 5 1600 Six-Core; Placa mãe Gigabyte B450M; Armazenamento SSD 1 TB Kingston Nv2 M.2.

B. Métodos

Foi adotado o método de *Q-Learning* como Aprendizado por Reforço, para implementar um sistema de ação e recompensa nos agentes, no qual, as recompensas seriam resolver situações ruins causadas pelas adversidades. Para isso, definimos cada adversidade, ambiente (local), ação e atributo dos agentes.

- Ambientes/locais que o agente pode frequentar: restaurante, trabalho, cobertura, casa e lazer;
- Ações que o agente pode realizar: comer, trabalhar, se aquecer, se esfriar, procriar, descansar e se abrigar;
- Atributos do agente: fome, dinheiro, temperatura, probabilidade de morte, doente, estamina;

- Adversidades: fome, onda de calor, onda de frio, chuva e doença.

Todo agente passará pelas adversidades durante a simulação. Com isso, seus atributos poderão sofrer alterações. Ao frequentar um ambiente, ele realiza a ação adequada para o local (por exemplo, realizar a ação comer no local restaurante). Ações também alteram os atributos do agente.

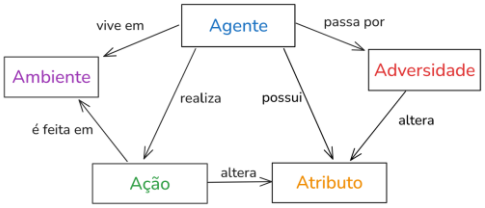


Figura 1. Diagrama de relacionamento da simulação

C. Métricas

Após todas as iterações serem concluídas, salvamos os arquivos contendo todas as informações, visando gerar uma análise de dados com a ferramenta Microsoft Power BI, contendo seus respectivos gráficos.
As exibições realizadas são:

- Análise de renda dos agentes (dinheiro x mês)
- Análise de nascimentos e mortes por mês
- Análise de mortes por adversidade, por cada mês
- Gráfico de aprendizado (recompensas por mês)

IV. Resultados

Os testes realizados revelaram as principais respostas a respeito do comportamento dos agentes e como suas estratégias os ajudaram a trabalhar com as múltiplas adversidades. A experimentação também foi válida para notarmos os resultados dos arquivos gerados em simulação (conforme métricas), e o quanto as regras definidas em nosso mundo apresentam impacto direto nos resultados.

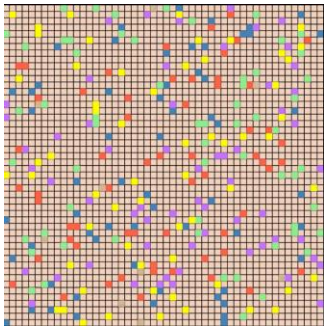


Figura 2. Interface da simulação (Pygame)

A curva de aprendizado, por sua vez, apresenta resultados positivos. Ao considerar a soma de recompensas por mês, temos o resultado de um gráfico crescente, da mesma maneira vista em trabalhos relacionados, que foram usados como base de conhecimento para este desenvolvimento [2][3].

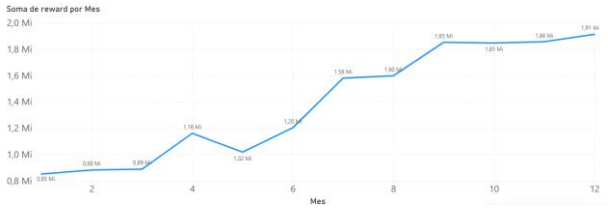


Figura 3. Gráfico de aprendizado de um agente

Uma observação sobre limitações é a dependência que a simulação possui com a definição de recompensas: No Q-learning, o aprendizado do agente depende muito dos valores de recompensas e penalidades. Para atingir a fidelidade com resultados reais, temos dependência com as respectivas estatísticas do mundo real.

V. Conclusão

Esperamos que este trabalho possa ser utilizado para estudar a adaptação em sociedade, com base nas estatísticas levantadas em nossas análises. Adicionalmente, contribuímos para a aplicação de Q-Learning em ambientes dinâmicos, avaliando a eficiência dessa aplicação.
Um ponto de melhoria para trabalhos futuros seria a implementação da DQN (*Deep Q-Learning Network*). Todo o conceito aqui adquirido nos mostra que a DQN pode expandir a capacidade da simulação. Para futuros trabalhos, também é válida a expansão do mundo, seja em tamanho do ambiente, quantidade de agentes, e adversidades.

Por fim, concluímos que é possível simular o mundo real, apesar das dependências de dados reais e capacidade de processamento.

VI. Referências

[1] XIA, Boming; YE, Xiaozhen; ABUASSBA, Adnan OM. Recent research on ai in games. 2020 International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC), IEEE, p. 505–510, 2020.

[2] REYNARD, Matthew. Reinforcement learning in the Minecraft gaming environment. 2020. Tese (Doutorado) – Stellenbosch: Stellenbosch University.

[3] EARLE, Sam. Using fractal neural networks to play simcity 1 and conway's game of life at variable scales. arXiv preprint arXiv:2002.03896, 2022.

Aplicação de Embedding na Busca Contextualizada de Documentos Científicos

Luiz Henrique Neves Doretto, Henry Araujo Rodrigues dos Santos, Victor Martins Gnidarxic
Ciência da Computação
henry.rodrigues3046@gmail.com, luiz.n.doretto@gmail.com, victormartins7770@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Anjoletto Ferreira
Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
laferreira@fei.edu.br

Resumo: Um grande número de artigos científicos e trabalhos de conclusão de curso voltados para a área de Ciência da Computação são publicados semestralmente. Essa grande quantidade de publicações dificulta a recuperação precisa de documentos relevantes sobre um tema desejado. As pesquisas baseadas em palavras-chave são atualmente o método mais popular de pesquisa, mas determinar um conjunto de palavras para o contexto da sua busca pode ser desafiador. Este trabalho propõe um método de busca inteligente utilizando técnicas de Processamento de Linguagem Natural para encontrar documentos estruturalmente ou contextualmente relacionados. O resultado esperado é melhorar a precisão e relevância dos resultados da busca, facilitando a localização de informações e reduzindo o tempo e o esforço necessários para a pesquisa.

Palavras-chave: Processamento de Linguagem Natural, Artigos Científicos , Busca Inteligente, Assertividade.

I. Introdução

O processo de realizar buscas e identificar literaturas relevantes para o contexto desejado pode se tornar oneroso. De acordo com Ma Jianbing Wu (2022), uma pesquisa bibliográfica tradicional geralmente começa com a definição de duas ou três palavras-chave, às vezes com algumas restrições gerais, como período, tipo de publicação ou editora. A eficiência dessa busca é geralmente metrificada pelo número máximo de artigos encontrados em uma única consulta. O pesquisador deve então verificar todos os resultados manualmente, revisando os títulos e resumos, para identificar os artigos apropriados. Se a maioria dos resultados não pertencer ao tema de interesse, ou não cobrir suficientemente o tópico, o pesquisador pode ter que ajustar as palavras-chave e realizar a busca novamente, fazendo com que se leve um maior tempo de análise. O problema central desta pesquisa é a falta de correspondência entre palavras. Usuários e autores frequentemente usam palavras diferentes para descrever os mesmos conceitos, o que faz com que a busca não capture documentos relevantes, tornando-a menos assertiva.

Este trabalho propõe a utilização de Processamento de Linguagem Natual (PLN) com o objetivo de tornar o processo de busca de documentos acadêmicos mais preciso, facilitando a localização de informações e tornando-o menos oneroso. O PLN capacita os computadores a compreender, interpretar e manipular a linguagem humana, o mesmo abrange diversas técnicas, incluindo gráficos de conhecimento, estatísticas, aprendizado de máquina, linguagem computacional e métodos baseados em regras para analisar e compreender linguagens naturais (TSUJII,2021).

A hipótese deste estudo é que a incorporação de contexto e propriedades semânticas na busca de documentos proporciona resultados mais relevantes e precisos em comparação a uma simples busca por palavras-chave.

II. Objetivo

Desenvolver um método inovador de busca para documentos acadêmicos e científicos utilizando técnicas avançadas de Processamento de Linguagem Natural (PLN), com foco em embeddings contextuais. O objetivo é aprimorar a precisão e relevância dos resultados ao capturar o contexto e as propriedades semânticas das consultas dos usuários e dos documentos, aplicando modelos de embedding mais eficazes e métodos de clusterização, que visam agrupar documentos semelhantes de forma eficiente.

Espera-se que essas abordagens facilitem a localização de informações relevantes em bases de dados extensas.

III. Metodologia

A metodologia deste trabalho é composta por quatro etapas principais. Na etapa de vetorização, foram utilizados dois modelos: *Word2Vec* e *SBERT*. O *Word2Vec*, baseado no modelo pré-treinado do Google News, empregou um pré-processamento que inclui tokenização, lematização e remoção de *stop-words* e pontuações para gerar vetores numéricos. Já o SBERT, baseado na arquitetura Transformers, dispensou o pré-processamento, gerando *embeddings* diretamente e capturando relações contextuais e semânticas de forma mais eficiente. Na etapa de serviço de busca, foi

calculada a similaridade dos cossenos entre o vetor do input do usuário e os vetores dos documentos, permitindo identificar aqueles mais contextualmente relevantes. Na sequência, na etapa de clusterização, os documentos mais relevantes foram agrupados em clusters usando dois métodos: *K-Means*, que organizou os documentos com base na proximidade de seus embeddings no espaço vetorial, e *LDA*, que identificou tópicos predominantes nos documentos e os agrupou com base nesses tópicos. Por fim, na etapa de avaliação, combinou-se as etapas anteriores para comparar o desempenho dos diferentes modelos e métodos de clusterização, considerando a relevância e o alinhamento semântico dos documentos retornados. Essa abordagem sistemática estruturou o pipeline proposto para a busca de documentos científicos de maneira eficiente e baseada em contexto.

IV. Resultados

A análise comparativa entre os cinco modelos de busca Word2Vec K-Means, Word2Vec LDA, SBERT K-Means, SBERT LDA e busca por Palavra-chave evidenciou diferenças significativas em sua eficácia na recuperação de documentos relevantes utilizando a base "arXiv-DataFrame", para a comparação dos 4 métodos foram utilizados 5 inputs.

Os modelos baseados em Word2Vec apresentaram desempenho limitado, com eficácia máxima de 56%, atribuída ao vocabulário restrito do modelo "word2vec-google-news-300", treinado em textos jornalísticos, o que comprometeu a adequação dos artigos retornados ao contexto solicitado. A busca por palavras-chave registrou uma eficácia média de 35%, superando o Word2Vec LDA (26%) e ficando próxima do Word2Vec K-Means (37%). O SBERT demonstrou resultados superiores e consistentes, destacando-se na combinação com K-Means, que alcançou uma eficácia média de 64%, com picos de até 84%. O SBERT LDA, por sua vez, obteve uma eficácia média de 47%. A eficiência do K-Means foi atribuída à sua análise baseada em vetores densos de contexto, enquanto o LDA mostrou-se menos eficaz devido à dependência de frequências de palavras.

Na etapa final de comparação entre SBERT K-Means e a busca por palavras-chave, utilizamos 10 inputs ao todo, sendo 5 adicionais, a eficácia média do SBERT K-Means foi de 60%, enquanto a busca por palavras-chave obteve apenas 29%. Esses resultados confirmam a superioridade do SBERT K-Means na recuperação de documentos relevantes, especialmente em consultas que exigem maior interpretação contextual.

V. Conclusões

A incorporação de técnicas de Processamento de Linguagem Natural (PLN) para capturar contexto e propriedades semânticas resultou em uma busca significativamente mais eficaz em comparação à abordagem tradicional de palavras-chave. O SBERT combinado com K-Means, demonstrou-se o método mais eficiente, evidenciando a importância de modelos de embedding adequados ao domínio de aplicação. Apesar disso, a busca por palavras-chave apresentou resultados satisfatórios em consultas mais longas e específicas, mas carece de consistência em inputs menos detalhados. A pesquisa reforça o potencial de técnicas semânticas na melhoria da relevância e precisão de sistemas de busca.

Tabela I. Comparação entre os quatro métodos de busca

Índice Input	Wor2Vec K-means	Word2Vec LDA	SBERT K-means	SBERT LDA	Palavra-Chave
1	26,67%	10,67%	54,67%	53,33 %	29,33%
2	56%	41,33%	84,00%	57,33 %	77,33%
3	41,33%	37,33%	76,00%	45,33 %	34,67%
4	18,67%	17,33%	62,67%	42,67 %	20,00%
5	41,33%	22,67%	44,00%	38,67 %	13,33%
Média	**37%**	**26%**	**64%**	**47%**	**35%**
Desv. Padrão	**0,145**	**0,1308**	**0,1607**	**0,0769**	**0,2509**

Tabela II. Comparação final

Índice Input	SBERT K-means	Palavra-Chave
1	54,67%	29,33%
2	84,00%	77,33%
3	76,00%	34,67%
4	62,67%	20,00%
5	44,00%	13,33%
6	60,00%	22,67%
7	44,00%	8,00%
8	45,50%	34,67%
9	50,67%	21,33%
10	76%	33,33%
Média	**60%**	**29%**
Desv. Padrão	**0,1465**	**0,191**

VI. Referências

[1] **D. Gunawan, C. A. Sembiring, M. A. Budiman***The implementation of cosine similarity to calculate text relevance between two documents*, Journal of Physics: Conference Series, 978 (2018) 012120.

[2] **J. Wu, X. H. L. Ma.** *The use of artificial intelligence in literature search and selection of the pubmed database*, Scientific Programming 2022, 8855307.

[3] **R. Subhashini, V.J.S. Kumar.** *Evaluating the performance of similarity measures used in document clustering and information retrieval*, Proc. of the 1st Intern. Conf. on Integrated Intelligent Computing, 2010, pp. 27-31.

Uma Abordagem Baseada em Web Scraping para Monitoramento, Comparação e Predição de Preços em Plataformas de e-Commerce

Ana Jéssica Soares da Silva, Eduardo Antunes Vicente, Felipe de Campos Oka
Ciência da Computação
unifanasilva@fei.edu.br, unifevicente@fei.edu.br, uniffoka@fei.edu.br

Orientador: Luciano Rossi
Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
lrossi@fei.edu.br

Resumo: Os consumidores que realizam compras online frequentemente enfrentam o desafio de encontrar produtos em lojas confiáveis pelo preço mais competitivo, considerando que os preços dos produtos tendem a flutuar ao longo do tempo. Com o intuito de simplificar esse processo de pesquisa de preços, destaca-se uma abordagem para monitorar de forma automática o preço de um produto específico conforme determinado pelo consumidor, dentro de intervalos de tempo predefinidos. Por meio de práticas de web scraping, observa-se um padrão de Xpaths dentro do mesmo e-commerce, possibilitando a configuração desses Xpaths para a captura dos preços. Além disso, essa abordagem permite o cadastro automático de produtos para monitoramento e a inclusão de novos e-commerces com base em Xpaths. Tal abordagem visa otimizar a eficiência da pesquisa e eliminar a necessidade de verificações manuais e repetitivas por parte do consumidor.

Palavras-chave: Xpath, e-commerce, consumidor, preços, web scraping e produtos.

I. Introdução

Na atualidade torna-se cada vez mais vital o emprego de técnicas e ferramentas de coleta de dados. uma vez que "Data acquisition is a preliminary job for any research and development related to data", ou seja, “A aquisição de dados é um trabalho preliminar para qualquer pesquisa e desenvolvimento relacionado a dados” (CHAULAGAIN et al., 2017)[1].

Com tamanho avanço da tecnologia, tornou-se viável para muitos comércios realizar uma transição para a web, criando assim os e-commerces, os quais revolucionaram a forma de realizar compras e buscar produtos, oferecendo conveniência e variedade. Uma forma de se obter dados, é através do web scraping, ou "raspagem de informações", consiste em extrair dados visíveis ao usuário diretamente de páginas web. Esse processo permite coletar informações de diversas fontes de forma mais ampla e autônoma, especialmente quando comparado ao uso de APIs, que podem ter restrições quanto aos dados disponibilizados.

II. Conceitos fundamentais

Web scraping: Consiste em uma técnica fundamental para extrair dados de sites da web de forma automatizada. A técnica é realizada por meio de scripts ou programas que simulam a navegação humana em páginas web, permitindo a coleta de informações específicas de acordo com o desejo do usuário.

Xpath: O Extensible Markup Language Path Language, conhecido como XML Path Language ou XPath, consiste em uma linguagem de consulta essencial para navegar pelos elementos e atributos de documentos HTML e XML (CLARK; DEROSE et al., 1999)[2]. Através do Xpath, é possível selecionar elementos com base nas tags, classes, IDs, atributos e padrões textuais, além de possibilitar o uso de funções como contains(), que seleciona elementos com base em determinadas partes do texto ou a navegação entre elementos pais ou irmãos.

Multilayer perceptron: O Multilayer Perceptron (MLP) é um modelo de rede neural artificial (RNA) comumente utilizado na modelagem de problemas complexos através da estrutura de múltiplas camadas de neurônios (HAYKIN, 1998)[3], composto por uma camada de entrada, camadas de processamento e aprendizado, e uma camada de saída.

III. Método

A proposta dessa abordagem visa empregar técnicas de desambiguação de termos e análises de tendências para auxiliar na monitoração do mesmo produto em diferentes e-commerces, permitindo identificar e aproveitar as melhores oportunidades de compra. Nesse contexto, o método consiste em utilizar técnicas de web scraping unidas com algoritmos de aprendizado de máquina, de modo a realizar uma busca

e comparação de produtos entre diferentes sites de e-commerce.

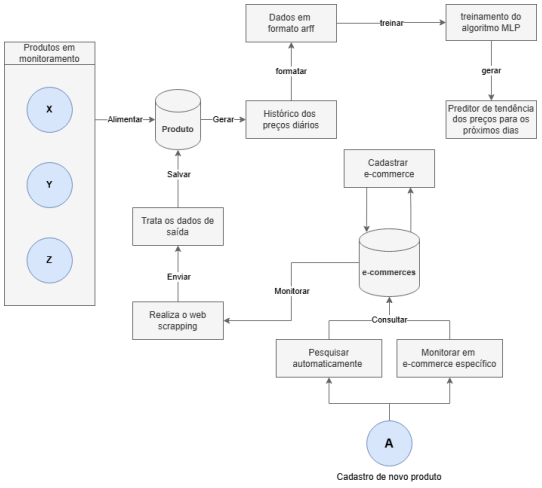


Figura 1. Diagrama da abordagem

A abordagem pode ser observada na Figura 1, a qual se estruturou em duas partes inter relacionadas: o monitoramento de produtos e a análise de tendências. Durante o desenvolvimento do monitoramento, foi evidenciada a dificuldade na desambiguação de produtos em 19 e-commerces distintos. Para resolver esse problema, foi utilizado a área de pesquisa dentro dos e-commerces, aliada a seus filtros e categorias, permitindo realizar a desambiguação de forma eficiente.

Esse processo não apenas identificou produtos semelhantes, mas também analisou e desambiguou os filtros disponíveis, como marca, modelo, faixa de preço e especificações técnicas, garantindo maior precisão nas correspondências. A partir do momento em que o produto está sendo monitorado, é criado um histórico de preços diários baseado no banco de dados, o qual é utilizado para treinar e atualizar o algoritmo de tendência de preço, possibilitando prever o comportamento futuro dos preços e fornecendo informações relevantes.

Para monitorar um produto, há duas abordagens disponíveis. A primeira consiste em informar diretamente a URL do produto e seu nome, desde que o e-commerce correspondente já esteja cadastrado no sistema. Nesse caso, é possível iniciar o monitoramento utilizando os seletores XPath previamente salvos no banco de dados para o e-commerce em questão. A segunda abordagem está relacionada à desambiguação de produtos. Nela, é informado apenas o nome do produto e selecionado os e-commerces nos quais deseja pesquisar. Com base nos seletores XPath de filtros e categorias, o sistema realiza uma comparação entre as opções disponíveis nos diferentes e-commerces para identificar correspondências. Após esse processo, o produto é registrado e o monitoramento é iniciado automaticamente. Dessa forma, é possível realizar a harmonização dos filtros e categorias entre os e-commerces, resolvendo inconsistências terminológicas que possam dificultar a identificação de produtos equivalentes. Após o processo, o produto e os filtros associados são registrados e o monitoramento é iniciado automaticamente.

IV. Conclusões

Com base na pesquisa dos algoritmos realizada e a execução dos testes para obtenção dos dados, adquirimos como resultado o seguinte gráfico de tendência de um produto através do MLP, com um produto de categoria diferente ao dos utilizados nos testes, como segue na Figura 2, onde a área em azul, refere-se ao histórico do preço produto no período de um ano, enquanto a área em vermelho representa os valores preditos pelo algoritmo para os próximos 30 dias.

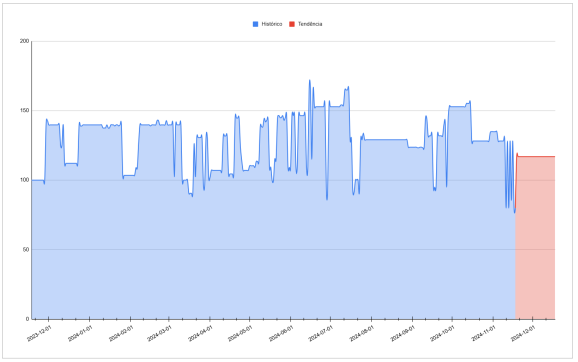


Figura 2. Histórico e Tendência do preço utilizando MLP

V. Referências

[1] CHAULAGAIN, R. S. et al. Cloud based web scraping for big data applications. In: 2017 IEEE International Conference on Smart Cloud (SmartCloud). Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 2017. p. 138–143. Disponível em: <https://www.computer.org/csdl/proceedings-article/ smartcloud/2017/3684a138/12OmNC8MsHQ>

[2] CLARK, J.; DEROSE, S. et al. XML path language (XPath). 1999

[3] HAYKIN, S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation. 2nd. ed. USA: Prentice Hall PTR, 1998. ISBN 0132733501.

MarketMind: Previsões para o Mercado Financeiro

Bruno Umeoka Higuti, Gabriel de Almeida Gava, Guilherme Bizon Jeronymo, Gustavo Leite Bueno de Oliveira, Matheus Venâncio Scomparim
Ciência da Computação
bruno@gmail.com, gabriel@gmail.com, guilherme@gmail.com, gustavo@gmail.com, matheus.vsm@hotmail.com

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Bianchi
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
rbianchi@fei.edu.br

Resumo: Com o uso de Inteligência Artificial, e redes neurais como suas ferramentas (Rede Neural Convolucional e Rede Neural Recorrente), o MarketMind busca-se compreender a volatilidade de alguns fundos populares pré-determinados, prevendo seus altos e baixos com Python. Os resultados dessas análises são apresentados de forma clara e visual, por meio de gráficos, junto a um DataFrame com os dados resultantes, facilitando a compreensão e permitindo a visualização e comparação precisa dos valores previstos em relação aos reais, junto também à análise comparativa entre as diferentes arquiteturas de rede utilizadas.

Palavras-chave: Mercado Financeiro, Inteligência Artificial, Previsão, Redes Neurais, Rede Neural Convolucional, Rede Neural Recorrente, Comparação.

I. Introdução e Objetivos

Nos últimos anos, houve um grande aumento no número de investidores no mercado financeiro brasileiro, mas ainda existe uma preferência significativa pela renda fixa em detrimento da renda variável [1], devido ao risco percebido. Eventos como o crash da Bolsa de Nova York e a queda das ações da Americanas em 2023 exemplificam esses riscos e a falta de transparência, afastando investidores da renda variável. Nesse cenário, a Inteligência Artificial (IA) [2] surge como uma ferramenta promissora para tornar o mercado financeiro mais confiável e atrativo, prevendo que o uso de IA supere US$ 200 bilhões até 2025.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo de IA para prever preços de seis ativos financeiros, utilizando Redes Neurais e apresentando os resultados em gráficos e tabelas. A hipótese é que Redes Neurais Convolucionais (CNN) possam ser adaptadas para atuar na previsão de preços de ações [3], desempenhando funções semelhantes às Redes Neurais Recorrentes (RNN), a fim de identificar tendências de alta ou queda das cotações.

II. Metodologia

Será previsto o comportamento dos gráficos de ações e fundos imobiliários, indicando os valores, bem como a tendência de queda ou alta do papel. Dentre as ações, foram selecionadas seis, que são: Banco do Brasil (BBAS3), Taesa (TAEE11) e Petrobras (PETR4), pertencentes a B3; e Nvidea (NVDA), Netflix (NFLX) e Eletronic Arts (EA), pertencentes a NASDAQ. A fonte de informação da IA será os dados históricos dos ativos, provenientes de bases de dados públicas, O modelo será calibrado com base nos preços dos ativos, mais em específico, os preços de abertura de mercado, utilizando Python, por meio de Redes Neurais, e com intervalo de 7 e 90 dias para o modelo realizar as previsões.

As bases de dados dos ativos foram extraídas do Yahoo Finanças foram devidamente tratados para que fiquem em um formato limpo e estruturado, a fim de manter a integridade dos dados. Após o tratamento, as bases completas foram divididas em 70% e 30%, a primeira para realizar o treinamento do modelo e a outra para servir como testes para avaliar a qualidade do modelo.

A seguir, se inicia o processo de desenvolvimento do modelo de previsão. Foi criado um algoritmo com três diferentes opções de arquiteturas de Redes Neurais, uma utilizando Rede Neural Convolucional, e as outras duas com Redes Neurais Recorrentes.

Na primeira, foi utilizado quatro camadas de CONV1D, todas seguidas de DROPOUT, e fechando com FLATTEN. Na segunda, foi utilizado quatro camadas de LSTM; e na terceira, quatro camadas de GRU. As três arquiteturas, finalizam com uma camada DENSE, para deixar o modelo totalmente conectado.

A próxima etapa foi a Compilação do modelo, definindo o que o modelo deve aprender, junto com as funções de ajuste de peso (RMSPROP), avaliação do modelo (MSE) e cálculo do Erro Absoluto Médio (MAE).

Em seguida, é realizado o treinamento, recebendo a matriz de entrada de dados, os valores reais que serão previstos, número de épocas e a quantidade de vezes que o modelo será treinado.

Após o modelo ser executado, os resultados são salvos em gráficos e em tabelas, para melhor visualização dos resultados.

III. Resultados

Nesse tópico, será apresentado alguns dos resultados obtidos durante os testes do algoritmo.

Os testes foram feitos variando a quantidade de épocas e a quantidade de dias utilizados no treinamento, variando de 7 e 90 dias. O principal índice utilizado para avaliar a precisão do modelo foi o R^2, quando mais próximo de 1, melhor, e o contrário, pior.

Foram feitas medições do tempo de execução, rodando as três arquiteturas, tanto para 7 dias quanto para 90 com 1 época, assim chegamos em uma média para ter uma estimativa de sua velocidade de processamento. Os tempos médios foram, para CONV1D, de 3.49s e 3,65s, para 7 e 90 dias, respectivamente. Para LSTM, 12,36s e 18,47s; e para GRU, 14,01s e 22,02s.

O melhor resultado obtido utilizando a arquitetura LSTM [4], foi com a ação BBAS3, com MAE de 0,3409, MSE de 0,1971, R^2 de 0,9905 e MAPE de 1,64%. Os parâmetros de análise foram 90 dias e 200 épocas. O modelo apresentou uma variação média de R$0,34, explicando cerca de 99% da variância dos dados e com um erro percentual médio de apenas 1,64%.

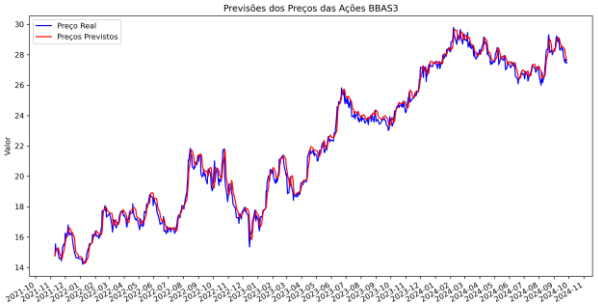


Figura 1. Melhor resultado do algoritmo usando LSTM.

O melhor resultado obtido utilizando a arquitetura LSTM, foi com a ação NFLX, com MAE de 9,7607, MSE de 196,2508, R^2 de 0,9920 e MAPE de 2,60%. Os parâmetros de análise foram 7 dias e 400 épocas. Variação média de R$9,76, explicando cerca de 99% da variância dos dados. No entanto, o MSE sugere a presença de alguns erros maiores nas previsões, possivelmente devido a volatilidades mais acentuadas ou padrões complexos que o modelo não capturou completamente.

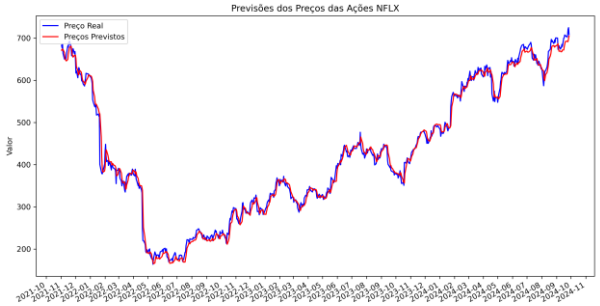


Figura 2. Melhor resultado do algoritmo usando GRU.

O melhor resultado obtido utilizando a arquitetura CONV1D, foi com a ação NVDA, com MAE de 1,5776, MSE de 7,0042, R^2 de 0,9940 e MAPE de 3,54%. Os parâmetros de análise foram 7 dias e 2000 épocas. variação média de R$1,58, explicando cerca de 99% da variância dos dados e com um erro percentual médio de apenas 3,54%.

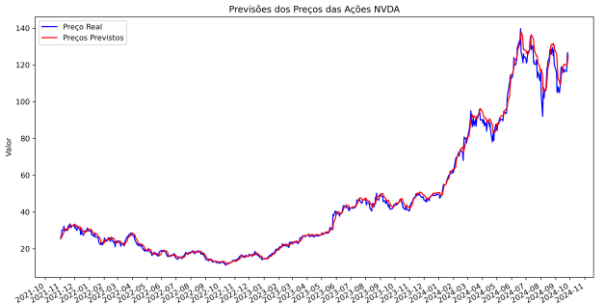


Figura 3. Melhor resultado do algoritmo usando CONV1D.

IV. Conclusões

Os experimentos demonstraram a eficiência dos modelos LSTM, GRU e Conv1D [5] na previsão de preços de ativos financeiros. LSTM e GRU destacaram-se na identificação de tendências de longo prazo, embora com maior custo computacional, enquanto Conv1D mostrou bons resultados com menor demanda tecnológica.

As contribuições do projeto incluem o desenvolvimento de algoritmos com redes neurais para previsão e uma apresentação visual aprimorada dos resultados. No entanto, limitações foram identificadas, como a análise restrita a poucos ativos, ausência de interface gráfica e alta dependência de dados históricos e de poder computacional.

Para trabalhos futuros, sugere-se expandir a base de ativos, desenvolver uma interface amigável, otimizar o custo computacional, criar algoritmos para identificar fatores externos, implementar aprendizado contínuo para permitir adaptação em tempo real do modelo, assim como inclusão de XAI, para permitir um entendimento sobre as decisões tomadas pelo modelo; e por fim, adição de múltiplos previsores para a análise e realização das previsões.

V. Referências

[1] WARTCHOW, M. et al. Análise e comparação do desempenho de diferentes investimentos de renda fixa e renda variável. 2018.

[2] GOME, D. D. S. InteligÊncia artificial: Conceitos e aplicaÇÕes. 2010.

[3] CHEN, S.; HE, H. Stock prediction using convolutional neural network. 2018.

[4] PIRES, V. T. de C. Redes neurais lstm e otimização de portfólio para auxílio a tomada de decisão na bolsa de valores. 2022.

[5] SHIRI, F. M. et al. A comprehensive overview and comparative analysis on deep learning

Visão Computacional Aplicada ao Rastreamento de Pessoas em Múltiplos Ambientes a Partir da Detecção de uma Ação Violenta Baseado em Aprendizado de Máquina

Erico Medeiros Correia da Silva, Fernando Chan Lin, William Yang
Ciência da Computação
ericosilvau@gmail.com, fernandolinfei@gmail.com, williamyangfei@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Rodrigues
Departamento de Ciência de Computação, Centro Universitário FEI
psergio@fei.edu.br

Resumo: Com o aumento do uso de câmeras de vigilância em centros urbanos, tecnologias de inteligência artificial têm sido desenvolvidas para atender à demanda por segurança pessoal e proteção de bens. Este trabalho apresenta uma metodologia baseada em visão computacional e aprendizado de máquina para a detecção de ações violentas, acompanhada do rastreamento do suspeito através de câmeras em diferentes ambientes. O sistema demonstrou alta eficácia: todas as detecções de eventos violentos foram corretas, com 100% de precisão na identificação inicial do suspeito, e 88% , mostrando robustez e confiabilidade mesmo em ambientes variados.

Palavras-chave: reidentificação, múltiplas câmeras, análise de características, detecção de ação violenta

I. Introdução

O aumento da criminalidade em grandes centros urbanos tem impulsionado a adoção de sistemas privados de segurança, como câmeras de vigilância. A tecnologia aplicada à segurança pública, no contexto das *Smart Cities*, tem modernizado os serviços urbanos, incluindo o combate à criminalidade (TERRA, 2023). Entretanto, a falta de integração entre dispositivos e de detecção automática de ações violentas e rastreamento de criminosos torna esses sistemas ainda dependentes de operadores humanos e pouco eficazes.

A visão computacional tem se destacado como uma solução promissora para a segurança, ao utilizar aprendizado de máquina na detecção de ações humanas, permitindo a identificação de comportamentos anormais, como ações violentas. Entretanto, desafios como baixa qualidade de imagens, ausência de datasets específicos e dificuldade no treinamento de modelos ainda limitam sua aplicação.

Diante disso, este trabalho apresenta uma metodologia focada na integração de três redes presentes na literatura: a *MobileNetV2-BiLSTM*[1], a *YOLO*[2] e a *MGN*[3]. Juntas, essas redes têm como objetivo não apenas detectar uma ação violenta, mas também identificar o suspeito e realizar seu rastreamento em diversas câmeras, independentemente do ambiente em que se encontre.

II. Metodologia

A metodologia proposta neste trabalho é composta por seis etapas, descritas a seguir e ilustradas no diagrama esquemático da Figura 1.

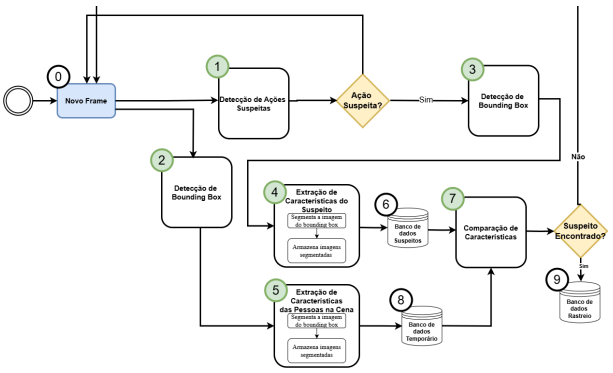


Figura 1. Esquema geral da metodologia proposta.
Fonte: Autor.

A. Etapa 1: Detecção da ação violenta

A detecção de ações violentas é realizada por meio da rede *MobileNetV2-BiLSTM*[1], que permite identificar ações como confrontos e contatos físicos agressivos, acionando a próxima etapa.

B. Etapa 2: Detecção da bounding box

Nesta etapa, o algoritmo *YOLO*[2] detecta pessoas na cena, delimitando-as por *bounding boxes* em cada *frame*.

C. Etapa 3: Extração de características do suspeito

A imagem do *bounding box* do suspeito, gerada na Etapa 2, é processada pela rede *MGN*[3] para extrair características do suspeito. Essas características são armazenadas para um futuro rastreamento.

D. Etapa 4: Detecção da bounding box das câmeras adicionais

Baseada na Etapa 2, esta etapa detecta *bounding boxes* em novos *frames*, abrangendo todas as pessoas na cena. Os dados são enviados para a próxima etapa.

E. Etapa 5: Extração de características das pessoas da cena

Seguindo o mesmo processo da Etapa 3, as características de todas as pessoas detectadas são extraídas e armazenadas para posterior comparação.

F. Etapa 6: Comparação de características

Realiza-se a comparação entre as características do suspeito e das pessoas presentes em todas as cenas capturadas pelas câmeras, identificando se o suspeito apareceu em outros locais ou ambientes. Assim, é possível rastrear o suspeito e descobrir seu trajeto dentro dos ambientes monitorados.

III. Resultados

A. Detecção de violência

No teste demonstrado é encenado um contato físico agressivo, seguido de apoderamento de item (Figura 2), simulando um tipo comum de violência em grandes cidades. Os resultados demonstram que, em todas as ocasiões em que o modelo identificou um evento como sendo violento, a classificação estava correta.



Figura 2. *Frames* com violência no vídeo. Fonte: Autor.

Na Figura 3 mostra o gráfico da porcentagem de anormalidade de cada cena. O modelo identificou um momento de violência constante, ou seja, o modelo detectou a ação violenta sem erros.

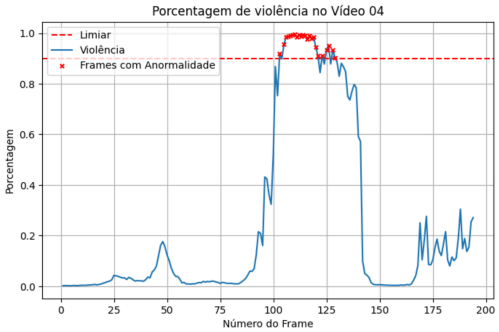


Figura 3. Gráfico da porcentagem da anormalidade. Fonte: Autor.

B. Reidentificação de pessoas

Os testes foram realizados utilizando a câmera principal, que identifica o suspeito após a ação violenta e compara as imagens com os registros de outras três câmeras em diferentes ambientes, como mostra a Figura 4, com o objetivo de rastreá-lo.

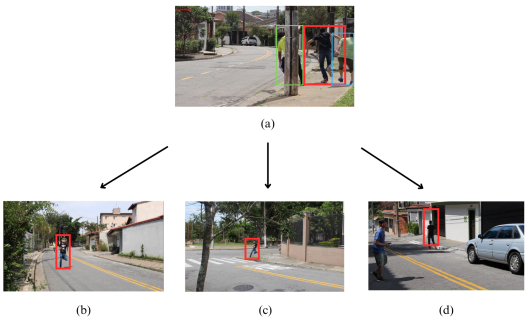


Figura 4. Rastreamento do suspeito pelas câmeras em múltiplos ambientes. Fonte: Autor.

Os resultados do rastreamento, apresentados na Figura 5, demonstram que o sistema obteve uma precisão de 100% na identificação da pessoa mais semelhante ao suspeito, e uma precisão de 88% em todas as reidentificações realizadas durante os testes, validando, assim, a eficácia do sistema no rastreamento do suspeito.



Figura 5. Reidentificação nas câmeras, da maior até a menor similaridade (da esquerda para a direita). Fonte: Autor.

IV. Conclusão

O projeto desenvolveu um sistema inovador para detecção de ações violentas e reidentificação de indivíduos em múltiplos ambientes, integrando redes de alta acurácia. Apesar de desafios relacionados a cenários complexos, como variações de iluminação e ângulos desfavoráveis, o sistema demonstrou eficácia em ambientes controlados.

Com uma base de dados própria, o modelo alcançou 100% de precisão na detecção de violência e 88% na re-identificação geral, com 100% para o indivíduo mais semelhante ao suspeito. O projeto avança a segurança em visão computacional, oferecendo um sistema automatizado, com potencial para aplicações em segurança pública e privada.

V. Referências

[1] KHALID, Abdulrahman. **Real-Time Violence Detection**. [S.l.: s.n.], 2022

[2] Redmon, J. et al. **You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection.** CVPR, 2016.

[3] Wang, G. et al. **Learning Discriminative Features with Multiple Granularities for Person Re-Identification**. arXiv:1811.05144, 2018.

[4] **Tecnologia contribui para reduzir índices de criminalidade**. Terra, 2024.

Crypto Rush - Simulador Financeiro do Mercado de Criptomoedas: Uma Abordagem Usando Redes Neurais Artificiais

Filipe Pedroso, Lucas Freo, Yuri Popic
Ciência da Computação
filipebruhnspedroso@gmail.com, lucasforge1209@gmail.com, yuripopic@hotmail.com;

Orientador: Prof. Gabriela Oliveria Biondi
Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
gbiondi@fei.edu.br

Resumo: O trabalho aborda a crescente popularidade das criptomoedas e a necessidade de capacitar investidores em um mercado volátil. O simulador "Crypto Rush", utiliza gamificação e redes neurais (LSTM e RNN) para prever cotações e treinar estratégias de investimento. Com precisão otimizada e aprendizado seguro, o projeto elimina riscos financeiros e promove uma experiência acessível ao mercado digital.

Palavras-chave: Criptomoedas, Mercado de Investimentos, Simulador, Gamificação, Redes Neurais, Mercado Digital.

I. Introdução

O interesse dos brasileiros no mercado financeiro, especialmente em ativos inovadores, como as criptomoedas, cresceu impulsionado por promessas de lucros e pela pandemia de Covid-19 [1]. Em 2023, o número de investidores em criptoativos no Brasil subiu de 1,44 milhões para 4 milhões no primeiro semestre, um aumento de 186% [2]. As criptomoedas, como o Bitcoin, destacam-se por serem digitais, descentralizadas e seguras, utilizando tecnologia Blockchain para registrar transações [3]. Apesar de atrativas, enfrentam desafios como volatilidade, incertezas regulatórias e riscos éticos [4].

Pesquisadores sugerem que, com estudo adequado, criptomoedas como o Bitcoin podem se tornar investimentos mais seguros [5]. No entanto, sua relação com a incerteza financeira permanece estatisticamente inconsistente [6]. Para preparar investidores em um mercado tão volátil, foi desenvolvido um trabalho baseado em gamificação, criando um ambiente simulador para treinar e capacitar usuários. Esse método visa melhorar a literacia financeira e a autoconfiança dos jogadores, permitindo decisões mais assertivas ao explorar a volatilidade e os fatores externos que influenciam o mercado.

II. Metodologia

O Crypto Rush consiste em um simulador de criptomoedas seguro e prático, no qual combina gamificação e redes neurais (LSTM e RNN) para prever cotações com base nos dados históricos, que será usada para tomada de decisão do BOT durante o período simulado.

O Crypto Rush inclui um Bot concorrente, ajustável em três dificuldades, que desafia o jogador a competir em cenários distintos. As dificuldades foram definidas em,“Fácil” com 30% de precisão, “Normal” com 50% de precisão e “Difícil”, com 90% de precisão.

Para aplicar o conceito de Transfer Learning de maneira transdutiva, utilizamos a técnica PCA para avaliar a similaridade das bases e definir os melhores parâmetros para dois grupos identificados: o Bitcoin, que apresenta uma curva distinta das demais criptomoedas, e o segundo grupo, formado por Solana, Ethereum e BNB. As diferenças são ilustradas na Figura 1, onde as dispersões em azul representam o Bitcoin, enquanto as demais cores correspondem as outras criptomoedas.

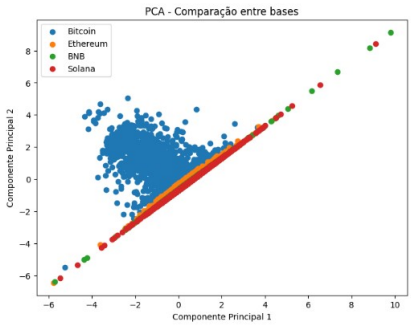


Figura 1. Gráfico PCA de Similaridade das Bases.

Os hiperparâmetros do modelo, utilizados para treinamento, foram avaliados em 144 combinações, com 30 testes realizados para cada uma delas, representado na Figura 2.

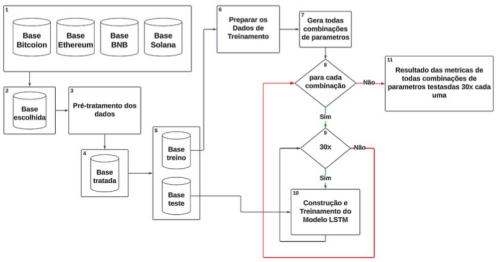


Figura 2. Execução dos testes de hiperparâmetros.

Os melhores resultados foram obtidos com 100 neurônios, 20 épocas (epochs) e um tamanho de lote (batch size) de 10, alcançando uma precisão direcional de 92,8% para o Bitcoin. Para as demais, a configuração ideal incluiu 90 neurônios, 20 épocas e um tamanho de lote de 10, resultando em uma precisão de 90,2%.

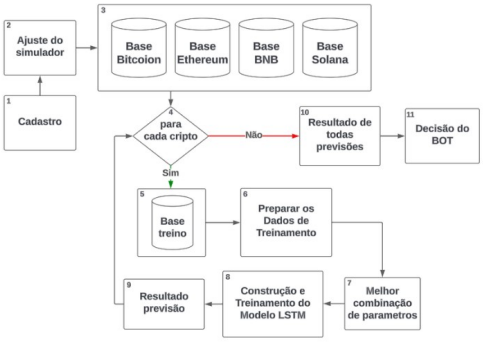


Figura 3. Dinâmica do Crypto Rush.

São utilizados os dados históricos das criptomoedas e os hiperparâmetros para treinar o modelo de LSTM. Após o ajuste do simulador, os dados são pré-processados e a previsão é feita de acordo com o cenário escolhido, conforme demonstrado na Figura 3, fazendo com que o BOT tome suas decisões com base nas previsões geradas.

A partir da combinação de todas as técnicas de machine learning utilizadas, a predição da cotação das criptomoedas é realizada e os resultados podem ser observados na Figura 4, que inclui as predições com 90% de assertividade.

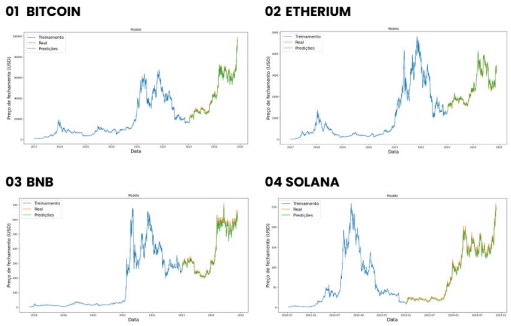


Figura 4. Gráficos de Predições das criptomoedas disponíveis para simulação.

III. Conclusões

Os resultados destacam alta precisão preditiva, como o RMSE otimizado, e acurácia direcional eficiente.

O Crypto Rush combina gamificação e inteligência artificial, proporcionando um ambiente seguro e prático para simular o mercado de criptomoedas e treinar estratégias sem riscos reais. Além disso, oferece uma dinâmica competitiva, na qual o BOT possui diferentes níveis de dificuldade, com tomadas de decisão ajustadas para cada nível.

IV. Referências

[1] L. et al. Aggregate and firm-level stock returns during pandemics, in real time. [S.l.], 2020.

[2] P. Brasil pode ter 11 milhões de investidores de bitcoin em 2024, diz especialista. [S.l.], 2023.

[3] S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. 2008.

[4] E. et al. Does bitcoin hedge global uncertainty? evidence from wavelet-based quantile-in-quantile regressions. Finance Research Letters, Elsevier, v. 23, p. 87–95, 2017.

[5] L. What are the main drivers of the bitcoin price? evidence from wavelet coherence analysis. PloS one, Public Library of Science San Francisco, CA USA, v. 10, n. 4, p. e0123923, 2015.

[6] H, et al. Impact of us uncertainties on emerging and mature markets: Evidence from a quantile-vector autoregressive approach. Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, Elsevier, v. 48, p. 178–191, 2017.

V. Agradecimentos

Gostaríamos de expressar nossa gratidão aos nossos familiares, que estiveram sempre ao nosso lado em todos os momentos desta caminhada. Agradecemos também ao corpo docente da FEI, cuja dedicação e compromisso com o ensino foram fundamentais para o nosso crescimento. Este trabalho é fruto de um esforço conjunto e do apoio inestimável de todos vocês. Muito obrigado!

Estudo de Desenvolvimento de um Aplicativo para Detecção do Transtorno do Espectro Autista (TEA): Uma Abordagem Baseada em Engenharia de Usabilidade e Plataformas Low-Code

Henrique Magnesi Cietto, Daniel Rodrigues Martinez, Thomas Alexander Ulrich
Ciência da Computação
henriquecietto@gmail.com
dani.martinez.5c@gmail.com
thomas.ulrich297@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Plinio Thomaz Aquino Junior
Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
plinio.aquino@fei.edu.br

Resumo: A crescente visibilidade dos transtornos mentais, como o autismo, que afeta socialização, comunicação e comportamento, tem impulsionado esforços para melhorar a qualidade de vida dos portadores e seus familiares. O diagnóstico precoce é essencial para minimizar impactos negativos e prevenir o agravamento de sintomas, embora a identificação do TEA em crianças seja desafiadora. O desenvolvimento de softwares na área vem crescendo, mas ainda enfrenta altos custos financeiros e de tempo. Este trabalho apresenta a modelagem de uma interface para profissionais de saúde, baseada no ciclo de vida da engenharia de usabilidade, com questionários para identificar traços de transtornos. Utilizando uma plataforma *low-code*, foi possível acelerar o processo de prototipação e testes, com resultados positivos e esperados.

Palavras-chave: Autismo, Diagnóstico, Interação Humano-Computador, Low-code, Engenharia de Usabilidade

I. Introdução

O TEA, ou autismo, é um transtorno que afeta socialização, comunicação e comportamento. Apesar de sinais poderem ser observados nos primeiros meses de vida, muitos portadores chegam à fase adulta sem diagnóstico, especialmente em casos leves, enfrentando dificuldades sociais e pessoais. A detecção precoce é crucial para reduzir o agravamento dos sintomas [1].

Diversos métodos ajudam a rastrear sinais de TEA em crianças, como os questionários Q-CHAT-10, PREAUT e IRDI, que avaliam comportamento, desenvolvimento emocional e sinais de risco. O uso combinado desses instrumentos aumenta a precisão diagnóstica, especialmente nos primeiros meses de vida [2] [3].

Avanços tecnológicos têm melhorado diagnósticos e experiências na área da saúde. A metodologia de Engenharia de Usabilidade de Mayhew, que organiza o desenvolvimento de interfaces em três grandes etapas, foca na criação de produtos eficazes e satisfatórios para os usuários [4].

Nesse projeto, o uso de plataformas low-code acelerou a criação de protótipos, eliminando a necessidade de versões intermediárias em papel e permitindo uma evolução progressiva até o estágio funcional final. Isso economizou recursos e manteve a eficácia do processo.

II. Objetivo

Utilizar uma plataforma de desenvolvimento *low-code* para potencializar o ciclo de vida da engenharia de usabilidade de um aplicativo móvel que possa auxiliar o processo de diagnóstico e acompanhamento do TEA em pacientes de até 24 meses, agrupando questionários utilizados pelos profissionais como ferramentas para detecção precoce do transtorno, oferecendo maior praticidade e eficiência na coleta e análise de dados.

III. Metodologia

A metodologia utilizada neste projeto segue o ciclo de vida para engenharia de usabilidade adaptado de Mayhew [5], estruturado em três etapas principais, apresentadas a seguir.

Análise de Requisitos: Inclui levantamento do perfil do usuário, criação de personas e do fluxo de tarefas dentro da interface, além da definição de metas de usabilidade.

Design, Avaliação e Desenvolvimento, dividido em três níveis. O primeiro nível envolve a criação de protótipos conceituais baseados no modelo conceitual do projeto (MCP), avaliados com usuários em sessões simuladas. O segundo adiciona padrões visuais e interativos ao protótipo, seguido de novas avaliações com usuários. Por fim, o terceiro envolve a implementação de funcionalidades complementares e testes em condições

próximas ao uso real, garantindo que os critérios de usabilidade sejam atendidos.

Instalação: Apresentação do aplicativo a usuários finais, permitindo a coleta de feedbacks para refinamento iterativo até que o produto atenda plenamente às expectativas de usabilidade e funcionalidade.

Essa abordagem centrada no usuário garante um processo iterativo e flexível, resultando em um produto intuitivo, eficaz e alinhado às necessidades dos profissionais e responsáveis envolvidos.

IV. Resultados

Doze voluntários se disponibilizaram a participar das etapas de teste. Para a escolha deles, deviam atender a pelo menos um dos seguintes critérios: Envolvimento profissional ou social com pessoas portadoras do TEA, a ponto de entenderem sobre o transtorno, seus sintomas e métodos de diagnósticos, estudantes ou formados na área da saúde (que tiveram contato com pediatria e/ou TEA) e pessoas qualificadas com conhecimento dos questionários para identificação de traços de TEA

Ao final do ciclo, após passar por todas as etapas com seus devidos critérios, foram realizadas uma série de perguntas, como se o software tem potencial de afetar positivamente o processo de coleta e análise dados que possam ajudar a identificar traços de TEA na infância ou se solução é viável e aplicável. Em uma média, mais de 95% das repostas foram positivas, comprovando que o ciclo foi concluído com sucesso e a ideia tem grande potencial de aceitação pela parte dos envolvidos.

V. Conclusões

Realizando um levantamento de todos feedbacks e sugestões dadas pelos entrevistados ao longo do projeto, é possível concluir que foi possível realizar com sucesso a modelagem do software, seguindo o ciclo de vida para a engenharia de usabilidade, potencializado pelo uso de uma plataforma *low-code* com intenção de economia de recursos e tempo durante as fases de prototipagem, por meio das respostas positivas, mostrando que existe grande potencial do produto final contribuir positivamente no processo de identificação de traços do TEA em crianças de até 24 meses de vida.

VI. Referências

[1] LIMA, H. K. S. d. et al. Diagnóstico tardio do autismo em adultos. 2021.

[2] LSC MOLDãO CM, B. M. S. T. C. Y. d.-M. I. D. Instrumentos de identificação precoce dos sinais de risco para o transtorno do espectro autista: Revisão integrativa da literatura. Resid Pediatr. 2022, v. 12, n. 4, p. 1–7, 2022.

[3] HOOGSTRATEN, A. M. R. J. van; SOUZA, A. P. R. de; MORAES, A. B. de. A complementaridade entre sinais preaut e irdi na análise de risco psíquico aos nove meses e sua relação com idade gestacional. CoDAS, v. 30, n. 5, 2018.

[4] BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. da. Interação humano-computador. 1. ed. [S.l.]: Elsevier, 2010.

[5] MAYHEW, D. The Usability Engineering Lifecycle: a practitioner's handbook for user interface design. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1999

Engenharia de Automação e Controle

Manufatura Digital Aplicada à Automação e Melhoria de Produtividade no Ambiente Industrial

Juliana Andalo Laprano Duarte Vieira, Tais de Camargo Uguetto
Engenharia de Automação e Controle
julianaandalovieira@gmail.com, taisuguetto@gmail.com

Orientador: Fabio Lima
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
flima@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho aborda a aplicação da manufatura digital na empresa Uguettolar Ind. LTDA, do setor manufatureiro, com o objetivo de validar a produtividade de uma linha de produção, identificar oportunidades de melhoria e propor soluções baseadas em automação industrial para assim, diminuir os longos prazos de entrega dos produtos. Para isso, utiliza ferramentas do Lean Manufacturing, como Mapa de Fluxo de Valor, Diagrama de Fluxo, Análise de Tempos e Movimentos, Análise da Causa Raiz e Análise de Pareto, para mapear e diagnosticar os processos fabris. O cenário original e a solução proposta são implementados em simulação, permitindo a comparação entre o ambiente atual e o cenário com as melhorias, analisando a produtividade e a viabilidade técnica do modelo.

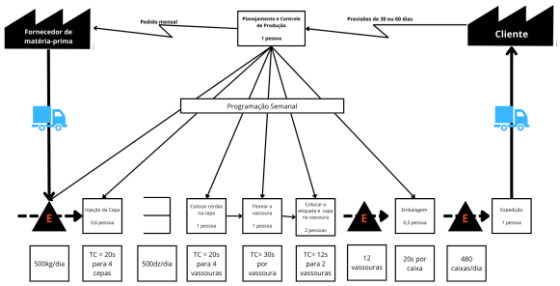
Palavras-chave: Indústria 4.0, Automação Industrial para Pequenas Empresas, Manufatura Digital, Simulação.

I. Introdução

A manufatura digital, inserida na Indústria 4.0, utiliza tecnologias como *IoT (Internet of Things)*, inteligência artificial e gêmeos digitais para aumentar a eficiência e competitividade nos processos produtivos. Essas inovações, combinadas à automação industrial e práticas de Lean Manufacturing, permitem melhorar operações, reduzir custos e personalizar produtos [1][2][3]. Este trabalho tem como objetivo avaliar a produtividade de uma linha de produção utlizando simulação computacional, validando melhorias baseadas em automação e analisando sua viabilidade [4][5].

II. Metodologia

Inicialmente, foi realizado o Mapa de Fluxo de Valor (MFV) utilizado para mapear o estado atual do valor do processo produtivo, mostrado na Figura 1 e o Diagrama de Fluxo para mapear detalhadamente as atividades da fábrica. A Análise de Tempos e Movimentos avaliou detalhadamente as atividades manuais realizadas pelos operadores, permitindo identificar desperdícios e oportunidades de melhoria. Adicionalmente, a Análise de Causa Raiz foi empregada através do método dos "5 Porquês", de modo a evidenciar que os atrasos na alimentação das máquinas estavam ligados à ausência de um sistema automatizado eficiente, resultando em movimentações excessivas e ociosidade entre as etapas produtivas, enquanto a Análise de Pareto destacou as etapas responsáveis pela maior parte dos atrasos e desperdícios, evidenciando que 80% dos problemas eram causados por apenas 20% das etapas do processo.



Fonte: Autor

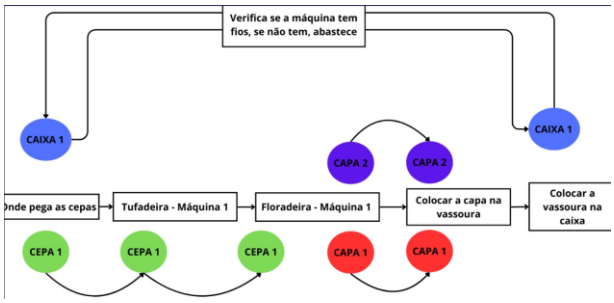
Figura 1. Mapa de Fluxo de Valor.

A terceira etapa envolveu o desenvolvimento de modelos de simulação computacional. Para isso, foi utilizado o software Plant Simulation, ferramenta que permitiu criar dois cenários principais: o modelo "Baseline" visto na Figura 2, que representa o processo atual, o qual é detalhado na Figura 3 e o modelo "To Be" visto na Figura 4, que evidência as melhorias propostas. A simulação do modelo "Baseline" foi utilizada para validar os dados coletados, enquanto o modelo "To Be" integrou soluções como automação de tarefas críticas e reorganização do *layout* fabril.



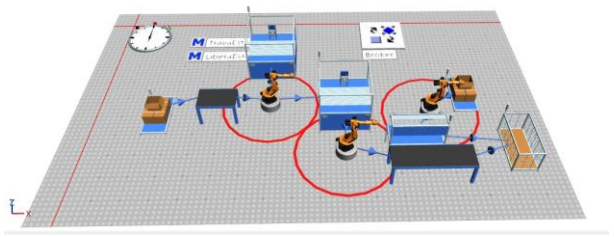
Fonte: Autor

Figura 2. Modelagem do fluxo Baseline.



Fonte: Autor

Figura 3. Fluxo de trabalho da fábrica.



Fonte: Autor

Figura 4. Modelagem do fluxo To Be.

III. Resultados

Os resultados do estudo destacaram a eficácia da manufatura digital na melhoria de processos fabris. A análise inicial revelou áreas para intervenção, como gargalos na linha de montagem e tempos excessivos em etapas específicas. A aplicação das ferramentas de Lean Manufacturing e simulação possibilitou a identificação de oportunidades de melhoria. O Mapa de Fluxo de Valor evidenciou o alto tempo de ciclo da etapa de florear vassouras, que foi identificado como oportunidade para automação, enquanto a Análise de Pareto revelou que 80% dos atrasos eram causados por 20% das etapas, com destaque para a alimentação das máquinas e o transporte interno.

Entre os principais avanços identificados, a automação da etapa de florear reduziu o tempo de ciclo de 30 para 15 segundos por unidade. Além disso, a introdução de um sistema automatizado de transporte interno diminuiu os tempos de deslocamento em 25%, aumentando a eficiência global. A simulação do modelo "To Be" validou as mudanças propostas, demonstrando um aumento de 20% na produtividade diária e uma redução de 15% nos custos operacionais. Na figura 5 estão evidenciadas as demais métricas. Esses resultados consolidam a automação e a manufatura digital como ferramentas essenciais para aumentar a produtividade, reduzir custos e melhorar a competitividade industrial.

	Simulação Baseline - Cenário Não Automatizado	Simulação To Be - Cenário Automatizado
Mean Life Time	O tempo médio de vida do produto no sistema é de 2 horas e 4,1474 minutos para o primeiro "Drain" - o que reflete um **processo mais demorado**, característico do uso de trabalhadores humanos.	O tempo médio de vida do produto **caiu** para 51 minutos e 0,3154 de minuto - mostrando que a automação permite um **fluxo mais rápido e eficiente**.
Throughput e TPH	A saída total de peças produzidos (throughput) e a taxa de produção (TPH) são **mais baixas** do que no cenário automatizado, indicando uma **produção mais lenta**.	A automação aumentou o throughput para 1150 e o TPH para **144**, refletindo um **aumento significativo na produtividade**, com mais peças finalizadas no mesmo intervalo de tempo.
Production	A produção atingiu **95.52%**, demonstrando um **bom nível de uso dos recursos.**	A produção foi reduzida para **40.92%**, o que indica que, embora a capacidade de produção seja maior, o **sistema automatizado fica ocioso por mais tempo.**
Transport	4.48% do tempo foi dedicado ao transporte, **sugerindo um tempo de movimentação controlado no sistema.**	O transporte aumentou para 59.08% - maior movimentação de produtos entre as etapas automatizadas. **Esse aumento pode ser uma área de melhoria, pois o tempo elevado de transporte reduz a eficiência se não agregar valor direto.**
Value Added	Cerca de 56.37% do tempo total é gasto em atividades que agregam valor ao produto. Um valor de **56,37% é aceitável para processos em fase de transição ou com espaço para melhorias.**	O valor agregado diminuiu para 29.23%, o que indica que **uma menor proporção do tempo total é destinada a atividades que realmente agregam valor ao produto final.** Isso pode ser atribuído ao maior tempo de transporte e à redução do tempo em produção ativa.

Fonte: Autor

Figura 5. Resultados das Simulações.

IV. Discussões

Os resultados mostram que a automação, aliada ao Lean Manufacturing, potencializa ganhos de produtividade, mas exige planejamento cuidadoso. A abordagem envolve redesenho do *layout*, automação de etapas críticas, balanceamento de máquinas e uso de simulação para ajustes. Esses esforços garantem eficiência, redução de custos e maior competitividade.

V. Conclusões

O estudo conclui que a manufatura digital é essencial para melhorar a produtividade e competitividade no setor manufatureiro. A integração de tecnologias digitais permite maior eficiência e redução de custos. Recomenda-se que outras empresas do setor adotem essas práticas para maximizar seus resultados.

VI. Referências

[1] Schwab, K. *A Quarta Revolução Industrial*. Penguin Random House, 2016.

[2]Brettel, M., et al. "How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape." *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2014.

[3]Gunasekaran, A., et al. "Big Data and Predictive Analytics for Supply Chain and Logistics." *International Journal of Production Economics*, 2018.

[4]Banks, J., et al. *Discrete-Event System Simulation*. Pearson, 2010.

[5]Liker, J. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill, 2004.

Sistema de Visão Computacional para Mapeamento de Via

Fellipe Augusto Alvaíde Mesquita, Giovana Bettoni Rossi, Gustavo Henrique Saraiva Barbosa Da Silva, Pedro Conti Hernandez
Engenharia de Automação e Controle
fellipe.mesquita@hotmail.com, gibrossi@uol.com.br, ghs.saraiva@gmail.com, pedropeoh691@outlook.com

Orientador: Renato Giacomini
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
renato@fei.edu.br

Resumo: Em decorrência dos inúmeros pontos negativos do survey de via ser efetuado manualmente, como baixa eficiência, maiores custos e maiores riscos aos trabalhadores, é vital pensar-se acerca de uma maneira de automatizar este processo. Em vista disso, o projeto proposto visa desenvolver um sistema de visão computacional para mapeamento automatizado de vias ferroviárias, visando melhorar a eficiência e a segurança das operações ferroviárias. Os objetivos incluem identificar elementos de sinalização, entender tecnologias de visão computacional e geolocalização, construir um protótipo inicial utilizando uma Raspberry Pi 3, desenvolver um código de software com auxílio da ferramenta GitHub, para no final, conseguir reconhecer os elementos de via e sua exata localização. Além disso, com o protótipo ainda em desenvolvimento, já foi possível atingir um resultado parcial significativo, no qual, o sistema já consegue reconhecer objetos simples do cotidiano, quando colocados em frente à câmera. Importante destacar que todo este projeto foi realizado em parceria com a empresa Alstom.

Palavras-chave: Sistema de visão computacional, mapeamento de via, machine learning.

I. Introdução

Na contemporaneidade, metrôs e trens possuem importância fundamental na mobilidade urbana, principalmente em grandes metrópoles. Em São Paulo, por exemplo, de acordo com dados divulgados pelo Metrô e as concessionárias ViaQuatro e ViaMobilidade, nos seis ramais metroviários, o número de passageiros chegou a 1,19 bilhão no ano de 2023 [1]. Assegurar a manutenção e bom funcionamento do sistema ferroviário são essenciais para garantir que todas essas pessoas consigam ser transportadas em segurança.

A Alstom é um grupo industrial francês que atua no Brasil no setor de transporte ferroviário, principalmente na área de sinalização, há 66 anos, participando do desenvolvimento da infraestrutura do país.

A sinalização em trens refere-se ao conjunto de dispositivos, sinais visuais, sonoros ou eletrônicos utilizados para regular o tráfego ferroviário, garantindo a segurança e fluidez das operações ferroviárias. Para que sejam iniciadas as atividades de projeto de sinalização, instalação e documentação, é preciso realizar um "survey" de via, no qual, é realizado o mapeamento de todos os equipamentos instalados na via, com a respectiva localização geográfica. Atualmente, esta atividade é realizada de maneira manual pela empresa Alstom, demandando muito tempo, e exigindo que funcionários percorram logos trechos de via. Partindo desta linha de raciocínio, o tema do projeto em parceria com a empresa Alstom consiste em automatizar o mapeamento de vias do sistema ferroviário.

II. Por que utilizar a *Raspberry pi*?

A Raspberry Pi foi construída propositalmente para funcionar como um computador altamente flexível e poderoso, a uma fração dos custos de um tradicional, para ser usado por qualquer pessoa, com o intuito de resolver problemas de forma criativa. Seus muitos recursos facilmente superam suas limitações e tornam a Raspberry Pi uma ótima ferramenta de pesquisa que pode ser utilizada para quase qualquer coisa. Isso pode variar de tarefas mais simples à tarefas mais complexas que podem ler várias entradas, acionar outras ações e processar dados automaticamente [2].

Desta forma, é possível listar algumas vantagens ao utilizar a Raspberry Pi:

1. Grande potência de processamento em uma placa compacta;
2. Grande número de interfaces dedicadas (UART, I2C, SPI, I2S, CSI, DSI) para conectar uma ampla gama de sensores e componentes elétricos;
3. Gravação automatizada de imagens e vídeo de longo prazo com alta personalização;
4. Alta conectividade (HDMI, USB, Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth);

III. Treinamento do sinaleiro e máquina de chave

Nesta etapa, no site *Make Sense [3]*, realizou-se uma seleção manual do sinaleiro e da máquina de chave, selecionando cada elemento com uma grande precisão

para que o cenário não fosse incluso, sendo utilizado mais de 300 fotos ao todo. O próprio site gerou arquivos no formato YOLO, e juntamente com o código compilado no próprio software YOLO, foi possível realizar o treinamento para reconhecimento dos objetos.

A Figura 1, abaixo, representa o gráfico da precisão e confiança. Trata-se de uma curva logarítmica tendendo a 1, que corresponde ao nível de aprendizado 100% do software. A curva em azul escuro corresponde a curva esperada de precisão entre 94,5% e 100%, ao compará-la com as curvas dos objetos sinaleiro e máquina de chave, percebe-se que elas possuem comportamento semelhante, estão praticamente sobrepostas, então é como se o software estivesse identificando com alta precisão e confiança.

Além disso, importante mencionar que o eixo Y corresponde à precisão e o eixo X à confiança. Portando, à medida que vão aumentando a quantidade de treinamentos, vai aumentando a precisão e a confiança, sempre tendendo a 1, para atingir o nível de 100%.

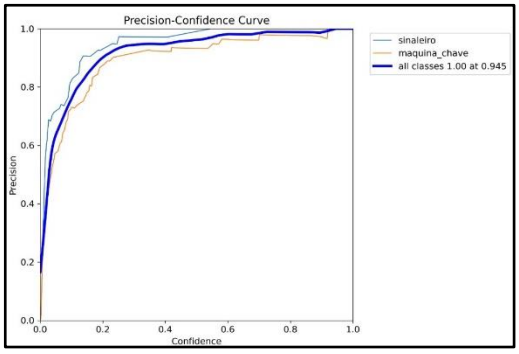


Figura 1. Gráfico: Precisão e Confiança.

O gráfico da Figura 2 ilustra o resultado do treinamento com o modelo YOLOV8n. Nesta, é possível observar o gráfico da normalização da matriz de confusão. Pode-se dizer que o resultado obtido foi muito bom, pois no próprio gráfico é possível observar que o software YOLO conseguiu identificar tanto o sinaleiro, como a máquina de chave com uma confiança de 86%.

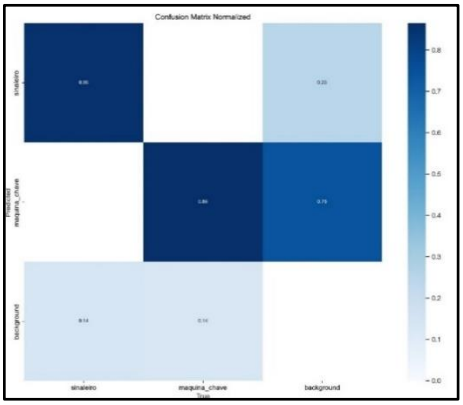


Figura 2. Gráfico: normalização da matriz de confusão.

IV. Resultado final do protótipo

A Figura 3 ilustra o resultado final do projeto, no qual, é possível observar um print screen da tela do terminal da *Raspberry Pi*. Por meio desta figura, nota-se que a partir da câmera do protótipo, a *Raspberry Pi* compilou os códigos, processou a imagem em tempo real e conseguiu identificar o elemento de via máquina de chave, fazendo um retângulo verde em seu entorno e escrevendo junto à data e hora, sua localização geográfica em latitude e longitude.

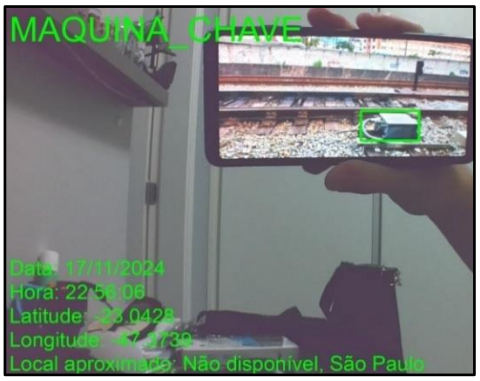


Figura 3. Reconhecimento da máquina de chave.

V. Conclusões

O projeto é crucial para aumentar a segurança e a eficiência das operações ferroviárias, atualmente realizadas de forma manual pela Alstom. A automação do mapeamento das vias ferroviárias por meio de sistemas de visão computacional elimina erros humanos, acelera o processo de inspeção e garante maior segurança aos trabalhadores, reduzindo o risco de lesões e acidentes.

Os testes com o software YOLO mostraram resultados promissores, com uma taxa de identificação de 86% para dois elementos, sinaleiro e máquina de chave. No entanto, devido às limitações do hardware *Raspberry Pi*, foi necessário restringir a velocidade máxima do veículo de manutenção para 20 km/h e limitar a identificação a dois elementos. O sucesso nessa identificação sugere planos futuros para expandir a capacidade do sistema, visando uma operação totalmente autônoma. Para isso, será essencial um hardware mais potente, dado que a *Raspberry Pi*, mesmo com resfriamento adicional, apresentou problemas de superaquecimento e travamentos.

VI. Referências

[1] R. Meier, "Número de passageiros no Metrô de São Paulo cresceu em 2023, mas segue distante dos níveis pré-pandemia", MetrôCPTM.

[2] J. W. Jolles, "Broad-scale applications of the Raspberry Pi: A review and guide for biologists", *Methods Ecol Evol*, vol. 12, no 9, p. 1562–1579, set. 2021, doi: 10.1111/2041-210X.13652.

[3] "Make Sense". Disponível em: <https://www.makesense.ai/>.

Gêmeo Digital de Manipulador Robótico para Controle e Monitoramento Via Conexão IoT

Diego Ortega Fialho Cesário, Diego Sanchez D'Amaro, Danilo Alves de Lima, Filippe Franca Neves Filho, Luiz Antonio Conte Takahashi, Rafael Pires Rozzatti
Engenharia de Automação e Controle
uniedcesario@fei.edu.br, unieddamaro@fei.edu.br, uniedlima@fei.edu.br, uniefifilho@fei.edu.br, unieltakahashi@fei.edu.br unierrozzatti@fei.edu.br

Orientador: Ricardo Janes
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
janes@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho propõe uma solução inovadora para a indústria moderna, alinhada aos princípios da Quarta Revolução Industrial. Com o avanço das tecnologias digitais, duas frentes têm se destacado: monitoramento de ativos, essencial para prever falhas e realizar manutenções preditivas e prescritivas, e os Gêmeos Digitais, que oferecem flexibilidade para análise de desempenho e melhorias em linhas de produção e produtos. O objetivo deste projeto é integrar essas duas tecnologias em uma aplicação prática, criando uma réplica virtual de um manipulador robótico conectado via IoT. A implementação explora conceitos essenciais como gêmeos digitais, Internet das Coisas e manufatura autônoma, oferecendo uma base teórica sólida e uma aplicação prática robusta. Como resultado, foi desenvolvido um sistema capaz de monitorar e controlar remotamente o desempenho e os parâmetros operacionais do robô físico, proporcionando uma ferramenta poderosa para otimização e tomada de decisão em ambientes fabris modernos.

Palavras-chave: Quarta Revolução Industrial, Gêmeo Digital, Manipulador Robótico, Monitoramento de Ativos, Fábricas Autônomas.

I. Introdução

Os gêmeos digitais na indústria são criados através da coleta de dados por sensores conec-tados a ativos físicos, os quais são então mapeados para modelos virtuais.

Diante das diversas inovações do contexto de fábricas inteligentes e indústria 4.0, este trabalho propõe a criação de um gêmeo digital capaz de reproduzir virtualmente um manipulador robótico.

Essa solução representa o que há de mais recente no mundo da tecnologia e o que irá eclodir nos próximos anos.

II. Objetivos

A solução deste trabalho contou com a possibilidade de viabilizar a manutenção preditiva nas indústrias, baseada em diagnósticos que indicavam futuras falhas, os quais poderiam ser programados conforme a necessidade. Dessa forma, qualquer tipo de linha produtiva, seja de manufatura ou mon-tagem, poderia digitalizar os meios produtivos de sua fábrica conforme a metodologia apresentada.

Consequentemente, resolver reduzir gastos eleva-

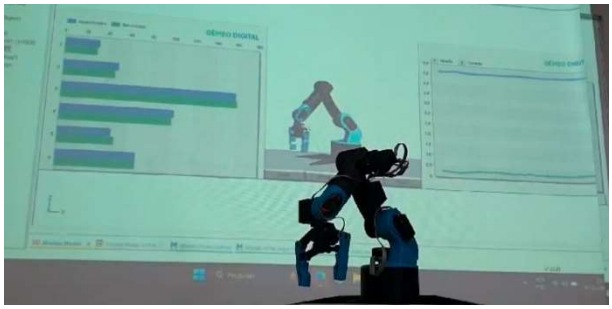


Figura 1. Gêmeo Digital posicionado de acordo com os dados lidos no manipulador físico.

III. Metodologia

O projeto visa a implementação de um gêmeo digital para monitorar e estudar os parâmetros de um manipulador robótico físico, utilizando o software Plant Simulation. A pesquisa tem abordagem qualitativa, explorando a comunicação entre uma máquina industrial e a rede, com foco na melhoria da previsibilidade de falhas e do monitoramento de proces-

sos no ambiente IoT. O trabalho foi dividido em duas frentes principais: o desenvolvimento de software e hardware.

IV. Resultados

Os resultados obtidos neste projeto evidenciam o sucesso da aplicação de um gêmeo digital no controle e monitoramento de um manipulador robótico. A integração entre sensores GY-521, o microcontrolador ESP32 e a plataforma de simulação Tecnomatix Plant Simulation permitiu a reprodução precisa dos movimentos do manipulador físico no ambiente virtual, destacando a viabilidade da sincronização em tempo real entre o mundo físico e digital.

A simulação no Tecnomatix Plant Simulation revelou-se um recurso essencial, não só para validar os comandos no manipulador físico, mas também para otimizar os processos antes de sua implementação real. Essa abordagem reduziu significativamente a necessidade de testes físicos, minimizando o risco de falhas e contribuindo para a otimização dos processos de produção.

Os gráficos abaixo demonstram os resultados experimentais obtidos, os quais nos trazem informações relevantes para determinar eficiência e previsibilidade operacional de nossa aplicação.

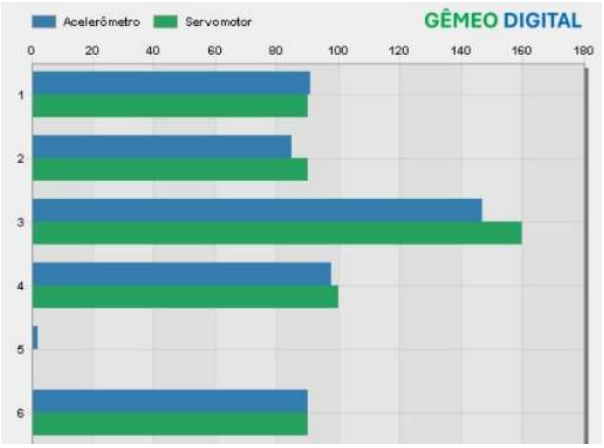


Figura 2 Gráfico comparativo entre a leitura dos sensores MPU6050 e os dados enviados aos servomotores

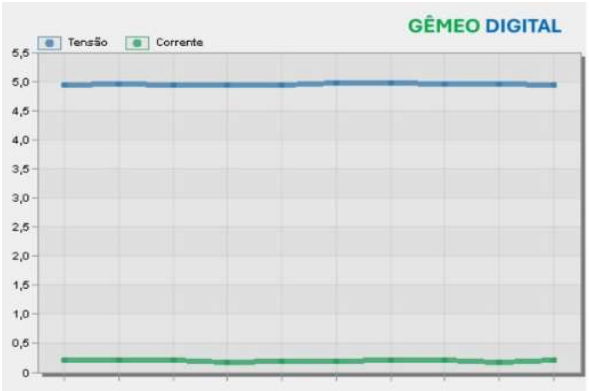


Figura 3. Gráfico corrente (azul) x tensão (verde).



Figura 4. Tela do aplicativo IoT MQTT Panel para leitura e gravação de comandos.

V. Conclusões

O projeto cumpriu seus objetivos e proporcionou uma significativa experiência de aprendizado sobre as interações entre hardware, software e as novas tecnologias industriais, destacando-se como um exemplo prático da aplicação do gêmeo digital na indústria 4.0. O trabalho abre portas para futuras pesquisas e melhorias, com a possibilidade de expandir a solução para diferentes tipos de máquinas e processos industriais, permitindo um avanço considerável na automação e otimização de sistemas produtivos.

VI. Referências

[1] D. S. Azevedo et. al., IEEE Journal of Solid-State Circuits, 42 (2003) 1234-1239

[2] M. Rocha, Conceitos Fundamentais, Spring-Verlag, 1999.

[3] LU, Yang. Internet of Things: A systematic review of the business literature from the user and organizational perspectives. 2018

[4] CHINNASAMY, Digital twin of robot manipulator using ROS, 2023

VII. Agradecimentos

Expressamos nossa sincera gratidão a Deus. Aos nossos pais e familiares, agradecemos o apoio incondicional e compreensão durante nossa jornada acadêmica. Agradecemos especialmente o professor Rafael Alves Gomes Alves pela disposição para nos ajudar, independentemente da dificuldade do problema lhe apresentado, sempre soube nos ensinar e orientar para uma solução.

Tecnologia de Baixo Custo para Análise de Movimento Humano por Meio do OpenSense

Thiago Gabriel dos Santos Vieira, Matheus Sforcim Araujo, Luís Paulo Arita Sakai
Engenharia de Automação e Controle
thiagogabriel2901@gmail.com, luispauloarita@gmail.com, matheus.sforcim@gmail.com

Orientador: Wellington Cássio Pinheiro
Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI
wellington@fei.edu.br

Resumo: O Sistema Único de Saúde (SUS) é a principal fonte de acesso à saúde no Brasil, mas enfrenta limitações financeiras que dificultam exames complexos, como a análise de marcha. Essencial para diagnosticar e tratar doenças musculoesqueléticas e neurológicas, a análise de marcha tradicional utiliza tecnologia tridimensional de alto custo, inviabilizando sua aplicação em larga escala. Este trabalho propõe um sistema acessível, baseado em sensores inerciais e com interface intuitiva, capaz de realizar análises de movimento e visualizar modelos musculoesqueléticos com a ferramenta OpenSense.

Palavras-chave: Biomecânica, Análise de marcha, Cinemetria, OpenSense.

I. Introdução

A análise de marcha (AM) é uma ferramenta essencial para avaliar a biomecânica do movimento humano, amplamente utilizada para diagnosticar e tratar condições como distúrbios neurológicos, lesões musculoesqueléticas e problemas de mobilidade. No entanto, sua aplicação enfrenta barreiras significativas em sistemas públicos de saúde, como o SUS [1]. O método padrão-ouro da AM utiliza tecnologias avançadas, como câmeras infravermelhas e softwares especializados, além de exigir profissionais capacitados, o que eleva os custos e restringe o acesso a poucos centros especializados [1].

No Brasil, essa limitação é agravada por um cenário de saúde pública preocupante. Em 2023, a mortalidade por AVC atingiu 112.052 óbitos, superando o infarto [3]. Doenças como Parkinson afetam cerca de 200 mil brasileiros [4], e a obesidade, que já atinge 34% da população adulta, segue em crescimento acelerado. Frente a esses desafios, a AM tem potencial para melhorar diagnósticos e tratamentos, mas seu custo elevado a torna inacessível para grande parte da população.

Avanços em sensores inerciais vêm viabilizando alternativas mais acessíveis, com o objetivo de democratizar o acesso à AM. Este projeto busca contribuir para essa transformação, desenvolvendo um sistema de baixo custo capaz de coletar, processar e simular movimentos biomecânicos de forma prática e eficiente.

II. Objetivo

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um protótipo acessível para análise de marcha, utilizando sensores inerciais e tecnologias de código aberto como uma alternativa viável ao método padrão-ouro. O sistema foi projetado para integrar sensores inerciais ao *software* OpenSim, por meio da ferramenta OpenSense, permitindo a reprodução precisa dos movimentos dos membros inferiores. Além disso, o projeto inclui uma interface gráfica intuitiva que automatiza a coleta e o processamento de dados, tornando o sistema replicável e adaptável para diferentes contextos, como clínicas de fisioterapia e, no futuro, sistemas públicos de saúde como o SUS.

III. Componentes da solução

A. Estrutura geral da solução

O sistema embarcado combina o microcontrolador ESP32, *scripts* em Python e a API do OpenSim, configurado como uma solução *offline* para garantir simplicidade, confiabilidade e acessibilidade. O ESP32 coleta e transmite dados dos sensores inerciais, enquanto o *script* em Python processa as informações e gera arquivos compatíveis com o OpenSim para simular os movimentos capturados. Os dados coletados pelo ESP32 são armazenados em arquivos padronizados e transmitidos para a máquina local via um ponto de acesso próprio. Na máquina, os dados passam por um filtro de Kalman, são organizados no formato padrão (.sto) aceito pelo OpenSim e utilizados para reproduzir os movimentos com precisão.

B. Funcionamento do ESP32

O ESP32 realiza a leitura cronológica dos dados dos IMUs, com envio assíncrono em blocos (*chunks*). Ele possui três *endpoints* principais: iniciar/finalizar a coleta, transmitir dados e limpar a fila e os arquivos. O processador é dividido para otimizar a execução: um núcleo registra os dados na fila, enquanto o outro os consome e armazena em arquivos padronizados, garantindo integridade e eficiência.

C. GUI em python

A interface gráfica (GUI) simplifica o uso do sistema, permitindo iniciar e finalizar a coleta, aplicar o filtro de Kalman e gerar arquivos compatíveis com o OpenSim. Também possibilita a reprodução de movimentos recentes, integrando processamento e simulação de forma prática. A integração com o OpenSim no ambiente Conda garante um gerenciamento eficiente de dependências, enquanto o envio de dados em *chunks* assegura robustez no processamento, tornando o sistema adaptável a melhorias futuras.



Figura 1. Interface GUI simplificada e janela para reprodução do movimento.

IV. Resultado

O sistema apresentou resultados expressivos, com uma taxa de amostragem mediana de 523 Hz e desvio padrão de 92,2, mostrando alta eficiência na coleta e processamento dos dados. O *script* em Python foi robusto ao aplicar o filtro de Kalman, processar os dados do ESP32 e gerar arquivos compatíveis com o OpenSim. A reprodução de movimentos foi satisfatória, comparável ou superior ao trabalho de Agune *et al.* [6], apesar de ainda haver espaço para melhorias na precisão da reprodução. Com custo total de apenas R$ 239,36, frente aos 250.000 dólares do método padrão-ouro, o protótipo demonstra grande potencial para democratizar a análise de marcha em contextos de recursos limitados.

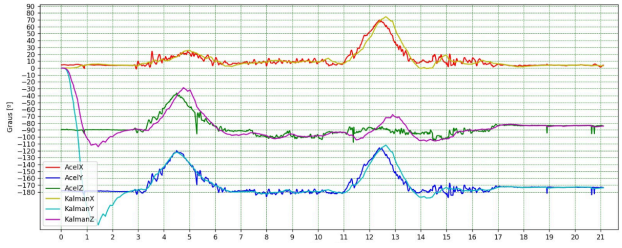


Figura 2. Aplicação do filtro de Kalman.

V. Conclusões

O projeto mostrou que é possível desenvolver uma solução acessível e eficiente para análise de marcha, destacando-se pelo custo reduzido e pela simplicidade de implementação. Com um hardware compacto e leve, o sistema foi capaz de coletar dados de maneira robusta e reproduzir movimentos biomecânicos de forma satisfatória. Além disso, sua escalabilidade permite incorporar mais sensores inerciais sem grandes alterações, ampliando suas possibilidades de uso.

A análise de marcha é uma ferramenta essencial para diagnósticos precisos, tratamentos personalizados e otimização de reabilitação, mas os custos elevados têm limitado seu uso em larga escala. O protótipo apresentado, com custo total de R$ 239,36, oferece uma alternativa viável para superar essas barreiras. Embora melhorias sejam necessárias na reprodução de movimentos para alcançar maior precisão, o projeto demonstra grande potencial para transformar a análise de marcha em uma ferramenta mais acessível.

Com avanços adicionais, essa solução poderá, no futuro, beneficiar sistemas públicos de saúde e profissionais de fisioterapia, contribuindo para melhorar o diagnóstico e tratamento de condições de saúde que afetam milhões de pessoas. O protótipo é um passo importante rumo à democratização da análise de marcha, oferecendo uma alternativa prática, replicável e adaptável para diferentes realidades.

VI. Referências

[1] PARK, Sangheon; YOON, Sukhoon. Validity evaluation of an inertial measurement unit (IMU) in gait analysis using statistical parametric mapping (SPM). Sensors, v. 21, n. 11, p. 3667, 2021.

[2] SILVA, Letícia Aparecida Pereira da. Análise da eficiência dos gastos públicos municipais na atenção primária à saúde: um estudo nas capitais nordestinas em 2019.

[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AVC. Números do AVC. Disponível em: https://avc.org.br/numeros-do-avc/. Acesso em: 1 dez. 2024.

[4] EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES. Dia Mundial do Parkinson busca conscientizar a população sobre a doença e reduzir estigmas. Disponível em: https://www.gov.br/ebserh/pt-br/comunicacao/noticias/dia-mundial-do-parkinson-busca-conscientizar-a-populacao-sobre-a-doenca-e-reduzir-estigmas. Acesso em: 1 dez. 2024.

[5] ANCILLAO, Andrea. Analysis and measurement of human motion: modern protocols and clinical considerations. Journal of Robotics and Mechanical Engineering Research, v. 1, n. 4, p. 30-37, 2016.

[6] AGUNE, Gabriel Sampaio Lopes; AMORIM, Guilherme Rodrigues Souza de; MARQUES, Indra Luisa Nascimento; ALBUQUERQUE, João Pedro Lima de. SOLUÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA A ANÁLISE DE MARCHA UTILIZANDO OPENSENSE, 2023.

Bancada Experimental de Testes para Motores Elétricos Trifásicos

Isabella S. Campos, Juliana P. Santos, Gabriela C. P. Brito
Engenharia de Automação e Controle
unieiscampos@fei.edu.br, julianapaiva_mpjp@yahoo.com.br, gabrielacpbrito@gmail.com

Orientador: Renato Giacomini
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
renato@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho aborda o desenvolvimento de uma bancada experimental para análise de motores elétricos, com foco na avaliação do torque e eficiência. Motores elétricos, essenciais em diversas indústrias, enfrentam desafios como o ripple de torque, que pode levar à dissipação de energia por vibrações e aquecimento. A bancada experimental foi projetada para estudar o comportamento dinâmico desses motores, utilizando um transdutor de torque, disco de Foucault e motor ajustável para simular diferentes condições operacionais. O transdutor converte o torque em sinal analógico, que é digitalizado pelo controlador ESP32 para análise. Os resultados obtidos podem ajudar na melhoria da eficiência dos motores e no desenvolvimento de soluções mais robustas e sustentáveis para a indústria.

Palavras-chave: Motores elétricos, Bancada Experimental de Testes, Transdutor de Torque, Disco de Foucault, Torque, Ripple de Torque.

I. Introdução

Os motores elétricos desempenham um papel crucial em diversas aplicações, desde tarefas cotidianas até processos industriais, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) as indústrias brasileiras utilizam 30% de energia elétrica e respondem por quase 40% da eletricidade consumida no Brasil [1]. Eles se destacam por sua eficiência e baixa necessidade de manutenção. No entanto, há desafios como o ripple de torque [2], eficiência energética e desempenho.

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) propõe o desenvolvimento de uma bancada experimental para testes em motores elétricos, equipada com um Freio Eletromagnético de Foucault (FEF) [3]. Essa bancada permitirá análises detalhadas em tempo real, auxiliando na avaliação do torque e no desempenho dos motores. O motor de indução foi escolhido por sua ampla aplicação na indústria, baixo custo e disponibilidade no Centro Universitário FEI, tornando-se ideal para os objetivos do estudo.

O principal objetivo desta pesquisa é criar uma bancada experimental de motores elétricos que permita a análise do sinal dos motores em tempo real. A metodologia será fundamentada em experimentação prática, incluindo testes, coleta e análise de dados, assegurando a confiabilidade dos resultados por meio da possibilidade de repetição dos experimentos. Com isso, espera-se contribuir significativamente para a otimização do desempenho e da eficiência dos motores elétricos, além de fornecer uma base sólida para estudos futuros.

II. Metodologia

A bancada foi estruturada no CAD NX, e é composta por 4 principais componentes: o conjunto do disco de Foucault que será composto por duas bobinas, o transdutor de torque que irá medir a tensão do motor, o motor, os acoplamentos que ligam os componentes uns nos outros. A figura 1 abaixo demonstra o projeto final da bancada estruturada no software NX.

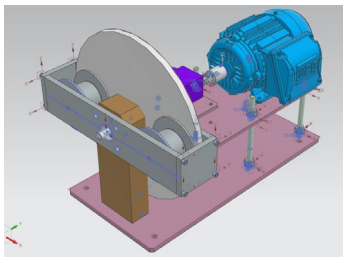


Figura 1. Visão 3D da bancada experimental.

Para a montagem da bancada experimental, é essencial considerar cada componente separadamente, garantindo que todos os elementos estejam corretamente integrados para permitir a medição precisa dos parâmetros do motor.

Foi necessário desenvolver um circuito com filtro passa-baixa para reduzir o ruído presente no sistema e permitir uma melhor visualização do sinal gerado pelo transdutor. Utilizando o amplificador operacional AD8226 [4], foi implementado um ganho de 200 V/V. Para alcançar esse ganho, foi utilizado um resistor de 220 Ω, O ajuste do ganho seguiu a equação característica do AD8226. Por fim o uso da gaiola de

Faraday, combinado com o aterramento do sinal, auxiliou a reduzir significativamente o ruído e assegurar medições mais precisas. precisão na amplificação necessária para o experimento. O transdutor utilizado possui saída analógica, exigindo a implementação de um sistema eletrônico para registrar e controlar os dados do torque. O ESP32 foi escolhido para esse processo, pois possui um conversor analógico-digital (A/D) que extrai os dados do transdutor e os exibe em um display. A figura 2 ilustra o fluxograma do processo.

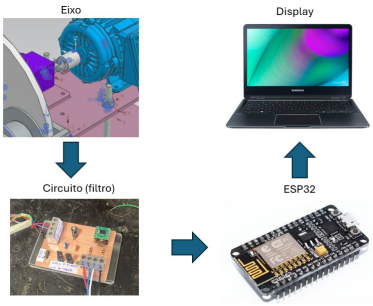


Figura 2. Fluxograma do projeto

III. Resultados

A figura 3 ilustra a bancada pronta com todos os ajustes realizados, evidenciando a eficiência dos componentes e melhorias implementadas para alcançar medições confiáveis.

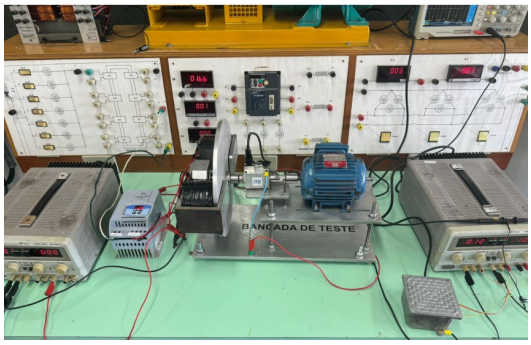


Figura 3. Bancada de teste completa

A figura 4a (esquerda), ilustra o sinal extraído do transdutor quando não há frenagem do disco. A figura 4b (direita), ilustra o sinal quando há frenagem do disco fazendo a forma de onda se deslocar.

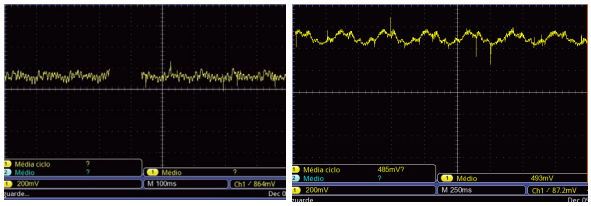


Figura 4. Figura 4a (esquerda) sinal sem acionamento do disco de Foucault figura 4b (direta) sinal com acionamento do disco de Foucault

Entretanto, esse transdutor possui saída analógica, logo, é necessário o uso de uma parte eletrônica que registre a leitura dos dados para controlar o sistema de medição do torque. Ao converter o sinal analógico para digital com auxílio do ESP32, é possível plotar um gráfico semelhante ao do osciloscópio como na figura 5. Ademais, ao guardar essas em informações em arquivos, será possível realizar diversos testes, armazenando todas as informações para otimizar o sinal.

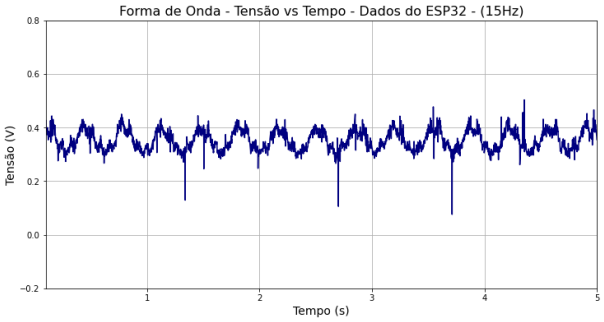


Figura 5. Forma de onda Tensão vs Tempo (15Hz)

IV. Conclusões

Por meio da bancada experimental de testes para motores elétricos, é possível analisar o resultado gerado pela interação do motor elétrico e a frenagem realizada pelo disco. Em suma, oberva-se que esse resultado se dá por meio do transdutor de torque, que por fim, o sinal de saída desse sensor é analógico o qual é possível observar sua forma de onda em tempo real no ociloscopio. A filtragem do sinal, auxiliou para o andamento do projeto, além de ser possível realizar essa conversão para digital, gerando gráficos, como o da figura 4. Conclui-se que essa análise digital permite também que os resultados sejam replicados em tempo real com maior facilidade, auxiliando na previsão de possíveis falhas e no desenvolvimento de estratégias corretivas. Portanto, o investimento no avanço da digitalização e no processamento desses dados abre caminho para melhorias significativas no desempenho dos motores e na eficiência dos processos industriais.

V. Referências

[1] CANAL BIOENERGIA. Motores elétricos são responsáveis pelo consumo de 68% da energia elétrica das fábricas, diz Procel.

[2] SINGH, A. K.; et al. Torque Ripple Minimization Control Strategy in Synchronous Reluctance Machines. IEEE Open Journal of Industry Applications, v. 3, p. 141–151, 2022. 10.1109/ojia.2022.3190905.

[3] MARTINS, Marcelo Albuquerque; et al. Aplicação de sistema de frenagem por correntes de Foucault a bancada de testes para rotores eólicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 8., 2020, Fortaleza.

[4] ANALOG Devices. AD8226: Data Sheet. https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD8226.pdf. Acesso em: 30 out. 2024.

VI. Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer nossos familiares, professores e técnicos da elétrica que sempre nos apoiaram e nos orientaram, nesse momento importante de nossas vidas.

Comparação dos Aspectos Qualitativos entre Antenas de Cobre e Grafeno

F.M.C. Hajjar, F.H.O. Silva, P.R.G. Junior
Engenharia de Automação e Controle
uniefhajjar@fei.edu.br, unefernsilva@fei.edu.br, uniepajunior@fei.edu.br

Orientador: M.A.A. Melo
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
mant@fei.edu.br

Resumo: Este estudo apresenta a comparação entre antenas planares com o núcleo de cobre e de grafeno para a aplicação da tecnologia 5G na faixa de frequência de 3,5 GHz, visando medir e comparar os parâmetros recebidos pelas antenas como, ganho, frequência de ressonância, frequência de banda entre outras e comparar os resultados obtidos com o intuito de determinar qual delas é mais adequada para aplicações específicas

Palavras-chave: Antena, Grafeno, Cobre, 5G.

I. Introdução

No mundo moderno, a antena é o dispositivo elétrico básico na comunicação, desempenhando assim um papel crucial na tecnologia da comunicação sem fio, sendo responsável por transmitir e receber sinais de rádio [1].

A tecnologia 5G, combinada às antenas, é uma tecnologia que se mostra bastante promissora para atender a alta demanda das novas tendencias, apresentando altas taxas de transferências de dados, uma latência muito baixa e uma boa qualidade de serviço.

A escolha dos materiais condutores no design de uma antena é crítica, com pesquisas explorando novos materiais para melhorar o desempenho. O cobre continua sendo o material mais utilizado, mas o grafeno, conhecido pela sua alta condutividade, flexibilidade e resistência mecânica, está emergindo como uma alternativa promissora [2, 3].

Estudar diferentes materiais para confecção de antenas é um tópico essencial para o desenvolvimento das tendências e tecnologias crescentes na sociedade. Desta forma, este projeto de pesquisa compara os dois materiais, cobre e grafeno, através do desenvolvimento de simulações no *software* Ansys e testes de antenas de cobre confeccionadas, a fim de verificar a confiabilidade dos resultados apresentados pelo *software* de simulação em relação ao resultado obtido com as antenas físicas.

II. Objetivos

O objetivo deste projeto é obter um comparativo da funcionalidade entre antenas de cobre e grafeno. Além disso, é comparado o resultado de simulações utilizando ambos os materiais em substratos variados e uma análise prática com antenas de cobre confeccionadas em substratos variados. Desta forma pretende-se concluir as vantagens e desvantagens da utilização de cada tipo de material e substratos para a confecção de antenas planares para a aplicação 5G na frequência de 3,5 GHz.

III. Metodologia

Na construção de uma antena, um material dielétrico é necessário para sua montagem. Os elementos radiantes da antena (*patch*) são posicionados sobre esse material para garantir o funcionamento adequado. O material dielétrico utilizado para esse propósito é conhecido como substrato [3].

O dimensionamento das antenas que seriam testadas tanto nas simulações quanto fisicamente teve como base os valores da permissividade relativa do substrato, espessura do substrato, velocidade da luz no vácuo e a frequência de operação desejada (3,5 GHz) para assim calcular os valores de comprimento e largura de *patch*, substrato, linha de alimentação e *gap*., como mostra a figura 1.

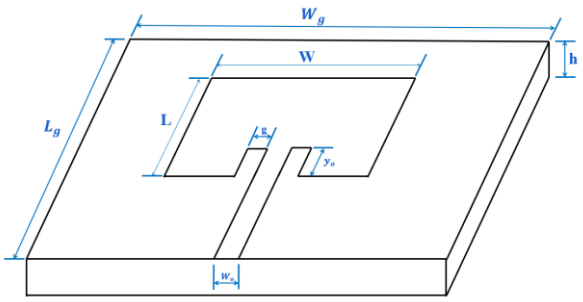


Figura 1. Dimensões de uma antena planar

Essas dimensões foram calculadas para seis antenas. Duas para um substrato básico FR4, duas para um substrato da Rogers Corporation, a RO4350B, e mais duas para outro substrato da mesma empresa, a RO3010. E dessas duas antenas para cada substrato, uma foi feita com o *patch* de cobre e outra com o *patch* de grafeno. As tabelas 1, 2 e 3 mostram os valores calculados para o dimensionamento das antenas.

Tabela I. Dimensões das antenas de cobre e grafeno no substrato FR4.

Parâmetro	Valor (mm)
Comprimento do patch (L)	19,80
Largura do patch (W)	26,08
Comprimento do substrato (L_g)	29,03
Largura do substrato (W_g)	35,08
Largura da *feedline* (W_o)	2,43
Largura do *gap* (g)	3,00
Comprimento do gap (y_o)	0,35

Tabela II. Dimensões das antenas de cobre e grafeno no substrato RO4350B.

Parâmetro	Valor (mm)
Comprimento do patch (L)	22,70
Largura do patch (W)	28,60
Comprimento do substrato (L_g)	69,00
Largura do substrato (W_g)	45,00
Largura da *feedline* (W_o)	0,68
Largura do *gap* (g)	0,34
Comprimento do gap (y_o)	7,41

Tabela III. Dimensões das antenas de cobre e grafeno no substrato RO3010.

Parâmetro	Valor (mm)
Comprimento do patch (L)	13,30
Largura do patch (W)	17,90
Comprimento do substrato (L_g)	42,40
Largura do substrato (W_g)	37,00
Largura da *feedline* (W_o)	1,50
Largura do *gap* (g)	0,75
Comprimento do gap (y_o)	4,95

Para as simulações no *software* Ansys foram utilizadas as dimensões para as seis antenas, com o propósito de extrair os parâmetros de impedância de entrada, frequência de operação, largura de banda, ganho de operação e diretividade

E para os testes físicos foram usadas as dimensões para as antenas de cobre e grafeno das tabelas 1 e 2 para a manufatura de três antenas de cobre em FR4 e três antenas de cobre em RO4350B, uma vez que não foi possível adquirir o substrato RO3010, e não havia grafeno suficiente que atendesse os requisitos do dimensionamento. As antenas físicas foram projetadas

Zno *software* Fusion 360 e impressas em uma fresadora mecânica, como mostra a figura 2.

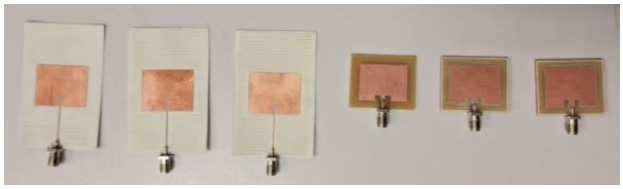


Figura 2. Antenas de cobre em FR4 e RO4350B

A partir dessas antenas foram realizados testes em um analisador de espectro com interface para o *software* Tek SignalVu-PC, que apresenta o desempenho de recepção do sinal 5G nas antenas.

IV. Resultados e Conclusões

Com base nas simulações foi possível concluir que as antenas de cobre e grafeno em FR4, RO4350B e RO3010 apresentam resultados satisfatórios, tendo ganhos positivos maiores que 3,8dB (com exceção da antena de grafeno em RO4350B), uma frequência de operação extremamente próxima de 3,5 GHz e uma impedância de entrada próxima dos 50 ohms desejados, como mostram as figuras 3 e 4.

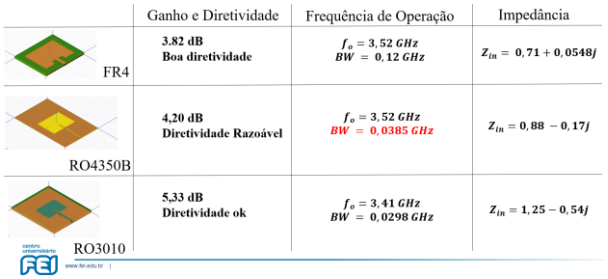


Figura 3. Resultados das simulações em antenas de cobre.

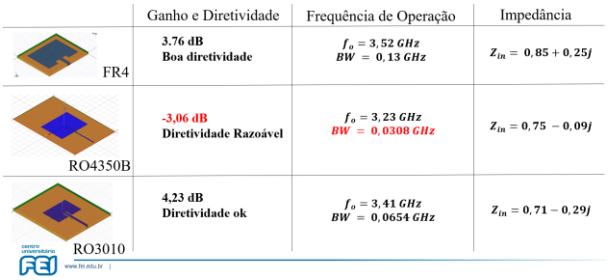


Figura 4. Resultados das simulações em antenas de grafeno.

Todas as antenas confeccionadas tiveram valores de potência de atuação maiores que -55 dBm, ou seja, potências consideradas boas ou excelentes, para as frequências de operação das empresas Claro, Vivo e Tim, tanto para as antenas em FR4 quanto em RO4350B, como mostram as figuras 5 e 6.

	Valores de potências observados		
Faixas de frequências	Valor Mínimo (dBm)	Valor Máximo (dBm)	Valor Médio (dBm)
3,3 a 3,4 GHz (operadora Claro)	-55	-41 (Excelente)	-49 (Excelente)
3,4 a 3,5 GHz (operadora Vivo)	-57	-53	-55
3,5 a 3,6 GHz (operadora TIM)	-56	-53	-55

Figura 5. Resultados os testes em FR4.

	Valores de potências observados		
Faixas de frequências	Valor Mínimo (dBm)	Valor Máximo (dBm)	Valor Médio (dBm)
3,3 a 3,4 GHz (operadora Claro)	-57	-54	-55
3,4 a 3,5 GHz (operadora Vivo)	-57	-54	-55
3,5 a 3,6 GHz (operadora TIM)	-57	-53	-55

Figura 6. Resultados os testes em RO4350B.

V. Referências

[1] E. B. Silva et al., Automação e Sociedade: Quarta Revolução Industrial, um Olhar Para o Brasil, 1st ed. São Paulo: Brasport, 2018, vol1.

[2] J. B. O. de Araujo, Projeto de antenas de microfita de padrões elíptico e retangular aplicadas a tecnologia 5G, Universidade Federal Fluminense, pp. 1-73, 2017.

[3] N. I. Z. Azman et al."Graphene-Based Materials for Microstrip Patch Antenna," Progress in Electromagnetics Research C. [s.l]: [s.n.].

Desenvolvimento de um Sistema de Direção Automobilística Remota

Felipe Chalita Soares, Luigi Scariato Geraldello, Pedro Collet Camargo, Vinicius Afonso de Barros
Engenharia de Automação e Controle
fchalitas@gmail.com, luigigeral@gmail.com, pecolcam@gmail.com, viniciusaf7@gmail.com

Orientador: André Mendes
Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI
asmendes@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho trata do desenvolvimento e construção de um dispositivo destinado a direção teleguiada de automóveis. Sendo instalado no banco do motorista, ele permite o controle remoto do veículo. A pesquisa aborda a concepção, design, montagem e testes, focados em segurança, precisão no controle e viabilidade técnica. Utilizando uma combinação de sensores, atuadores e câmeras, com transmissão de dados a partir do WI-FI para obter o menor tempo possível de *delay* e execução com mais precisão dos movimentos. As pesquisas indicam que o veículo pode transitar de maneira eficaz e segura, abrindo espaço para aplicação em outras áreas, como operações em ambientes perigosos ou pouco populados. O projeto contribui para o avanço de tal tecnologia, não muito explorada e oferecendo uma solução prática e inovadora para a condução teleguiada.

Palavras-chave: Veículo, Teleguiado, Controle, Atuadores, Sensores, WI-FI.

I. Introdução

Nos últimos anos, a tecnologia automotiva tem avançado de maneira exponencial, trazendo diversas inovações significativas que transformaram a maneira de locomoção com carros. Entre elas, a direção automobilística teleguiada, que aparece como uma alternativa mais viável para a direção autônoma, oferecendo a possibilidade de controle remoto de veículos. Este trabalho de conclusão de curso, visa, explorar o potencial, os desafios e as implicações dessa tecnologia emergente no âmbito social e técnico, uma vez que, esta é pouco aproveitada hoje em dia. Também será construído um protótipo que possibilite a condução teleguiada de um carro.

A direção teleguiada, mesmo com os avanços na tecnologia autônoma, é uma área que ainda carece de soluções eficazes e acessíveis. Atualmente, não há opções disponíveis para direção teleguiada de um carro, apenas uma startup, a VAY, se propõe a tratar de tal tecnologia. Apesar desses veículos ainda não estarem em plena operação, ficam evidentes os diversos benefícios similares aos dos carros autônomos, além de ter um custo muito menor e podendo ser instalado com mais facilidade e prontidão. É possível pensar em diversas aplicações para a teleoperação, por exemplo veículos de transporte público ou taxis, podendo ser implementada também em situações de risco, como operações de resgate em áreas perigosas, monitoramento de zonas industriais.

"Os veículos teleguiados podem ser implementados de forma mais rápida e econômica do que os carros autônomos, uma vez que não exigem a mesma complexidade tecnológica e infraestrutura de suporte." (SAE BRASIL, 2023).

Dentre os problemas a serem abordados, destacam-se a confiabilidade dos sistemas de comunicação, a latência entre os comandos do operador e a resposta do veículo, questões de segurança cibernética que emergem com a possibilidade de controle remoto (Rupp & King, 2010). Mesmo tratando da problemática para veículos autônomos, ela se aplica também para os teleguiados, uma vez que as precauções com cibersegurança e profissionalização do operador são as mesmas. Além disso é necessária uma adaptação as leis locais de trânsito a fim de que eles possam trafegar de maneira segura e terem sua segurança jurídica trabalhada.

Após o estudo, será desenvolvido um dispositivo para condução teleguiada de um carro, contando com manejo do volante e pedais de um veículo automático, juntamente a uma estação externa ao veículo para efetuar seu controle pelo exterior.

Com este trabalho, espera-se contribuir para um entendimento mais aprofundado dessa tecnologia e para a identificação de caminhos que possibilitem sua implementação segura e eficaz, beneficiando a sociedade como um todo.

II. Metodologia

A estrutura do sistema baseia-se em uma integração entre um cockpit com volante e pedais (Logitech G920), um computador Raspberry Pi 5 para processamento dos sinais, e uma comunicação via WI-FI para transmissão de dados. O controle remoto é realizado através de uma interface homem-máquina desenvolvida em Python, software utilizado foi o VS Code dentro da Raspberry pi 5, que interage diretamente com os motores e câmeras do protótipo.

Principais Componentes:

- Volante e Pedais Logitech G920: Capturam os comandos do operador.
- Raspberry Pi 5: Processa os sinais recebidos e os transmite ao veículo.
- Motores DC: Responsáveis por controlar a direção e frenagem.
- Câmeras: Garantem uma visão clara do ambiente para o operador.
- WI-FI: Minimiza a latência na comunicação, essencial para comandos em tempo real.

A base dos motores foi desenvolvido utilizando ferramentas de modelagem como Fusion 360 e inventor para o design dos suportes mecânicos, garantindo robustez e funcionalidade.

III. Resultados e Discussões

Os testes preliminares demonstraram que o sistema é capaz de realizar operações básicas de direção e frenagem com baixa latência, mesmo em condições de transmissão remota. A utilização da tecnologia WIFI proporcionou uma redução significativa no tempo de resposta, melhorando a precisão dos movimentos.

Análise dos Resultados:

- Latência: Reduzida com WIFI, garantindo uma experiência responsiva.
- Segurança: Implementação de criptografia e redundância para prevenção de falhas.
- Confiabilidade: O protótipo operou de maneira consistente em testes simulados.

Entretanto, desafios como a estabilidade da conexão em ambientes com alta densidade de dispositivos e a robustez dos atuadores mecânicos foram identificados como pontos de melhoria.

IV. Conclusões

O projeto apresentou soluções inovadoras para o desenvolvimento de sistemas de direção teleguiada, demonstrando viabilidade técnica e potencial de aplicação em diversos cenários. Os próximos passos incluem a expansão dos testes em ambientes reais, aprimoramento da segurança cibernética e a exploração de novas interfaces homem-máquina, como realidade aumentada.

Com este trabalho, espera-se contribuir para a adoção da teleoperação como solução para a mobilidade urbana, destacando seus benefícios em termos de segurança, economia e flexibilidade operacional.

V. Referências

[1] Rupp, J., & King, R. “Teleoperation Systems: Challenges and Opportunities.” SAE , 2023.

[2] Georg, J.-M., et al. “Latência e Desempenho em Redes 5G para Veículos Teleguiados.” IEEE, 2020.

[3] SAE International. “Developments in Remote Vehicle Operations.” Journal of Autonomous Vehicles, 2022.

[4] Gnatzig, Sebastian; Chucholowski, Frederic; Tang, Tito; Lienkamp, Markus. “A System Design for Teleoperated Road Vehicles”. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATICS IN CONTROL, AUTOMATION AND ROBOTICS (ICINCO), 10., 2013, Munique. Proceedings [...]. Munique: ICINCO, 2013. p. 231-238.

Fisioknee: Uma Órtese Ativa de Joelho para Fisioterapia

João Vitor Ianae Hira, Paulo de Abreu Pinheiro
Engenharia de Automação e Controle
jvihira@hotmail.com

Orientador: Maria Claudia Ferrari de Castro
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
mclaudia@fei.edu.br

Resumo: O principal objetivo deste projeto é o desenvolvimento de uma órtese ativa destinada a auxiliar na fisioterapia e reabilitação de lesões ou deficiências patelares. O protótipo também funciona como uma plataforma para estudo de estratégias de controle. A órtese é composta por uma estrutura mecânica com hastes metálicas e peças impressas em PLA utilizando impressão 3D, além de um motorredutor, um atuador elástico em série, sensores e um circuito eletrônico para o controle da órtese.

Palavras-chave: órtese ativa, joelho, flexão, extensão, fisioterapia.

I. Introdução

A capacidade de locomoção é essencial para a qualidade de vida, mas limitações nesse aspecto afetam significativamente a autonomia e o bem-estar das pessoas. Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) de 2022, 3,4% da população brasileira relatou dificuldades para andar ou subir degraus, uma queixa que se torna predominante em indivíduos com mais de 60 anos de idade [1]. Lesões articulares, especialmente nos joelhos, são as principais causas dessas dificuldades, uma vez que esta articulação suporta elevadas cargas mecânicas durante a locomoção [2].

A fisioterapia é essencial para o fortalecimento muscular e a recuperação funcional, e, nesse contexto, os avanços tecnológicos têm possibilitado o desenvolvimento de dispositivos robóticos que auxiliam no processo de reabilitação. Enquanto as órteses passivas oferecem rigidez e imobilização, as órteses ativas utilizam motores para auxiliar no movimento, sendo particularmente úteis para indivíduos com mobilidade reduzida.

Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma órtese ativa portátil e de baixo custo, voltada para fisioterapia e reabilitação de lesões ou deficiências patelares. Assim, espera-se otimizar o fortalecimento muscular e a recuperação da mobilidade do membro debilitado.

II. Objetivos

O objetivo principal deste projeto é propor e prototipar uma órtese ativa de joelho para auxiliar processos de fisioterapia, otimizando a recuperação e reabilitação de lesões ou disfunções patelares. A órtese atua como uma plataforma de estudo para a implementação e avaliação de estratégias de controle de torque.

Os objetivos específicos incluem compreender a mecânica do movimento do joelho, dimensionar a estrutura da órtese, avaliar materiais adequados para a prototipagem, desenvolver o circuito eletrônico necessário e implementar estratégias de controle de torque e posição. Além disso, busca-se testar e validar o desempenho funcional da órtese.

III. Metodologia

Ao longo deste capítulo, são apresentados os procedimentos adotados para a definição dos materiais empregados na confecção do protótipo, os componentes eletrônicos utilizados na órtese, bem como as especificações da estrutura mecânica e lógicas de controle. Esses procedimentos visaram garantir o conforto do usuário, assegurar um funcionamento eficiente e seguro, além de manter o custo dentro de limites acessíveis.

A definição do material para o desenvolvimento do protótipo baseou-se em critérios de baixo peso específico e resistência à tensão. Para atender a esses requisitos, a liga de alumínio 6061 foi escolhida para a usinagem das partes metálicas da estrutura, incluindo encaixes para o motor e duas hastes. A parte destinada ao suporte e fixação na perna e panturrilha do usuário foi projetada utilizando impressão 3D em PLA (poliácido láctico), devido à sua leveza, rigidez, resistência à deformação e fácil acesso ao material.

O protótipo proposto consiste em dois pares de hastes metálicas. Um par de hastes é fixo, correspondendo ao segmento quadril-joelho, enquanto o outro é móvel, referente ao segmento joelho-tornozelo. Além disso, o sistema incorpora bases de suporte para a parte posterior da coxa e panturrilha. A estrutura também inclui um motorredutor, dispositivo atuador

elástico em série, sensores e um circuito eletrônico para o controle da órtese. A estrutura mecânica foi projetada para acomodar os espaços necessários para sensores e o circuito eletrônico de controle.

Para o desenvolvimento do protótipo da órtese, foi projetado um design com o objetivo de minimizar complicações. Dessa forma, diversas peças foram projetadas e confeccionadas utilizando impressão 3D, as quais foram utilizadas na composição da órtese, garantindo resistência, conforto e funcionalidade.

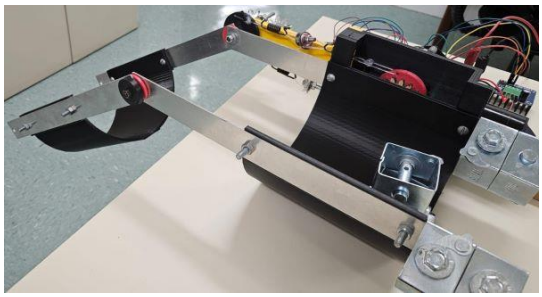


Figura 1. Protótipo da órtese.

Para efetuar os primeiros testes com a órtese, foram desenvolvidas duas estratégias de controle: um controle por posição, e um controle por impedância. A lógica do controle de posição foi a de, dado uma posição angular limite, a órtese realizaria um movimento repetitivo alternando entre as posições de posição angular inicial, (com a perna totalmente flexionada) e a posição angular desejada em uma velocidade constante. Para o controle de impedância, a logica de funcionamento é baseada e, fazer a aquisição do torque que o usuário faz no equipamento, e baseado nesse torque, controlar a velocidade do movimento afim de gerar uma percepção de que as propriedades mecânicas de atrito e viscosidade do sistema foram alteradas.

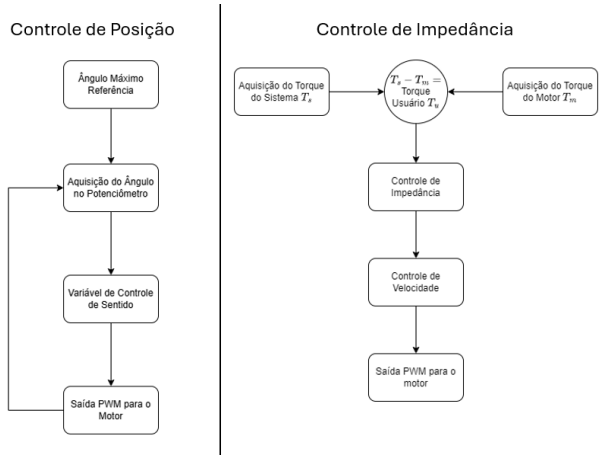


Figura 2. Lógica do Controle de Posição e do Controle de Impedância.

IV. Conclusões

Inicialmente, foi realizado um estudo da anatomia da articulação do joelho para compreender seus componentes biomecânicos. Utilizando esse estudo, foi desenvolvido um protótipo de uma órtese que atendesse aos requisitos propostos de: proporcionar um funcionamento eficiente e seguro para o usuário, mantendo suas dimensões e custos acessíveis, e onde fosse possível, através de diversos tipos de sensoreamento, implementar diferentes logicas de controle.

A partir dos testes feitos com o protótipo finalizado, observou-se que os objetivos iniciais foram parcialmente atingidos, uma vez que foi possível implementar completamente o controle de posição, porém não foi obtido sucesso ao implementar o controle de impedância. A falha na implementação do controle de impedância teve origem em 3 principais fatores, a saber: a) Os materiais utilizados, apesar de apresentarem características físicas adequadas, não foram o suficiente para suportar as forças atuantes no sistema, o que gerou deformações e folgas na estrutura mecânica ao longo do tempo; b) Alguns dos elementos utilizados não eram originalmente dedicados a aplicação em questão, gerando imprecisões e pequenas falhas de funcionamento; c) O controle implementado não foi refinado o suficiente para que essa solução pudesse ser realizada em sua plenitude.

Apesar dessa falha, o projeto ainda pode ser validado como uma plataforma para implementação de diversos controles, uma vez que um dos controles propostos foi executado corretamente.

V. Referências

[1] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pessoas com deficiência têm menor acesso à educação, ao trabalho e à renda. [S.l.: s.n.], jul. 2023. *Agência de Notícias - IBGE*. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37317-pessoas-com-deficiencia-tem-menor-acesso-a-educacao-ao-trabalho-e-a-renda?. Acesso em: 29 nov. 2024.

[2] MATA, H. T. C. Estudo biomecânico da articulação do joelho. 2009. Dissertação (Mestrado) — Universidade do Porto. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60508/1/000134741.pdf. Acesso em: 29 nov. 2024.

Desenvolvimento de Sistema Integrado para Análise de Dados e Criação Automática de Dashboards Usando Inteligência Artificial Generativa

Abner Razente Almeida Barreto, João Plastino Bertone
Engenharia de Automação e Controle
abner.barreto1@gmail.com, jaopbert@gmail.com

Orientador: André Luiz Perin
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI andreperin@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho de conclusão de curso apresenta o desenvolvimento de um sistema de assistente de voz baseado em Inteligência Artificial (IA), capaz de criar dashboards interativos a partir de comandos de voz e arquivos nos formatos Excel ou CSV. A plataforma utiliza Python e integra tecnologias como Whisper para transcrição de áudio, API da OpenAI para interpretação de linguagem natural, Pandas para manipulação de dados e Plotly e Streamlit para visualização e interface. O sistema busca ser acessível, permitindo que usuários sem conhecimento técnico criem dashboards personalizados, destacando a aplicação da IA na simplificação de processos de análise e visualização de dados.

Palavras-chave: Dashboards interativos; visualização de dados; processamento de linguagem natural; análise de dados; assistente de voz.

I. Introdução

No início do século XXI, a transformação digital alterou profundamente os fundamentos dos negócios e da sociedade, impulsionada pelo aumento na geração de dados e avanços tecnológicos. Conceitos como volume, velocidade e variedade - os três 'Vs' do Big Data - tornaram-se centrais para organizações modernas. Esse crescimento de dados oferece possibilidades para obtenção de insights e inovação, mas também apresenta desafios, como a dificuldade de análise eficiente e a necessidade de ferramentas que melhorem a visualização e acessibilidade, especialmente no setor financeiro.

A capacidade de lidar com essa quantidade crescente de informações digitais tornou-se essencial para atuar em um mercado orientado por dados. A complexidade dos dados está relacionada não apenas à sua quantidade, mas também à diversidade de formatos e à necessidade de análises em tempo real.

Este trabalho de conclusão de curso aborda o desenvolvimento de ferramentas integradas em um único sistema para facilitar a análise de dados no setor financeiro. O objetivo é permitir que diferentes perfis de usuários, como executivos e cientistas de dados, interajam com as informações de forma simples e eficiente. Busca-se, assim, transformar a complexidade dos dados em informações acessíveis e úteis para a tomada de decisão.

O projeto propõe uma abordagem em que a análise de dados no setor corporativo seja mais acessível, guiada pela interação natural e potencializada por tecnologias de Inteligência Artificial. Este trabalho apresenta uma contribuição para tornar o acesso a dados mais simples e compreensível, por meio de comandos em linguagem natural, promovendo um entendimento mais amplo e direto dos dados disponíveis.

II. Metodologia

Este projeto utilizou uma metodologia estruturada em camadas e subprocessos para desenvolver um sistema de criação automatizada de dashboards. As etapas principais incluem recepção e validação de dados, processamento e limpeza com bibliotecas como Pandas e NumPy, e a geração de dashboards com Plotly e Streamlit.

O sistema segue um modelo incremental de desenvolvimento, permitindo entregas em etapas, integração de feedback e ajustes. A arquitetura é dividida em camadas de apresentação, lógica de negócio e acesso a dados, organizando as funcionalidades do sistema.

Com base no processamento de linguagem natural (PLN), o sistema interpreta comandos de voz ou texto para criar visualizações. A coleta de feedback permite ajustes e melhorias no desempenho e na usabilidade,

atendendo às demandas técnicas identificadas durante o desenvolvimento.

III. Resultados

Os testes realizados avaliaram a performance, usabilidade e escalabilidade do sistema de criação automatizada de dashboards. Testes de performance mediram o tempo de resposta em diferentes cenários. Dashboards simples levaram em média 40-60 segundos, enquanto dashboards mais complexos exigiram até 1,5 minutos, dependendo do tamanho dos dados processados.

Na avaliação de usabilidade, 15 participantes testaram o sistema, relatando facilidade de uso na interface e na execução de comandos simples, mas com dificuldades ao formular comandos mais complexos. A funcionalidade de feedback auditivo foi bem recebida, enquanto sugestões como tutoriais interativos foram destacadas para melhorias futuras.

Os testes de escalabilidade não foram realizados, mas foram identificados como prioridade para futuras implementações. A análise geral indicou que o sistema atende aos objetivos, mas melhorias são necessárias, especialmente para otimizar o desempenho com grandes volumes de dados e aprimorar o processamento de linguagem natural.

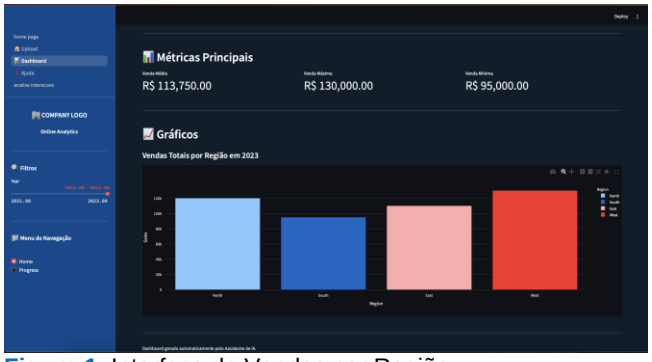


Figura 1. Interface de Vendas por Região

Tabela I. Bibliotecas.

Biblioteca	Descrição
openai	Permite integrar os modelos do GPT da OpenAI para interpretar os inputs dos usuários.
os, subprocess, threading, queue, json	Módulos padrão do *Python* para manipulação do sistema operacional, execução de processos, *multithreading*, gerenciamento de filas e manipulação de dados em JSON.
dotenv	Gerencia variáveis de ambiente, ocultando a chave de API da OpenAI para segurança e boas práticas.
pynput	Detecta os eventos de teclado para iniciar e parar a gravação de áudio.
whisper	Biblioteca da OpenAI para transcrição de áudio para texto, permitindo a conversão de comandos de voz.

IV. Conclusões

Este projeto desenvolveu um sistema de criação de dashboards interativos integrando tecnologias como Whisper, API da OpenAI, Pandas, Plotly e Streamlit. A solução permite interpretar comandos de voz e processar dados de forma eficiente, gerando visualizações personalizadas. A interface é acessível, facilitando o uso por pessoas com pouco conhecimento técnico.

Os testes indicaram que o sistema é funcional, mas revelou limitações em cenários com grandes volumes de dados e variações linguísticas complexas. Melhorias futuras incluem otimizações de desempenho, refinamento do processamento de linguagem natural, suporte a múltiplos idiomas, integração com infraestrutura em nuvem e adaptação para dispositivos móveis.

V. Referências

[1] RUSSELL, S.; NORVIG, P. Inteligência Artificial: uma abordagem moderna. Tradução: Regina Célia Simille. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

[2] ORACLE. O que é Big Data? Disponível em: https://www.oracle.com/br/big-data/what-is-big-data/. Acesso em: 10 set. 2024.

VI. Agradecimentos

Agradecemos, antes de tudo, a Deus, por nos guiar, iluminar nossos caminhos e nos fortalecer ao longo desta jornada. Às nossas famílias, especialmente aos nossos pais, expressamos nossa mais profunda gratidão pelo amor incondicional, apoio constante e pelas palavras de encorajamento nos momentos mais desafiadores. Um agradecimento especial às nossas namoradas, Stephanie e Gabriela, por sua paciência, compreensão e suporte imprescindível durante todo o

Engenharia Civil

Análise e Microssimulação da Evacuação de Multidões em Eventos na Arena Allianz Parque

Beatriz Santos Silva, Larissa Diniz do Vale, Lucas de Godoy Peres, Maria Eduarda Barbizam Geraldi, Renan Volcof Nunes
Engenharia Civil
uniebeatsilva@fei.edu.br, unielvale@fei.edu.br, unieluperes@fei.edu.br, uniemgeraldi@fei.edu.br, unierenunes@fei.edu.br

Orientador: Prof. Fernando Cesar Ribeiro
Departamento de Engenharia Civil, Centro Universitário FEI
fcribeiro@fei.edu.br

Resumo: O Allianz Parque, inaugurado em 2014 em São Paulo, é uma arena multiuso com capacidade para 42 mil espectadores, sendo palco de diversos eventos. Por meio do software PTV VisWalk®, baseado no Modelo de Forças Sociais do Professor Dirk Helbing, a pesquisa modela a arena em 3D e simula evacuações de emergência. A análise abrange fatores sociais e comportamentais para avaliar rotas de fuga e otimizar a segurança. Os resultados destacam a importância da microssimulação no aprimoramento de protocolos e na gestão de multidões.

Palavras-chave: Evacuação, PTV VisWalk®, Arena Allianz Parque.

I. Introdução

O Brasil possui ampla experiência em sediar grandes eventos, como a Copa do Mundo de 2014, os Jogos Olímpicos de 2016, festivais como o Rock in Rio e o Carnaval. Esses eventos demandam gestão eficiente de multidões e infraestrutura complexa, com planos de evacuação bem estruturados e sistemas de segurança que priorizem acessibilidade e mobilidade [1]. A Arena Allianz Parque, com capacidade para 42 mil pessoas, é um exemplo ideal para estudos de microssimulação voltados à segurança e otimização de rotas de fuga.

A tragédia da Boate Kiss, em 2013, que resultou na morte de mais de 240 pessoas, evidenciou falhas graves, como evacuação inadequada e uso de materiais inflamáveis, e motivou a implementação de regulamentações mais rigorosas [2]. Além das normas, o comportamento humano em emergências adiciona complexidade ao planejamento, destacando a importância das simulações computacionais para prever riscos com base em variáveis como densidade e velocidade das multidões.

O Modelo de Forças Sociais de Dirk Helbing, amplamente utilizado em estudos de evacuação, descreve o movimento de pedestres direcionados a áreas seguras enquanto evitam obstáculos [3]. Integrado ao software PTV VisWalk®, ele permite análises detalhadas de fluxos de multidões em grandes eventos, como os da Arena Allianz Parque, identificando gargalos e propondo estratégias de segurança mais eficazes [4].

II. Metodologia

Optou-se pelo Allianz Parque Hall devido à limitação da licença educacional do PTV VisWalk®, que suporta simulações de até 10 mil pessoas. O anfiteatro, com capacidade para 12 mil pessoas, permite uma simulação mais precisa, representando cenários críticos com maior controle sobre os pedestres.

A. Modelagem Arquitetônica

A modelagem do anfiteatro foi baseada em plantas baixas fornecidas pela WTorre, detalhando elementos como arquibancadas, acessos e áreas internas. No PTV VisWalk®, foi necessário configurar manualmente *obstacles* para que os pedestres reconhecessem barreiras, como cadeiras e guarda-corpos, garantindo um movimento realista. Essa modelagem é essencial para identificar gargalos e planejar rotas de fuga otimizadas.

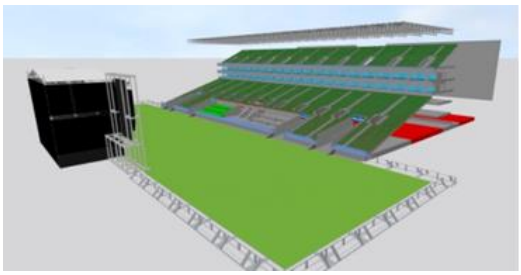


Figura 1. Modelagem do Estádio.

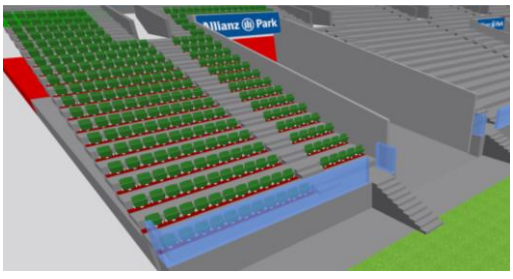


Figura 2. Objetos 3D.

B. Simulação de Pedestres

Na simulação do fluxo de pedestres no Allianz Parque Hall, foram configurados parâmetros que refletem a diversidade do tráfego real, incluindo perfis demográficos baseados no IBGE (60% jovens/adultos, 25% idosos, 10% crianças e 5% pessoas com mobilidade reduzida) [5]. Dados do Modelo de Forças Sociais embasaram características como tamanho corporal (0,5-0,6m), distâncias interpessoais (0,3-0,6m) e aceleração (0,12m/s²). Pedestres foram distribuídos entre arquibancadas (75%) e gramado (15%), conforme dados fornecidos pela WTorre Entretenimento. O PTV VisWalk® foi configurado para simular evacuações, integrando obstáculos e condições emergenciais, como calor e fumaça, por meio do *Fire Dynamics Simulator* (FDS).

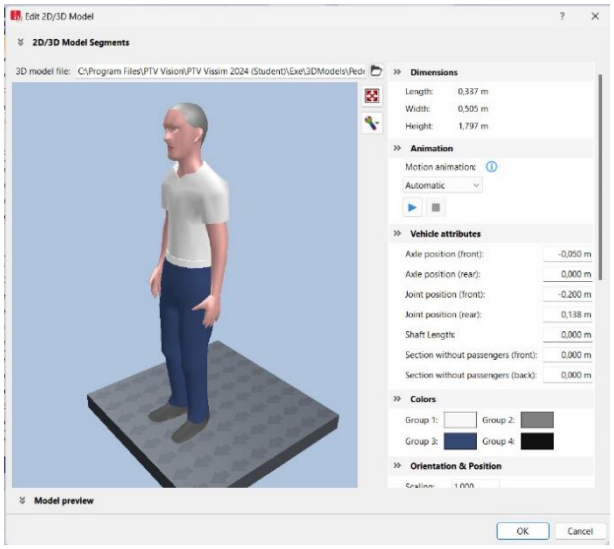


Figura 3. Modelo de Pedestre.

III. Resultados

A microssimulação revelou que o tempo total de evacuação foi de 298,70 segundos, atendendo à Norma Técnica nº 12/2014 do Corpo de Bombeiros, que estabelece o limite máximo de 5 minutos. Foram identificados gargalos nas escadas e em rotas próximas ao gramado, reforçando a necessidade de um planejamento detalhado.

As análises confirmam a eficácia do PTV VisWalk® na avaliação de rotas de fuga, destacando a importância de estratégias que priorizem fluidez e segurança. A modelagem detalhada e a integração com o FDS foram cruciais para prever cenários críticos, permitindo a identificação de melhorias práticas no planejamento de eventos de grande porte.

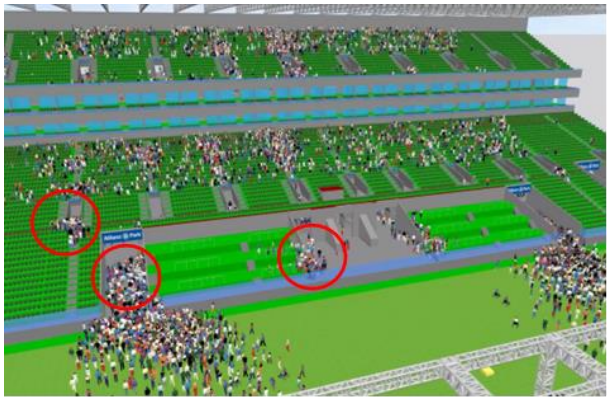


Figura 4. Pontos críticos durante a evacuação.

IV. Conclusões

A microssimulação demonstrou ser uma ferramenta essencial para o planejamento de evacuações em eventos de grande porte, como os realizados no Allianz Parque Hall. A simulação permitiu identificar gargalos e propor melhorias nas rotas de fuga, garantindo evacuações mais seguras e eficientes.

A inclusão de perfis demográficos diversificados, como idosos e pessoas com mobilidade reduzida, destacou a importância de estratégias inclusivas para minimizar riscos. A utilização do Modelo de Forças Sociais de Helbing aumentou a precisão das análises, fornecendo dados sólidos para a tomada de decisões no gerenciamento de eventos.

Este estudo contribui para o campo de segurança em grandes estruturas, ao demonstrar o impacto positivo da aplicação de ferramentas tecnológicas avançadas no planejamento de evacuações. Recomenda-se que futuras pesquisas explorem a totalidade da ocupação da Arena Allianz Parque e incorporem análises do comportamento emocional dos pedestres durante emergências, além de integrarem tecnologias de *machine learning* para simulações mais abrangentes e precisas.

V. Referências

[1] R. Costa, P. Pinheiro, Simulação de Emergência: Modelo para Evacuação em Locais de Grande Público, 2018.

[2] A. Graeff, P. Pinto, G. Cervantes. Projeto de Extensão: Capacitação Estudantil em Segurança Contra Incêndio, 2015.

[3] D. Helbing, P Molnár, Social Force Model for Pedestrian Dynamics, 1998.

[4] T. Beutin, PTV VisWalk Realistic Simulation Of Pedestrian Flows, 2012.

[5] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísitca (IBGE), Censo Demográfico, 2022.

Agradecimentos

Agradecemos aos professores da FEI pelos aprendizados e aos engenheiros Rojer e Lucas, da WTorre Entretenimento, pela contribuição com dados e projetos da Arena Allianz Parque.

Análise do Dimensionamento do EMAS de Congonhas: Uma Abordagem Utilizando Método dos Elementos Finitos

Gabriela Coronado, Guilherme Medeiros, Julia Maravalhas
Engenharia Civil
uniegleite@fei.edu.br, uniegualbuquerque@fei.edu.br, uniejwalter@fei.edu.br

Orientador: Felipe Cava
Departamento de Engenharia Civil, Centro Universitário FEI
cava@fei.edu.br

Resumo: O Aeroporto de Congonhas vem sofrendo uma crescente evolução para atender às demandas geradas pelo crescimento urbano e tecnológico da cidade de São Paulo. A mais recente inovação implantada foi um sistema de frenagem de aeronaves feito de concreto poroso, conhecido como *Engineered Material Arresting System* (EMAS), para mitigar acidentes em pousos e decolagens. Este artigo analisa, por meio de simulações no LS-DYNA, o desempenho do sistema em velocidades de entrada de 50, 60 e 70 nós, concluindo sua eficácia no cenário avaliado.

Palavras-chave: EMAS, RESA, Aeroporto, Aeronave, LS-DYNA.

I. Introdução

O EMAS é localizado na área de segurança após o término da pista e é composto por uma mistura de concreto de baixa densidade e espuma de sílica, que desempenha o papel de absorver a energia de movimento da aeronave quando ela ultrapassa o limite da pista. Dessa forma, é possível desacelerá-la através da entrada das rodas do avião no material de retenção, as quais rasgam o bloco de concreto através de seu esmagamento.

O EMAS, foi implantado no Aeroporto de Congonhas após o acidente em 2007, e por sua localização próximo a áreas urbanas é de grande importância a obtenção de recursos para maximizar a segurança operacional do aeroporto, conforme mostrado na figura 1. Portanto, há necessidade de estudos relacionados à segurança operacional do aeroporto com a implementação do sistema de segurança EMAS e se de fato o seu dimensionamento e comportamento é adequado para os voos existentes.



Figura 1. Cabeceira 35L do Aeroporto de Congonhas com Green EMAS instalado

Nesse contexto, o objetivo geral é analisar a extensão necessária de EMAS para o Aeroporto de Congonhas utilizando o software LS-DYNA.

II. Método

O dimensionamento do EMAS ponderando as características do Aeroporto de Congonhas foi feito por meio de uma análise do sistema em elementos finitos com modelagem dinâmica explicita, variando a velocidade de entrada das aeronaves no EMAS. E da comparação dos resultados obtidos por simulação com as dimensões reais construídas do sistema do aeroporto.

O foco foi na análise do movimento das rodas da aeronave em contato com o material de desaceleração da cabeceira 17R, conforme figura 2.



Figura 2. Vista aérea do Aeroporto de Congonhas

A aeronave considerada na simulação foi a mais crítica, a B737-800, pois ela possui o maior peso máximo de decolagem.

A análise do LS-DYNA foi composta por diversas etapas, entre elas: definição da malha e da geometria da simulação, as propriedades dos materiais, definição das condições de contorno, definição do tempo de simulação, definição do tipo de contato entre os elementos e nós e análise dos resultados obtidos.

Após realizada a modelagem do EMAS conforme a figura 3, deu-se início à etapa de calibrção do sistema, que foi essencial para obtenção de dados mais próximos da realidade. Essa etapa também se faz necessária, já que, as características do material do EMAS são patenteadas pela Runway Safe.

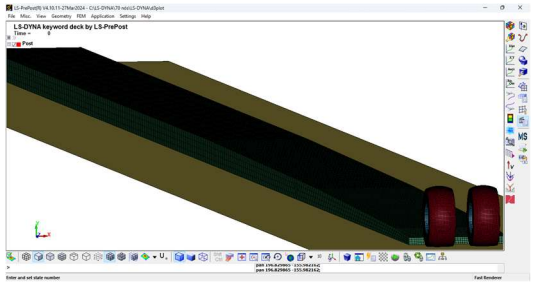


Figura 3. Modelagem do EMAS e os pneus no LS-DYNA

Dessa maneira, foram utilizados dados de um acidente real, ocorrido em 6 de dezembro de 2018, no Aeroporto Bob Hope (Califórnia), no qual ao ultrapassar o limite da pista uma aeronave B-737-700 adentrou no EMAS e foi parada por ele em segurança.

Os dados utilizados foram, velocidade de entrada no EMAS de 7,7 m/s; a distância percorrida no EMAS do trem de pouso traseiro até parada de 9,0m; o peso da aeronave no momento do pouso de 53070 kg; e a desaceleração da aeronave causada pelo piloto ao frenar de cerca de 0,3G.

Com isso a densidade do material foi alterada até se obter a distância de parada de 9,0m conforme ocorrido no acidente. Ao ser alcançada, a densidade obtida foi de 4,01 x10-5 Kg/mm3, o que condiz com a teoria das características do material do EMAS, ou seja, baixa densidade.

III. Resultados

Após encontrada a densidade, foi possível simular ultrapassagens de pista no aeroporto de Congonhas com diferentes velocidades de entrada. As velocidades escolhidas foram de 50 nós, a qual o EMAS foi projetado para suportar, 70 nós, que é a velocidade de projeto de EMAS de outros países, como EUA, e 60 nós para observar um comportamento intermediário, conforme figura 4.

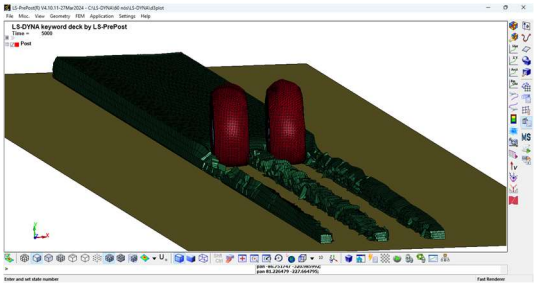


Figura 4. Resultado da simulação com 60 nós

Com isso foram obtidos os resultados da tabela 1 e da figura 5.

Tabela I. Resultado das distâncias percorridas

Velocidade (nós)	Distância percorrida (m)		
	Trem de pouso traseiro	Trem de pouso dianteiro	Bico da aeronave
50	36,7	49,3	54,4
60	46,7	49,3	64,4
70	53,2	65,8	70,9

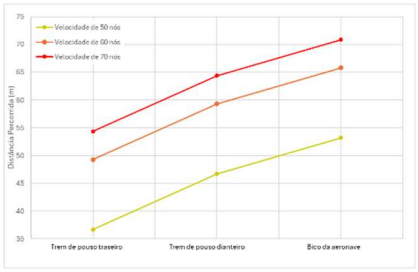


Figura 5. Gráfico da Distância percorrida x Velocidade

Para uma velocidade de entrada de 50 nós, estando dentro do limite de velocidade projetado para o aeroporto de Congonhas, a aeronave é desacelerada dentro da área de EMAS construída garantido a segurança operacional. Para que isso ocorra o EMAS causa uma desaceleração da aeronave de 0,918 G.

A velocidade de entrada de 60 nós, embora exceda o limite projetado (50 nós), o sistema conseguiu desacelerar a aeronave dentro da área de segurança do EMAS. Contudo, é interessante observar o padrão entre as velocidades de 50 e 60 nós, no qual há um aumento uniforme de 10,0m da distância percorrida. Isso ocorre uma vez que, para essas duas velocidades de entrada a aeronave percorre um percurso dentro do EMAS abrangendo as mesmas inclinações. Adicionalmente, o EMAS causou uma desaceleração de 1,040G.

Para a velocidade de entrada de 70 nós, a qual excede significativamente o limite de projeto, demonstrou capacidade de desaceleração da aeronave. Entretanto, fez uma utilização de quase toda área disponível do EMAS, já que o trem de pouso dianteiro parou a 6,80m e o EMAS possuí 72,0m de comprimento total. Ainda assim, isso minimiza danos de possíveis acidentes no aeroporto de Congonhas. Neste caso, a desaceleração causada pelo EMAS foi de 1,24G.

IV. Conclusões

Embora o EMAS de Congonhas tenha sido projetado para suportar uma velocidade de entrada de até 50 nós ele atende a uma situação de 70 nós, garantindo eficácia e segurança do projeto.

V. Referências

[1] FAA. AC 150/5220-22B, Engineered Materials Arresting Systems (EMAS) for Aircraft. , 2012.

[2] THE BOEING COMPANY. 737-600/-700/-800/-900 Operations Manual The Boeing Company. , 1997.

[3] FILHO. ELEMENTOS FINITOS A BASE DA TECNOLOFIA CAE - ANÁLISE DIN MICA.

[4] ANSYS. LS-DYNA ® Theory Manual. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://lsdyna.ansys.com>.

Agradecimentos

Agradecemos ao Centro Universitário FEI, em especial ao nosso orientador, professor Me. Felipe Hernandes Cava, aos professores Dr. Bruno Eizo Higaki e Dr. Carlos Yukio Suzuki, e por fim aos nossos familiares e colegas.

Estudo do Impacto da Implantação da Estação Vila Prudente em Relação aos Aspectos Urbanísticos ao Longo do Tempo

Jady Alves dos Santos, Laiana Morais F. Pontes, Roger Souza Nascimento
Engenharia Civil
uniejadsantos@fei.edu.br, laianamfei6@gmail.com, unieronascimento@fei.edu.br

Orientador: Dr.ª Alda Paulina dos Santos
Departamento de Engenharia Civil, Centro Universitário FEI
alda@fei.edu.br

Resumo: A implantação da estação Vila Prudente, em 2010, trouxe impactos urbanísticos, habitacionais, econômicos e na mobilidade urbana para o distrito. Este trabalho analisou quais foram esses impactos e como a estação influenciou a conectividade e o transporte público, reduzindo o tempo de deslocamento, e modificou o uso e a ocupação do solo, com a expansão da infraestrutura urbana e Habitações de Interesse Social (HIS). Foram avaliados os efeitos no adensamento populacional, gentrificação e especulação imobiliária, além da geração de empregos. Concluiu-se que, embora tenha impactos positivos, a expansão metroviária requer planejamento urbano para mitigar efeitos negativos.

Palavras-chave: Impacto Urbano, Planejamento Urbano, Vila Prudente, Urbanismo, Mobilidade, Habitação.

I. Introdução

São Paulo, com sua densidade demográfica de 7.528 habitantes por km², enfrenta grandes desafios urbanos devido ao rápido crescimento e à urbanização desordenada ao longo do tempo [1]. A descentralização administrativa, com a criação das subprefeituras, como a da Vila Prudente, buscou organizar o território. No contexto urbano, o distrito da Vila Prudente, em especial, se destaca por ser um importante eixo de mobilidade urbana, abrigando a Estação Vila Prudente do metrô, que conecta o distrito a outros modos, como o monotrilho, e ao terminal de ônibus.

A chegada do metrô trouxe benefícios significativos, como a redução do tempo de deslocamento — por exemplo, de 1h20 no horário de pico de carro para cerca de 27 minutos de metrô no trajeto entre as zonas Leste e Oeste [2]. Além disso, contribuiu para a sustentabilidade, reduzindo emissões de CO_2 e aumentando a eficiência energética no transporte público [3]. Esses impactos reforçam a relevância do metrô na mobilidade e no desenvolvimento sustentável.

No entanto, a implantação de estações também gera impactos urbanos significativos, influenciando o uso e ocupação do solo, a valorização imobiliária e a dinâmica econômica local. Este estudo busca compreender como a chegada da estação Vila Prudente alterou a configuração urbanística e socioeconômica do distrito, investigando os efeitos nas áreas de mobilidade, urbanismo, habitação e economia ao longo do tempo.

II. Objetivo

Este trabalho tem como objetivo, analisar o impacto urbano, econômico e social causado pela implantação da estação de metrô Vila Prudente na região em que se encontra, através da análise dos conceitos estruturais: mobilidade urbana, aspectos urbanísticos, habitacionais e econômicos, em períodos antes e depois da construção, para compreender como a estação contribuiu nas mudanças desses conceitos ao longo do tempo.

III. Metodologia

Para realização da análise comparativa do impacto da estação na região, foi realizado os seguintes passos: escolha da estação estudada; realização de pesquisas sobre o metrô, a Linha 2 – Verde e a estação Vila Prudente; estudos sobre os aspectos técnicos utilizados; análise dos impactos causados pela chegada da estação de metrô Vila Prudente, com base nos aspectos estudados.

IV. Coleta de Dados

Para obtenção dos dados utilizados nas análises foi utilizada principalmente a Pesquisa Origem e Destino de 2007 [4] e 2017 [5], realizada pela Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô), com a colaboração de outras entidades. Outras fontes também foram necessárias, como dados do IBGE, trabalhos acadêmicos, teses e artigos.

Tabela I. Viagens Diárias Produzidas por Modo Principal 2007 x 2017.

Modo Principal	Variação
Dirigindo Automóvel	7.779 (14,9%)
Metrô	24.233 (384%)
Bicicleta	2.255 (154,9%)

Fonte: Metrô de São Paulo – Pesquisa Origem e Destino 2007 e 2017.

Tabela II. Total de Domicílios e Habitantes 2007 x 2017.

Vila Prudente	Variação
Domicílios	26,57%
Famílias	24,28%
População	11,21%
Hab./Dom.	-12,14%
Hab./Família	-10,52%

Fonte: Metrô de São Paulo – Pesquisa Origem e Destino 2007 e 2017.

V. Resultados

Através dos dados obtidos, pôde-se perceber que houve o aumento no uso do metrô, porém o uso do automóvel particular ainda é o modo de transporte mais utilizado para realização de viagens. A estação contribuiu na conexão mais eficiente do distrito com outras regiões, melhorou a acessibilidade e incentivou o aumento do uso de bicicletas. Houve a redução do número de habitantes por residência, somada ao aumento populacional, resultando no adensamento, que refletiu no surgimento dos novos edifícios. A região gerou interesse na construção de novos empreendimentos, empresas e comércios, contribuindo dessa forma com a valorização imobiliária e com o fenômeno da gentrificação. A fim de amenizar os efeitos da desigualdade social, foram construídas Habitações de Interesse Social (HIS). Houve o aumento na área construída de comércios próximos à estação, aumento na geração de emprego no distrito, mas não o suficiente para suprir a demanda do distrito. Diminuição do movimento pendular realizado pela população, mas que ainda é fortemente presente na região.

VI. Considerações Finais

Embora, os dados e as análises realizadas não permitam identificar com exatidão a dimensão do impacto, eles indicam que a implantação teve um papel relevante no desenvolvimento urbano e nos padrões de mobilidade. Com isso, é possível presumir que a implantação da estação de metrô Vila Prudente, influenciou os aspectos urbanísticos e a organização espacial da região.

VII. Referências

[1] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama da População, São Paulo – SP**. 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama>. Acesso em de 19 out. de 2024

[2] GOOGLE MAPS. **Trajeto da Vila Prudente até a Vila Madalena por automóvel**. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://maps.app.goo.gl/zkjrmKX8vLjPmght6>. Acesso em 02 de nov. de 2024.

[3] METRÔ. **Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa-GEE 2023**. Maio de 2024. Disponível em:<https://transparencia.metrosp.com.br/sites/default/files/20240513_RT9EA23000IV001.pdf>. Acesso em 19 de out. de 2024.

[4] METRÔ. **Pesquisa Origem e Destino**. Porta da Transparência. São Paulo, 2009. Disponível em: https://transparencia.metrosp.com.br/dataset/pesquisa-origem-e-destino/resource/b3d93105-f91e-43c6-b4c0-8d9c617a27fc. Acesso em: 9 nov. 2024.

[5] METRÔ. **Pesquisa Origem e Destino**. Porta da Transparência. São Paulo, 2019. Disponível em: https://transparencia.metrosp.com.br/dataset/pesquisa-origem-e-destino/resource/b3d93105-f91e-43c6-b4c0-8d9c617a27fc. Acesso em: 9 nov. 2024.

Agradecimentos

Agradecemos aos nossos pais e familiares por sempre nos apoiar e nos encorajar a enfrentar nossos desafios e nunca desistir dos nossos sonhos. E a todos os professores que cruzaram a nossa jornada e de alguma maneira contribuíram para nossa formação acadêmica.

Comportamento Mecânico do CA70 em Peças de Concreto Armado

Gustavo Matsumoto, Sabrina Alves, Vitor Shibao
Engenharia Civil
kazuki.hg.matsumoto@gmail.com; sabrinalopesalves@gmail.com; *vitorkeidi_@hotmail.com*

Orientador: Marcello Cherem
Departamento de Engenharia Civil, Centro Universitário FEI
mcherem@fei.edu.br

Resumo: O projeto tem como objetivo realizar os estudos do concreto armado com barras de aço CA-70 utilizando métodos teóricos de cálculo e dimensionamento de vigas e lajes. A fim de garantir o embasamento científico todos os cálculos respeitam a ABNT NBR 6118:2014 - Projeto de Estruturas de Concreto [1], norma fundamental para todos os métodos de dimensionamento no Brasil.

Palavras-chave: Concreto; Concreto Armado; Aço; CA-70; Estruturas; Armadura.

I. Introdução

Ao estudar a resistência mecânica, a categoria utilizada para as armaduras principais atualmente é o CA-50, que tem limitado a capacidade de resistência de outros elementos estruturais (MOREIRA et al., 2023) [2].

Percebendo a eficiência limitada do aço no setor civil, a empresa Gerdau Aços Longos, implementou a produção do aço GG 70, que atende um limite de escoamento de 700MPa, correspondendo a uma nova classe denominada de CA-70. O estudo e implantação visa uma maior otimização no dimensionamento das armaduras para o concreto armado na construção civil (MOREIRA et al., 2023) [2].

Segundo a NBR 7480 (2024) [3], a produção do aço GG 70 segue as mesmas recomendações que são aplicadas ao aço CA-50, sendo fornecido com 12 metros, possuindo nervuras transversais oblíquas e duas nervuras longitudinais, contínuas e diametralmente opostas.

II. Objetivos

Neste contexto, o objetivo geral deste trabalho é de analisar as propriedades mecânicas do aço CA-70 a fim de verificar as diferenças no dimensionamento quando comparado ao CA-50, tornando-o uma alternativa para o dimensionamento do concreto armado, para tanto foi realizado ensaio de flexão em duas vigas de concreto armadas com o GG-70 e o dimensionamento da armadura de laje industrial para ambos os aços.

III. Ensaio de flexão em vigas

O ensaio proposto buscou simular duas vigas em tamanho real de concreto armado, aplicando o novo aço CA70. Cada viga tem 4 metros de vão livre, 40 cm de altura e base de 14 cm. As armaduras principais de cada viga foram compostas por bitolas diferentes, uma viga utilizou barras de 12,5 mm e outra empregou barras de 16 mm.

Para os apoios das vigas, foram confeccionados blocos de concreto de 50x50x20 cm, tendo uma elevação de 14x14 cm. Na interface entre a viga e o apoio, foram colocadas duas camadas de neoprene e uma peça de madeira de 14x14 cm entre elas.

Os aços GG70 foram fornecidos pela Gerdau e montados pelo grupo e técnicos da FEI, conforme o projeto desenvolvido. Em seguida, foram fixados os *Strain Gauges* (extensômetros) nas barras de resistência a tração da viga, para leitura da deformação durante o ensaio.

Após a cura da proteção mecânica dos *Strain Gauges*, a próxima etapa foi realizar a concretagem das vigas. O traço do concreto foi de 1:3:3:0,6 para f_{ck} = 30 MPa medidos em peso, porém durante o ensaio foi detectado que sua consistência dificultava o adensamento, assim sendo alterado o traço aumentando a quantidade de água em aproximadamente 5 Kg. Durante a concretagem, foram moldados 8 corpos de prova, seguindo o procedimento da ABNT NBR 5738 (2016) [4].

Com 20 dias após a concretagem, foi realizada as rupturas dos corpos de prova com o equipamento *INSTRON*, específico para ensaio de ruptura e verificou-se que o valor atingindo foi de 26,86 MPa, superando o valor mínimo de 15 MPa estipulado pela ABNT NBR 14931(2023) [5], viabilizando o prosseguimento do ensaio de ruptura das vigas.

As peças de concreto foram posicionadas no local adequado para o travamento da viga, a instalação do suporte de aplicação de carga e a fixação do prisma, possibilitando o monitoramento da estação total.

O ensaio foi realizado com aplicação de uma carga de 0,5 tonelada para cada leitura proveniente do manômetro do macaco hidráulico e do *Strain Gauge* à viga, coletando os valores indicados juntamente com a flexão monitorada pela estação total, até a ruptura da viga.



Figura 1. Instante de ruptura da viga

Dados obtidos com ensaio:

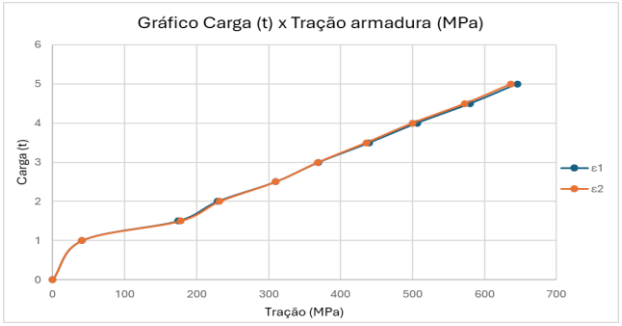


Figura 2. Gráfico Carga (t) x Tração armadura (MPa) Viga ϕ12,5

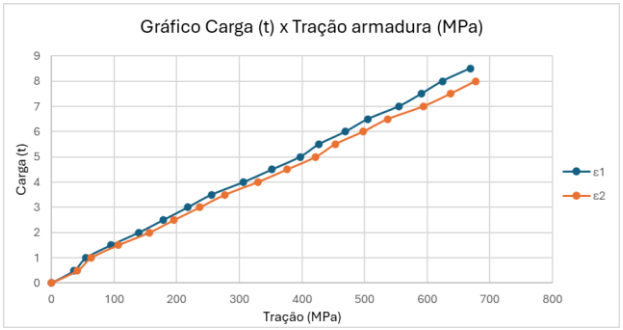


Figura 3. Gráfico Carga (t) x Tração armadura (MPa)Viga ϕ16

IV. Dimensionamento da laje

Neste estudo, foi realizado o dimensionamento da armadura de uma laje utilizando os aços CA-70 e CA-50, com o objetivo de comparar as armações tanto positivas quanto negativas.

A laje em estudo é uma estrutura real, fornecida pelo professor Marcelo Cherem que está localizada em uma área com classe de agressividade ambiental II, e o concreto utilizado é da classe C35. As cargas de sobrecarga, fornecidas pelo projeto, são superiores ao comum, pois a laje deve suportar maquinários de grande porte.

Realizando os cálculos com base nas tabelas de Czerny [6] e na NBR 6118 (2014) [1], obtivemos os resultados apresentados na Tabela I.

Tabela I. Resumo do Peso

	CA-50		Redução
Armadura Positiva (t)	3,04	CA-70 2,56	16%
Armadura Negativa (t)	6,13	4,33	29%
Total (t)	9,17	6,89	25%

V. Conclusões

Durante o ensaio foi realizado o cálculo da carga teórica para o rompimento da viga e concluiu que para a viga de ϕ12,5 a Carga de ruptura teórica foi inferior ao ensaiado, já a viga de ϕ16 apresentou valor aproximado entre as cargas, ambas considerando o fcj de 20 dias do concreto.

Tabela II. Comparativo teórico vs ensaio

	Teórico	Ensaio
Pϕ12,5 mm	6,44 Tf	8,1 Tf
Pϕ16 mm	9,84 Tf	9,8 Tf

Através da leitura dos Strain Gauges foi possível determinar as tensões de tração do aço até seu escoamento em função da carga aplicada na viga, os dados lidos estão de acordo com a Lei de Hooke onde a tensão não superou 700 MPa (Figura 1 e 2) até a deformação de ε=3,3‰ .

O dimensionamento da laje demonstrou a economia gerada na aplicação do GG-70 nas armaduras positivas e negativas do pavimento, retornando valores de 25% na redução de aço necessário.

VI. Referências

[1] Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT NBR 6118:2014. Projeto de estruturas de concreto-Procedimento.

[2] Moreira, A., Fontana, P., Meo, B. M. Estudo sobre a Eficiência e Aplicação do Aço GG 70 (Gerdau) em Obras de Arte Especiais - Um estudo de caso. 2023.

[3] Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT NBR 7480:2024. Aço destinado às armaduras para estruturas de concreto armado – Requisitos.

[4] Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT NBR 5738:2016. Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.

[5] Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT NBR 14931:2023. Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras — Requisitos.

[6] CHEREM, MARCELLO. Notas de aula:CVE810 Estruturas de Concreto I Lajes maciças retangulares. São Bernado do Campo, SP.

Análise Estatística do Impacto da Chuva nas Operações do Porto de Santos: Aplicação da Simulação de Monte Carlo e Distribuição de Gumbel

Grazielli S. F. dos Santos, Giulia P. Di Cunto, Izabelle A. T. Hamai, Juliana M. Lourenço, Matheus S. Afonso
Engenharia Civil
Grazi.sayuri2014@hotmail.com, giuliapdc@hotmail.com, izabelleath@gmail.com, juulianam@outlook.com, math.sr.afonso@gmail.com

Orientador: Profº Dr. Diego Lourenço Cartacho
Departamento de Engenharia Civil, Centro Universitário FEI
dcartacho@fei.edu.br

Resumo: Considerado um dos portos mais importantes do Brasil, o Porto de Santos é responsável por grande parte das exportações do país, recebendo produtos como a soja, café e açúcar, que são os principais produtos exportados e por isso é necessário manter o máximo de cuidado possível na hora de seu embarque nos navios. Condições climáticas, como a chuva, podem ter um grande impacto na hora do embarque, pois os produtos são de extrema sensibilidade a umidade. Tendo este problema em mente, o trabalho visa estudar modelos estatísticos utilizando o Método de Monte Carlo, e auxiliado pela Distribuição de Gumbel, que pode ajudar na criação de cronogramas futuros e a prevenir perdas de produtos, atrasos no cronograma e custos adicionais por multa de navios parados por muito tempo, fazendo com que a Ferrovia Interna do Porto de Santos (FIPS) consiga se organizar nos embarques e cronogramas sem maiores problemas.

Palavras-chave: Porto de Santos, Método Monte Carlo, Distribuição de Gumbel, Ferrovia Interna do Porto de Santos.

I. Introdução

O Porto de Santos, localizado em São Paulo, é o maior porto da América Latina e é fundamental para a economia do país. Ele possui uma infraestrutura abrangente e recebe produtos tanto do sistema ferroviário quanto do sistema rodoviário, tornando-o o porto mais movimentado do Brasil. Produtos sensíveis como café, grãos e açúcar dependem de um funcionamento eficiente para que os mesmos não fiquem expostos a variáveis prejudiciais.

Entretanto, o porto enfrenta grandes desafios com relação a variáveis como o clima (principalmente a chuva), que podem interferir gravemente no embarque de seus produtos nos navios, pois não há coberturas nesse trajeto. A precipitação interrompe 100% do embarque, pois são produtos alimentícios sensíveis que não podem ser expostos a umidade e isso pode acarretar em atrasos nos prazos de entrega, custos adicionais ao Porto de Santos e a perda de produtos.

Pode-se dizer, então, que a chuva é um ponto crítico na logística de Santos e que, além de interferir nos embarques, também interfere nas horas operacionais dos funcionários.

Modelar uma análise estatística da chuva é de grande importância para os funcionários da Ferrovia Interna do Porto de Santos (FIPS), já que ela consiste em compreender qual é o impacto que a chuva tem sobre o embarque dos produtos nos navios e qual o impacto na eficiência operacional do Porto de Santos.

A simulação de Monte Carlo, complementada pela Distribuição de Gumbel, utiliza variáveis extremas como a chuva para criar modelos estatísticos robustos e gerar gráficos para análise futuras que podem ocorrer. Através dos resultados, os funcionários do porto poderão criar cronogramas baseados nas simulações feitas, tornando o embarque e desembarque mais eficiente sem gerar gastos, atrasos, perdas e otimizando a logística.

II. Objetivo

O objetivo geral deste trabalho é analisar como as condições climáticas, principalmente a chuva, afetam a operação de embarque de grãos no porto (esta análise será realizada com base no Porto de Santos) e como a chuva afeta as horas operacionais dos funcionários.

Utilizando o Método de Monte Carlo e a Distribuição de Gumbel, este estudo também visa modelar múltiplas situações, utilizando dados históricos da pluviometria de Santos para gerar dados aleatórios e fazer uma análise precisa de como a chuva impacta a funcionalidade do porto.

III. Metodologia

Foram realizadas reuniões com os funcionários da FIPS, sendo 1 visita técnica e outras online, para entender qual era o maior problema enfrentado por eles. Ao mencionarem a chuva, pesquisas foram realizadas e o estudo começou a tomar forma.

Dados da chuva foram coletados por pluviômetros localizados na cidade de Santos, mais precisamente na região de Estuário, e uma análise dos dados de precipitação foi realizada através do Excel (gerando histogramas) e concluiu-se que a chuva se comportava diferentemente de uma distribuição normal, ou seja, os dados não eram simétricos e por conta disso não poderia inseri-los diretamente na equação de Monte Carlo.

Por não se tratar de uma distribuição normal, decidiu-se utilizar a Distribuição de Gumbel Mínimos para encontrar a função da variável chuva e enquadrá-la na análise do Método de Monte Carlo.

O Método de Gumbel Mínimo foi escolhido por se tratar de dados extremos e não simétricos (a quantidade de chuva não pode ser prevista, tornando seus dados não simétricos) e ao aplicar os dados da chuva no método, foi achado uma equação em função da chuva.

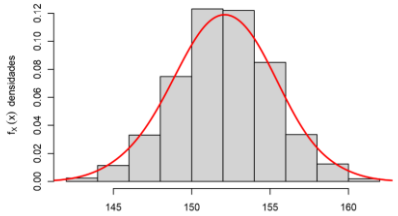


Figura 1. Gráfico de distribuição normal

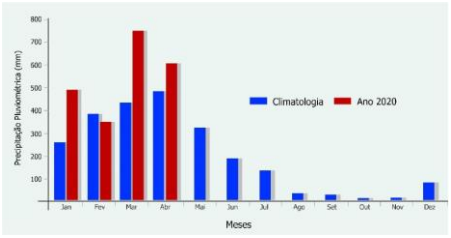


Figura 2. Gráfico da Chuva

$$f(x) = 1 - e^{-e^{\left(\frac{x+alfa}{beta}\right)}}$$

Figura 3. Função de Gumbel

Após achar a equação da chuva através da Distribuição de Gumbel, foi colocada a fórmula no Método de Monte Carlo e com isso gerado dados aleatórios para analisar qual seria o impacto da chuva nas horas operacionais dos funcionários com relação ao embarque e desembarque dos produtos nos navios e analisado qual seria o tempo de retorno estimado para ocorrer a chuva novamente.

IV. Resultados

Através da simulação feita por Monte Carlo, foram obtidos resultados satisfatórios e que foram de encontro com pesquisas preliminares feitas.

Além disso, para obter uma simulação precisa foram analisados 8.640 horas (total de horas em um ano) e desse total, cerca de 6.800 à 7.100 horas são trabalhadas, ou seja, os funcionários acabam perdendo cerca de 1.540 horas (17,83% de produtividade de embarque).

			Soma (horas)
			7006
Horas	Prob	Chuva(mm)	horas trabalho
1	33,82%	0,000	1
2	64,70%	0,000	1
3	26,64%	0,000	1
4	70,75%	0,000	1
5	62,88%	0,000	1
6	81,44%	0,000	1
7	25,90%	0,000	1
8	87,12%	0,000	1
9	28,21%	0,000	1
10	86,55%	0,000	1
11	89,79%	0,050	-1
12	14,47%	0,000	1
13	97,23%	0,448	0
14	96,00%	0,353	-1
15	83,18%	0,000	1

Figura 4. Resultados obtidos

V. Conclusão

O estudo realizado em cima da chuva resultou em valores satisfatórios, demonstrando que apenas 17,83% das horas do ano não ocorreu embarque de produtos nos navios. Por outro lado, essa porcentagem gerou custos e perdas para o porto. O modelo estatístico criado com os dados de chuva de 2024 da cidade de Santos pode ser usado para criar cronogramas futuros e poderão ter uma previsão de quando ocorrerá a chova novamente com o tempo de retorno calculado.

VI. Referências

[1] De Almeida Albuquerque, H. H. A. C. W. DE S. C. C. T. T. (Ed.). **Aplicação da distribuição de Gumbel para valores extremos de precipitação no Município de Vitória-ES.** [s.l.] Revista Brasileira de Climatologia, 2016. v. 19.

[2] **FIPS – Ferrovia Interna do Porto de Santos**. Disponível em: Acesso em: 16 nov. 2024.

[3] **Porto de Santos**. Disponível em: Acesso em: 16 nov. 2024.

[4] YORIYAZ, H. Método de Monte Carlo: princípios e aplicações em Física Médica. **Revista Brasileira de Física Médic**, 2009.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer primeiramente ao nosso orientador Profº Dr. Diego Lourenço Cartacho. Aos nossos professores Me. Felipe Hernandes Cava e Me. Fernando Cesar Dias Ribeiro, nossos mais sinceros agradecimentos por todo conhecimento e ajuda. Aos nossos familiares e amigos, nossos mais sinceros agradecimentos por todo o apoio, amor e carinho durante essa jornada.

Elaboração do Polígono de Tolerância de Dirigibilidade de uma Tuneladora

Amanda Pereira, Victor Castro, Victor Tavares
Engenharia Civil
unieampereira@fei.edu.br / victoralvesdecastro@hotmail.com / unievimartins@fei.edu.br

Orientador: Fernando Ribeiro
Departamento de Engenharia Civil, Centro Universitário FEI
fcribeiro@fei.edu.br

Resumo: A escavação com tuneladoras surgiu em 1825, devido à necessidade de perfurar, com segurança, um túnel em solo pouco estável. O método construtivo mecanizado, também conhecido como TBM, refere-se às tuneladoras envoltas por um escudo de proteção (*shield*), o que permite realizar esse tipo de escavação. Este trabalho foi baseado em um trecho piloto, a Linha 2 – Verde (entre a VSE na Rua Falchi Gianini e a Estação Orfanato). O objetivo principal é a elaboração de um polígono de tolerância de dirigibilidade de uma tuneladora, visando representar os máximos desvios permissíveis ao eixo da via permanente durante seu avanço, com o intuito de automatizar o procedimento atualmente utilizado pelo Metrô-SP. Para tal, foi desenvolvido um algoritmo em Python, visto sua compatibilidade com o software utilizado pelo Metrô, responsável por criar uma interface para analisar os dados obtidos ao longo do projeto e retornar os pontos necessários para a delimitação do polígono.

Palavras-chave: TBM, Dirigibilidade, Tolerância, Desvios, Python, Interface.

I. Introdução

O crescimento populacional e demográfico nas grandes cidades é um dos principais desafios do planejamento urbano moderno. De acordo com o Relatório Mundial das Cidades, publicado pela ONU-Habitat (2022), estima-se que a população urbana continue a crescer nas próximas décadas, aumentando de 56% do total global em 2021 para 68% até 2050.

No Brasil, O Metrô de São Paulo foi pioneiro no movimento de adaptação às novas demandas, ao utilizar uma máquina tuneladora de grande diâmetro para a escavação de túneis, que a população paulistana logo apelidou de “tatuzão”.

Essa operação exemplifica a capacidade das cidades de se adaptarem e progredirem para suprir as necessidades de uma população em expansão. A utilização de tecnologias de ponta e um planejamento estratégico são fundamentais para enfrentar os desafios complexos da infraestrutura urbana, destacando a importância da inovação e da eficiência na busca por soluções sustentáveis e integradas.

A. Objetivo

Este trabalho teve como objetivo geral elaborar um polígono de tolerância de dirigibilidade da tuneladora, visando representar os máximos desvios permissíveis ao eixo de seu caminhamento, considerando a geometria de ocupação de uma específica seção de via permanente.

B. Justificativas

A elaboração do polígono de tolerância de dirigibilidade é fundamental para fornecer resultados precisos e com rapidez para os possíveis desvios da tuneladora ao longo dos trechos do projeto de escavação, estabelecendo assim um limite máximo de desvio que pode existir em cada trecho sem que impacte negativamente o traçado da via.

No modelo atual utilizado pelo Metrô de São Paulo, as etapas até a obtenção das análises dos desvios são lentas, devido aos diversos mecanismos necessários para verificar se o desvio está dentro da tolerância.

Com o polígono de tolerância, otimiza-se algumas destas etapas, uma vez que é possível obter os desvios máximos da tuneladora de maneira automatizada, antes mesmo do início da operação.

II. Metodologia

A elaboração do polígono de tolerância se dá a partir das intersecções entre as circunferências que possuem seus respectivos centros posicionados nos pontos obrigatórios de um traçado da via (rotas de fuga e canaletas do sistema de drenagem).

Para obter as coordenadas destes pontos, para que fosse possível desenvolver o algoritmo de automatização da elaboração do polígono, o representante do Metrô-SP, Ricardo Ventura, utilizou a ferramenta Dynamo – interface de programação. A partir desta plataforma, foi possível criar uma rotina que disponibiliza uma tabela com todos os pontos do traçado

da via em um arquivo de extensão .xlsx (Microsoft Excel).

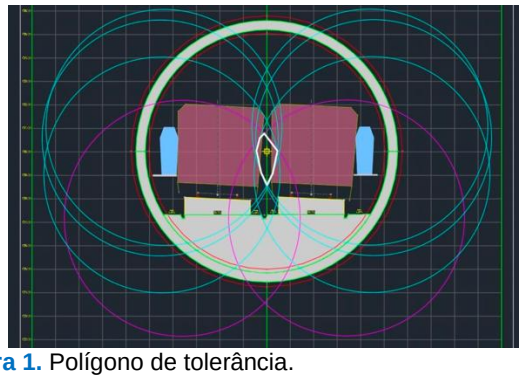


Figura 1. Polígono de tolerância.

Km	Code	Offset Corridor	Elev Corridor	DeltaElev Corridor	Offset SectionView	DeltaElev SectionView
31160	B2_rota de fuga	-1,705888	730,193194	2,425	-3,757266	0,568754
31160	B2_rota de fuga	-1,780888	728,618194	0,85	-3,832266	-1,006246
31160	B2_rota de fuga	-1,870888	730,643194	2,875	-3,922266	1,018754
31160	B2_rota de fuga	-2,300888	730,643194	2,875	-4,352266	1,018754
31160	B2_rota de fuga	-2,390888	728,618194	0,85	-4,442266	-1,006246
31160	B2_rota de fuga	-2,465888	730,193194	2,425	-4,517266	0,568754
31160	B2_rota de fuga_cotovelo	-2,465888	730,193194	2,425	-4,517266	0,568754
31160	J2_passarela	-1,742164	728,618194	0,85	-3,793542	-1,006246
31160	J2_passarela	-1,742164	728,568194	0,8	-3,793542	-1,056246
31160	J2_passarela	-2,742164	728,618194	0,85	-4,793542	-1,006246
31160	J2_passarela	-2,742164	728,568194	0,8	-4,793542	-1,056246
31160	RFC	-2,465888	730,193194	2,425	-4,517266	0,568754
31160	RFI	-2,390888	728,618194	0,85	-4,442266	-1,006246
31160	RFS	-2,300888	730,643194	2,875	-4,352266	1,018754
31160	U8_eixo da via	0,000151	727,768195	0	-2,051227	-1,856246
31160	U8_fin	-0,001849	731,612195	3,844	-2,053227	1,987754
31160	U8_fin	-1,255848	731,729195	3,961	-3,307227	2,104754
31160	U8_fin	-1,587848	731,439195	3,671	-3,639227	1,814754
31160	U8_fin	-1,652848	727,779194	0,011	-3,704227	-1,845246
31160	U8_fin	-1,712848	728,407194	0,639	-3,764227	-1,217246
31160	U8_glpt	0,000151	731,545851	3,777656	-2,051227	1,92141
31160	U8_glpt	0,000151	728,195563	0,427368	-2,051227	-1,428878
31160	U8_glpt	-0,126693	731,549772	3,781578	-2,178072	1,925331
31160	U8_glpt	-1,397959	731,589076	3,820881	-3,449337	1,964635
31160	U8_glpt	-1,644215	727,917985	0,14979	-3,695594	-1,706456
31160	U8_glpt	-1,688942	728,248482	0,480287	-3,74032	-1,375959
31160	U8_glpt	-1,715351	731,279154	3,510959	-3,766728	1,654713

Figura 2. Tabela de coordenadas.

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram utilizadas as coordenadas dispostas nas duas últimas colunas (Offset SectionView e DeltaElev SectionView). Isso porque, desta maneira, é possível alcançar um sistema único de coordenadas, onde todas os pontos são calculados em função do eixo do túnel.

III. Resultados

O algoritmo desenvolvido para automatizar a elaboração do polígono de tolerância de dirigibilidade da tuneladora, opera a partir da leitura da tabela de pontos gerada no Excel (Figura 02) e do cálculo das várias intersecções entre as circunferências dos pontos notáveis.

Após o cálculo das intersecções entre as oito circunferências necessárias, o código armazena os valores obtidos para gerar o polígono e cria uma interface onde o usuário fornece os dados de entrada para o funcionamento do algoritmo. Os dados de entradas abrangem o valor da estaca inicial do trecho desejado, da estaca final, o intervalo entre estacas e o raio das circunferências que serão desenhadas. Com a rotina executada, o usuário é capaz de visualizar graficamente o polígono de tolerância gerado para cada estaca do trecho em questão, e verificar numericamente as coordenadas dos pontos que delimitam o polígono.

Além das informações disponibilizadas na interface gráfica, o código também salva as coordenadas em um arquivo de extensão .txt, para que facilite a visualização do topógrafo responsável pela locação das estacas, e para que possibilite a integração com o sistema de dirigibilidade da tunelaradora.

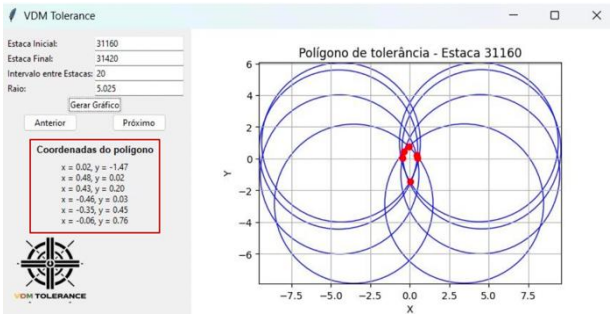


Figura 3. Interface gráfica.

IV. Conclusões

Após a análise dos resultados, concluiu-se que a elaboração do polígono promoveu um aumento significativo na área de tolerância. Anteriormente, a tolerância adotada pela equipe de projetos do metrô, estava limitada a uma circunferência de diâmetro igual a 15 cm, totalizando uma área de 0,018 m². No entanto, quando inseridas as coordenadas extraídas do algoritmo no Civil3D, foi possível encontrar uma área total de 1,034 m², aproximadamente 57 vezes maior que o convencional. Isso demonstra que houve um aumento expressivo da tolerância com a adoção do algoritmo, e que quando gerado o polígono, é possível observar que os desvios que podem ocorrer durante a operação da tuneladora, devem ser maiores, para de fato, impactarem em uma mudança de projeto.

V. Referências

[1] MENDONÇA, Roberto M. P. F. **Estudo da viabilidade de túneis viários em obras de infraestrutura**. João Pessoa, 2017.

[2] ROCHA, Hugo Cássio. **Panorama do mercado brasileiro de túneis**: passado, presente e futuro. [S.l., 2012].

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Deus, pela força, saúde e sabedoria para concluir essa etapa tão importante das nossas vidas. Às nossas famílias, por todo o apoio, paciência e amor incondicional, fundamentais para nos guiar ao longo dessa jornada.

Aos nossos amigos, que estiveram ao nosso lado nos momentos de dificuldade, incentivando e celebrando cada conquista, nossa gratidão eterna.

Ao Eng. Ricardo Ventura e aos demais representantes do Metrô-SP, pela disponibilidade, colaboração e pelos valiosos insights que enriqueceram este trabalho.

A cada um de vocês, nossa sincera gratidão por terem feito parte desse percurso e contribuído para a realização deste sonho.

Engenharia Elétrica

Projeto Boitatá: Monitoramento De Queimadas

André Gomes Moreno, Bianca Brandalezi Ramos, Christian Ferreira Teixeira, Guilherme Almeida Anunciato, Victor Martins de Oliveira
Engenharia Elétrica
andgmoreno06@gmail.com, bianca.brandaleziramos@gmail.com, ferreira245@outlook.com, gui_anunciato@hotmail.com, victor27611@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Assis de Melo
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
mant@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de queimadas em áreas remotas utilizando comunicação sem fio baseada no protocolo LoRa. O sistema é composto por módulos de coleta de dados que utilizam Arduino MKR WAN 1310 e sensores de temperatura DS18B20, conectados a uma central que transmite dados via Wi-Fi utilizando ESP8266. O projeto demonstrou a viabilidade de detecção de incêndios em tempo real, com resultados promissores para aplicações ambientais.

Palavras-chave: Monitoramento de queimadas, Comunicação LoRa, Arduino MKR WAN 1310, ESP8266, IoT.

I. Introdução

As mudanças climáticas globais têm provocado um aumento significativo na temperatura média do planeta, com impactos diretos em diversas regiões, incluindo o Brasil [1]. Este trabalho visa o desenvolvimento de um sistema acessível e eficiente para o monitoramento em tempo real de focos de incêndio utilizando tecnologia LoRa, que é conhecida por sua eficiência energética e alcance de comunicação.

II. Metodologia

O sistema é composto por dois módulos principais, apresentados nas figuras 1 e 2: um módulo de campo, com sensores de temperatura DS18B20 e Arduino MKR WAN 1310, e uma central de monitoramento, equipada com outro Arduino e um módulo ESP8266 para transmissão dos dados via Wi-Fi. Testes foram conduzidos para avaliar o alcance da comunicação, o consumo de energia e a proteção do equipamento em condições adversas.

III. Resultados

A. Autonomia Energética

A bateria de 13.000 mAh proporcionou autonomia operacional de até 14 dias.

B. Alcance de Comunicação

Foi possível transmitir dados a uma distância de até 215 metros em ambiente aberto.

C. Resistência

A case protetora demonstrou eficácia contra poeira e água, atendendo ao índice de proteção IP66.

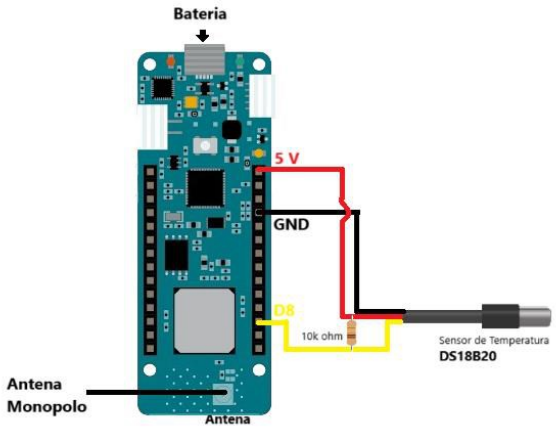


Figura 1. Interligação módulo de campo.

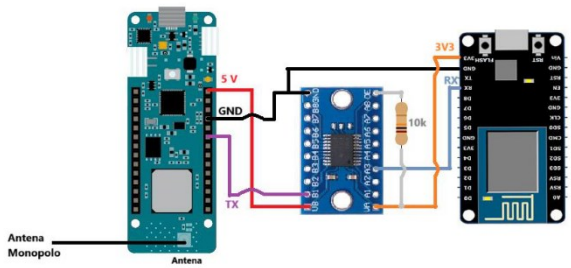


Figura 2. Interligação central de monitoramento.

IV. Conclusões

Os resultados confirmam a viabilidade do sistema para monitoramento ambiental em áreas remotas. Futuros aprimoramentos incluem a integração com um gateway LoRaWAN e melhorias na autonomia da bateria. Este projeto apresenta uma base sólida para aplicações em maior escala.

V. Referências

[1] J. P. Pereira, "COP29: Conquistar avanços climáticos ou repetir velhos erros," Jornal i, 2024. Disponível em: https://qoshe.com/jornal-i-pt/joana-portugal-pereira/cop29-conquistar-avancos-climticos-ou-repetir-velhos-erros/178170751. Acesso em: 21 nov. 2024.

Desenvolvimento de uma Estratégia de Vetorização de Torque Aplicada a um Fórmula SAE com Base em Simulação

Airton Stocco de Almeida[1], Bruno Zardini Dutra[2], Fabricio da Costa Landi[1], Matheus Augusto Leite Ribeiro[1]
[1] Engenharia Mecânica
[2] Engenharia de Automação e Controle
airtonstocco@gmail.com, uniebdutra@fei.edu.br, fclandi@gmail.com, uniemribeiro@fei.edu.br

Orientador: Prof. Dr. Fabio Delatore
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
fdelatore@fei.edu.br

Resumo: Nesta tese, será proposto uma estrutura de controle de motores baseado na dinâmica veicular de um protótipo de Formula SAE Elétrico AWD, por meio de testes desenvolvidos a partir de um modelo virtual. Os principais objetivos são maximizar o atrito de cada pneu e assim melhorar a performance do veículo, bem como reduzir os tempos de volta em competições. Além disso, o controlador seria capaz de refinar o balanço do veículo enquanto mantém uma resposta linear para manter as sensações de pilotagem. No capítulo de Conclusão, os sistemas propostos serão comparados.

Palavras-chave: Vetorização de Torque, Momento de Yaw, Controle, AWD.

I. Introdução

A Formula SAE é uma competição estudantil de engenharia promovida pela Society of Automotive Engineers (SAE), desde 1981 em Michigan, onde estudantes de engenharia constroem e projetam, protótipos de carros de corrida, que depois são testados em provas estáticas e dinâmicas. A competição, também envolve provas técnicas, de custo e de *marketing*.

O Formula FEI Elétrico é a equipe de Formula SAE Elétrico do Centro Universitário da FEI (FEI). Depois de 13 anos e a conquista de duas competições nacionais, em 2024 o Formula FEI Racing Team (FFRT) apresentou o seu primeiro protótipo 4x4 elétrico, que competiu em Michigan, em junho de 2024, na competição mundial de Formula SAE, denominado de RB9.



Figura 1. Formula FEI Elétrico RB9 – Michigan 2024

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um sistema de vetorização de torque para o Formula FEI Elétrico, com foco em maximizar a performance do protótipo.

Para otimizar o processo de desenvolvimento e garantir que os critérios de design do sistema sejam atendidos, propomos uma metodologia baseada na pesquisa apresentada por Mandar [1]. Essa abordagem, utiliza ferramentas, como manobras normalizadas e simulações, para identificar de forma eficiente se a resposta do sistema é satisfatória, com base em métricas bem definidas. Dessa forma, conseguimos nos adaptar ao ciclo de projeto de uma equipe de Formula SAE, que possui tempo limitado, otimizando o desenvolvimento do controlador e permitindo uma validação mais focada em pista.

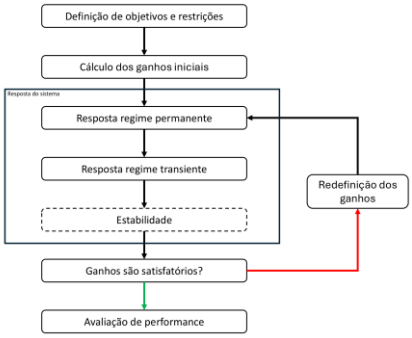


Figura 2. Fluxo de Desenvolvimento.

Para facilitar e tornar o processo de desenvolvimento dos controladores mais eficiente, optou-se por utilizar o *software* VI-CarRealTime, da empresa VI-Grade, que cria um modelo virtual do protótipo. A validação por meio de um protótipo virtual garante que as alterações nos controladores sempre sejam comparadas nas mesmas condições, além de, eliminar complicadores logísticos e de recursos, necessários em testes de pista.

II. Desenvolvimento

Para o desenvolvimento das estruturas de controle um modelo baseado nas equações de Jazar [2] foi desenvolvido e posteriormente linearizado.

$$a_x = \frac{(F_{xFL} + F_{xFR} + F_{xRL} + F_{xRR} - F_a - F_{RE}) + (m \cdot \dot{\psi} \cdot v_y)}{m} \quad (1)$$

$$a_y = \frac{(F_{yFL} + F_{yFR} + F_{yRL} + F_{yRR}) - (m \cdot \dot{\psi} \cdot v_x)}{m} \quad (2)$$

$$\ddot{\psi} = \frac{l_f(F_{yFL} + F_{yFR}) - l_r(F_{yRL} + F_{yRR}) + t_f(F_{xFR} - F_{xFL}) + t_r(F_{xRR} - F_{xRL})}{I_{zz}} \quad (3)$$

$$\frac{r}{\delta} = \frac{\frac{v_x}{L}}{1 + \frac{K \cdot v_x^2}{L \cdot g}} \quad (4)$$

Já o gerador de referência que, servirá para calcular o erro do sistema foi adaptado do modelo bicicleta de Gillespie [3], (Eq. 4)

Dentre as diversas estruturas disponíveis implementar um sistema de vetorização de torque, as selecionadas foram o controlador linear quadrático (LQR) e PID. Ambos possuem alta robustez e facilidade de serem implantados como vantagem e, como ponto fraco, a incapacidade de lidarem com sistemas não lineares é contornada com a implementação de estratégias de *gain scheduling*, ao linearizar o modelo em diversas faixas de velocidade e ângulo de volante.

A. LQR

O controlador ótimo, do tipo LQR tem como objetivo encontrar os ganhos ótimos de forma a minimizar a função de custo quadrática [4]. A função de custo quadrática é definida por:

$$J = \int_0^\infty (x^T Q x + u^T R u)\ , dt \quad (5)$$

B. PID

Este é método muito eficaz e amplamente utilizado na indústria e no automobilismo, empregando ganhos proporcionais, integrais e derivativos. A partir dos ajustes de ganhos, é possível controlar uma variável. O controlador recebe o valor do erro *e(t)*, o qual, é obtido pela somatória entre a referência e a saída média da resposta de feedback. [5]

$$u(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \cdot \int_0^t e(\tau)\ d\tau + K_d \cdot \frac{de(t)}{dt} \quad (6)$$

Com a utilização do PID, faz-se necessário implementar o *antiwindup*, que inibe a parcela integradora, quando o sistema é saturado, não permitindo assim o acúmulo de erro.

III. Conclusões

Com a aplicação da metodologia proposta, otimizamos o processo de desenvolvimento do controlador, obtendo os ganhos iniciais e definindo a influência do sistema no veículo. Conforme apresentado na Figura a seguir, é possível observar a vetorização de torque realizada em uma simulação de uma manobra de *step steer*.

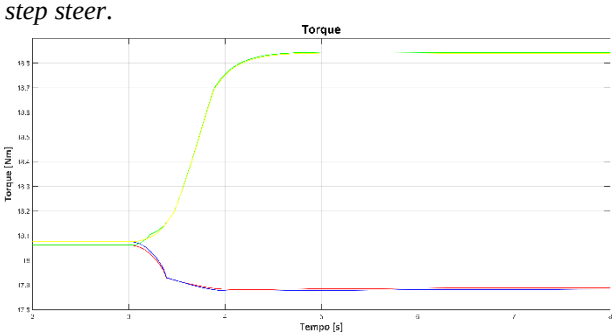


Figura 3. Torque nos Motores para PID e LQR.

Com os dados obtidos, concluímos que ambas as estruturas propostas apresentam uma resposta satisfatória em relação aos critérios de design estabelecidos durante o desenvolvimento.

Na Figura 4, analisamos a simulação dos três sistemas estudados durante a prova dinâmica *Skid Pad*. A imagem apresenta os comandos do piloto, pedal do acelerador e ângulo de volante, onde é possível observar que os sistemas de vetorização de torque permitem manter o acelerador em uma percentagem maior e utilizar um ângulo de volante menor durante a prova.

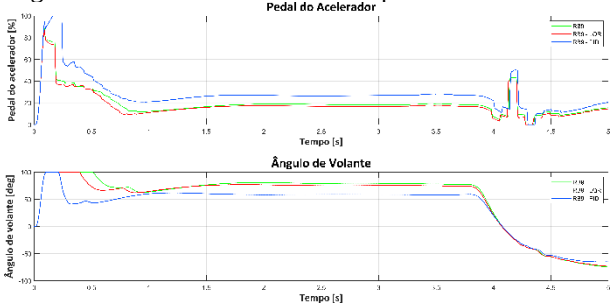


Figura 4. Comandos piloto – Simulação Skid Pad

IV. Referências

[1] HAZARE, Mandar. An Integrated Systems Engineering Methodology for Design of Vehicle Handling Dynamics. 2014.

[2] JAZAR, Reza N. Vehicle Dynamics : Theory and Applications. Springer, 2009.

[3] GILLESPIE, Thomas D. Fundamentals of vehicle dynamics. Society Of Automotive Engineers, 1992.

[4] CHACKO, Sanjay Joseph; P.C., Neeraj; ABRAHAM, Rajesh Joseph. Optimizing LQR controllers: A comparative study. Results in Control and Optimization, 2024.

[5] OGATA, Katsuhiko. Engenharia De Controle Moderno. 5. ed. Pearson Prentice Hall, 2011.

Aplicação de Sistema Embarcado em Ambulâncias e Semáforos para Otimização do Trânsito em Emergências

Isabella Silva De Araújo Abreu[1], Rodrigo Filipuci Da Silva[1], Sarha Imaculada Carvalho Silva[2], Thiago Borges Moraes Silva[1], Vinicius Rodrigues Prates[1]
[1] Engenharia Elétrica
[2] Engenharia de Automação e Controle
isabella.sa.abreu@gmail.com, rodrigofilipuci@gmail.com, sarha_imacullada@outlook.com, unietsilva@fei.edu.br, viniciusprates@hotmail.com

Orientador: André Luiz Perin
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
andreperin@fei.edu.br

Resumo: O aumento do número de veículos nas metrópoles brasileiras tem intensificado os congestionamentos, dificultando a circulação de ambulâncias em situações de emergência. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de semáforos inteligentes conectados a veículos de resgate via protocolo LoRa, priorizando sua passagem em cruzamentos. O sistema embarcado das ambulâncias envia informações de localização e direção ao semáforo, que, ao identificá-las, ativa o estado de emergência, garantindo luz verde para a ambulância até sua passagem. Testes realizados demonstraram que o sistema funciona de forma eficiente, que pode reduzir o tempo de deslocamento e aumentar a segurança no tráfego em situações críticas.

Palavras-chave: Sistemas Embarcados, Emergências, Mobilidade Urbana, Microcontroladores, LoRa.

I. Introdução

Os congestionamentos nas metrópoles brasileiras têm se intensificado de forma significativa, resultado do aumento exponencial do número de veículos motorizados. Em uma década, essa frota passou de 30 milhões para 50 milhões, sem que houvesse um investimento proporcional em infraestrutura, como ampliação de faixas, criação de novas vias ou incentivo ao transporte público [1]. Essa realidade afeta diretamente a mobilidade urbana, especialmente a circulação de veículos de emergência, como ambulâncias, cuja eficiência é vital para salvar vidas.

Nesse contexto, torna-se imprescindível buscar soluções que garantam maior agilidade no deslocamento desses veículos em situações de urgência. Este trabalho busca responder ao seguinte questionamento: como criar um dispositivo eficiente e de baixo custo que priorize a locomoção rápida e segura de ambulâncias em grandes centros urbanos?

A solução proposta consiste no desenvolvimento de um sistema embarcado inteligente para ambulâncias e semáforos. Utilizando o protocolo de comunicação de longo alcance LoRa [2], é estabelecida uma conexão entre ambos, permitindo que o semáforo detecte a proximidade da ambulância e priorize sua passagem alterando o ciclo de luzes. Esse processo resulta na ativação sinal verde para a rota da ambulância no menor tempo possível, retornando à normalidade após sua passagem, tudo controlado utilizando o microcontrolador ESP32. Com isso, busca-se não apenas facilitar a circulação de veículos de emergência em cruzamentos, mas também reduzir significativamente o tempo necessário para o transporte de pacientes a hospitais, contribuindo para salvar vidas.

II. Metodologia

O projeto é divido em dois sistemas: um que ficará nos veículos de emergência e outro nos semáforos. Nos veículos, o sistema é composto por módulo GPS e LoRa, display LCD e um ESP32. Nos semáforos o sistema contará com um LoRa, ESP32 e relés para controles dos sinais luminosos.

Na ambulância, o módulo GPS coleta dados de latitude, longitude e curso. Esses dados são processados pelo microcontrolador ESP32 e enviados continuamente ao sistema do semáforo utilizando o módulo LoRa. O mesmo ESP32 também controla um display LCD, responsável por informar ao motorista da ambulância quando o semáforo está liberado para passagem.

Já no semáforo, o sistema recebe as informações enviadas pela ambulância. Com base nos dados de localização e curso, o sistema calcula a direção e a distância da ambulância até o semáforo. Caso os valores indiquem que o veículo está se aproximando, o semáforo entra no estado de emergência, alterando seu comportamento para priorizar a passagem segura do veículo de resgate. A passagem de uma ambulância em estado de emergência pode causar uma dessincronização temporária entre cruzamentos. Para mitigar esse impacto, foi desenvolvida uma função de ajuste que calcula o tempo necessário para ressincronização, garantindo que os tempos de abertura e fechamento voltem a se alinhar com a sequência geral. Essa lógica foi implementada utilizando MicroPython, programada nos ESP32.

Na Figura 1 é mostrado a máquina de estados do semáforo. Cada estado representa uma condição específica de operação do semáforo, incluindo ciclos normais, de emergência e os ajustes necessários para ressincronizar o semáforo com outros cruzamentos.

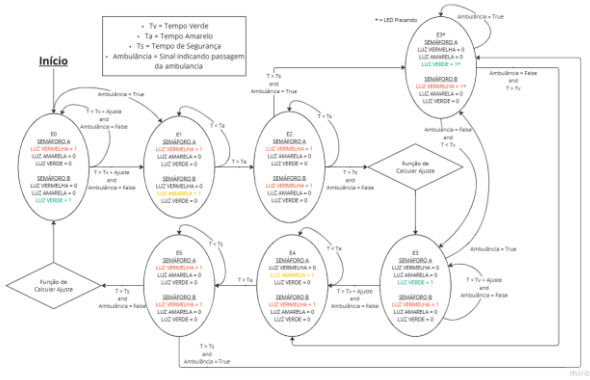


Figura 1. Máquina de Estados do Semáforo

III. Resultados

A. Hardware Fabricado

Para a implementação prática do projeto, foram desenvolvidas placas de circuito impresso (PCBs) para os sistemas embarcados da ambulância e dos semáforos com os componentes descritos na Seção II. A Figura 2 apresenta fotos das placas produzidas.

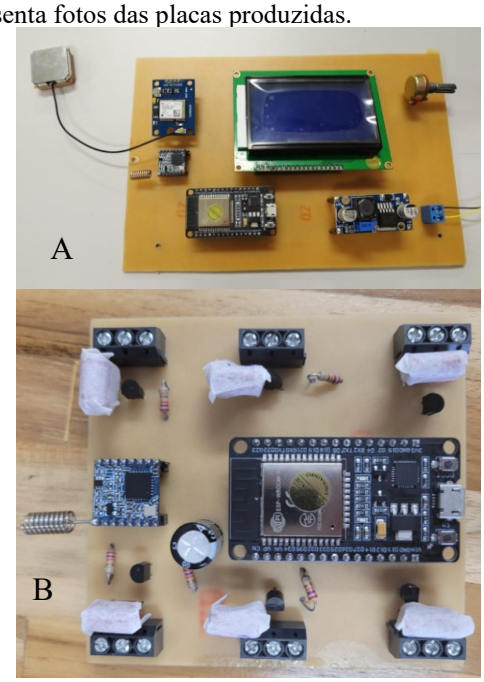


Figura 2. PCB do sistema da ambulância (A) e do semáforo (B).

B. Testes

Para testar o funcionamento do completo do projeto, foi montado um cruzamento como um cenário de testes no Centro Universitário FEI, conforme mostrado na Figura 3. O circuito da ambulância foi instalado em um carro, que percorreu o caminho da rua A e o da rua B, com o objetivo de verificar o acionamento do estado de emergência nos semáforos correspondentes.

O deslocamento iniciou-se pela rua A, exibindo a mensagem "Aguardando Comunicação" no display LCD para o motorista. Durante esse período, os semáforos operavam em ciclo normal, pois o veículo ainda não havia alcançado a distância mínima de 40 metros para ativar o sistema. Assim que essa distância foi atingida, o sistema do semáforo entrou em estado de emergência, com o semáforo da rua A ficando em verde e o da rua B em vermelho, ambos piscando para indicar estado de emergência. Paralelamente, o display na ambulância indicou que a conexão entre os circuitos foi estabelecida, mostrando o status atual do semáforo e o tempo restante até a liberação da passagem.

Após o carro se afastar do semáforo e ultrapassar novamente a distância de 40 metros, o display foi atualizado com a mensagem "Passou do Semáforo" para indicar que o semáforo havia deixado o estado de emergência, iniciando o processo de ressincronização.

O mesmo procedimento foi realizado na rua B. Nesse caso, o semáforo da rua A permaneceu em vermelho piscante, enquanto o da rua B passou para verde piscante, priorizando a passagem da ambulância



Figura 3. Cruzamento de teste entre ruas A e B.

IV. Conclusões

Neste trabalho, foi desenvolvido um sistema integrado capaz de identificar a aproximação de veículos de emergência e conceder prioridade para a passagem pelo cruzamento. Os testes realizados no Centro Universitário FEI demonstraram a eficácia do sistema, com os semáforos exibindo sinalizações apropriadas e ajustando seus ciclos de forma automática ao detectar a aproximação de uma ambulância.

Os resultados confirmam que o sistema é eficiente em priorizar a passagem de veículos de emergência, contribuindo significativamente para a melhoria da mobilidade urbana em situações críticas. Dessa forma, o projeto apresenta potencial para reduzir o tempo de deslocamento de ambulâncias, aumentando as chances de sucesso no atendimento a pacientes em situação de urgência.

V. Referências

[1] MARTINEZ, M. Trânsito: Congestionamentos se agravam nas metropoles do país. UOL, 2024. Disponivel em: <https://vestibular.uol.com.br/resumo-das-disciplinas/atualidades/transito-congestionamentos-se-agravam-nas-metropoles-do-pais.htm>. Acesso em: 23 Março 2024

[2] JUNIOR, V. P. D. S. Conheça a tecnologia LoRa® e o protocolo LoRaWAN. Embarcados, 2016. Disponivel em: <https://embarca-dos.com.br/ conheca-tecnologia-lora-e-o-protocolo-lorawan/>. Acesso em: 20 maio 2024.

Tokenização de Seguros Massificados em *Blockchain* Privada

Paulo Henrique da Rocha Alvim, Thiago Luiz de Oliveira Gregorio, Tiago Oliveira Vidal de Paula
Engenharia Elétrica
uniepalvim@fei.edu.br, unietgregorio@fei.edu.br, unietpaula@fei.edu.br

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Destro de Carvalho
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
destro@fei.edu.br

Resumo: Os seguros massificados, amplamente utilizados pela população de baixa renda no Brasil por seus custos acessíveis e cobertura eficiente, demandam soluções tecnológicas que ampliem e melhorem sua oferta. Este trabalho explora uma solução com *smart contracts* baseados em *blockchain* privada com a plataforma *Hyperledger Fabric* para o mercado de seguros massificados, implementando uma prova de conceito que permite registrar operações de um contrato de seguro massificado, como contratação, acionamento e aprovação/rejeição. A prova de conceito reduziu o compartilhamento de informações entre os atores e viabilizou um modelo de rede que promove a descentralização das informações, ainda que modular o suficiente para ajustar a autoridade entre os participantes. Além disso, a tokenização dos contratos permite novos modelos de negócios por meio do fracionamento dos seguros massificados, possibilitando maior flexibilidade na distribuição. Esses resultados representam um caminho promissor para centralizar informações de maneira descentralizada no setor de seguros.

Palavras-chave: Seguros massificados, tokenização, *blockchain* privada, *smart contracts*, prova de conceito.

I. Introdução

O mercado de seguros é um setor conhecido por sua complexidade, burocracia e pela presença de regulamentações [1]. As seguradoras enfrentam desafios significativos em relação à transparência das informações, eficiência operacional e conformidade regulatória. A necessidade de intermediários, a falta de transparência na comunicação entre os atores e a centralização das operações são apenas algumas das barreiras que limitam a eficiência e agilidade nesse mercado [2].

No caso específico dos seguros massificados, a transparência das informações é limitada devido a oferta ser realizada por meio do modelo estratégico Empresa para Empresa para Consumidor – *Business to Business to Consumer* (B2B2C) [2].

Diante disso, torna-se evidente que os intermediários são atores essenciais para que a seguradora consiga ofertar seus produtos para uma ampla base de consumidores em potencial, não sendo viável a oferta direta de seguros massificados entre seguradora e consumidor. Com isso, o presente estudo busca otimizar o processo de comunicação entre os atores envolvidos na operação dos segurados massificados.

A transparência oferecida pela *blockchain* permite a gestão eficiente e segura das transações, garantindo que todas as partes envolvidas tenham acesso igualitário às informações e processos [3]. Isso pode resultar em uma melhoria significativa na experiência do cliente, redução de custos operacionais, maior conformidade com regulamentações governamentais e agilidade no faturamento de prêmios.

Assim, o principal objetivo deste estudo é desenvolver uma Prova de Conceito – *Proof of Concept* (PoC), em um ambiente de testes, utilizando as tecnologias do ecossistema *blockchain*, a fim de distribuir a informação, de forma descentralizada, entres os participantes das operações existentes no mercado de seguros massificados.

II. Metodologia

Nesta seção, delineou-se a abordagem adotada para desenvolver a prova de conceito, mediante tokenização do contrato de seguro.

O projeto focou no mercado de seguros massificados, com ênfase em seguros de celulares, devido à sua alta demanda e impacto social no Brasil. A prova utilizou uma plataforma de *blockchain* privada, garantindo controle sobre as permissões e privacidade dos participantes, alinhada com as exigências regulatórias do Conselho Nacional de Seguros Privados (CNSP).

Atualmente, parceiros de distribuição devem informar, em algum momento, a contratação à seguradora, enquanto na nova proposta, todas as informações estão centralizadas, no token do contrato, na *blockchain* e acessíveis aos participantes autorizados. Para simplificar a implementação, foram selecionadas

operações específicas do seguro de celular, abordando apenas sinistros relacionados a roubo ou furto.

Simulou-se uma rede *blockchain* composta por três organizações: seguradora, parceiro de distribuição e um departamento externo de avaliação de evidências. Cada organização possui um *peer* que interage com os *smart contracts*, enquanto o *peer* ordenador organiza as transações. O fluxo inicia-se com a contratação do seguro por meio de uma aplicação cliente. Uma vez contratado, o consumidor pode acionar o seguro ao submeter documentos comprobatórios do sinistro. A análise é feita por avaliadores, e a decisão final é registrada na *blockchain*.

A aplicação cliente, desenvolvida em *Golang* para o servidor e *React/Next.js* para a interface, foi desenvolvida para facilitar a visualização da interação com os *smart contracts*, expondo funcionalidades como autenticação, consulta e avaliação de sinistros. Por meio desse processo, foi possível validar o potencial da tecnologia *blockchain* em aprimorar a transparência, eficiência e conformidade regulatória no mercado de seguros massificados.

III. Resultados

A. Contratação

O fluxo começa com a compra de um celular em um *e-commerce* parceiro, em que o consumidor pode escolher um modelo e clicar em "Comprar Agora". Um modal oferece a opção de adquirir um seguro, e se o consumidor aceitar, inicia-se o processo de contratação. O parceiro coleta informações sensíveis, que podem ser armazenadas em um banco de dados *off-chain* e consultadas pela seguradora para garantir a veracidade dos dados. Apenas os dados essenciais para emitir o token do seguro são registrados na *blockchain*.

Ao finalizar a contratação, uma identidade digital é gerada para o segurado. Esta identidade, vinculada ao token do seguro, serve para autenticação futura no sistema da seguradora. O relacionamento entre o token e o segurado é estabelecido através da *string* “Usuário”, garantindo a associação clara e segura entre as partes envolvidas.

B. Acionamento

O segurado acessa a página da seguradora e se autentica com as credenciais únicas vinculadas ao contrato de seguro. Se possuir mais de um seguro, terá múltiplas credenciais. Na página de acionamento, ele anexa documentos comprobatórios e em seguida os envia.

C. Análise de Evidências

O analista de evidências acessa a página de pedidos pendentes e, ao clicar em "Analisar", é direcionado para os detalhes do pedido, onde visualiza o contrato e as evidências. Os documentos são exibidos individualmente no sistema para análise detalhada. Após a revisão, o analista deve aprovar ou reprovar as evidências, atualizando a situação do token de seguro. Em seguida, retorna à lista de pedidos para continuar analisando outras solicitações, se houver.

D. Análise Final da Solicitação

A decisão final sobre a solicitação de sinistro é tomada pela seguradora em uma página similar à de análise de evidências. Nesta etapa, a seguradora formaliza a decisão, garantindo que todas as etapas foram cumpridas antes de aprovar o pagamento da indenização ou encerrar o pedido. Por fim, o histórico dos estados de um token específico é disponibilizado através da *API* e da transação de consulta de histórico.

IV. Conclusões

A implementação da solução baseada em *blockchain* mostrou-se eficiente para reduzir a necessidade de compartilhamento de informações entre os atores de contratos de seguro, alcançando os objetivos definidos na PoC. Apesar das abstrações feitas para simulações, a modularidade da tecnologia permite ajustes topológicos conforme o cenário real, equilibrando descentralização e autoridade das seguradoras. Uma constatação importante foi que o armazenamento dos dados do segurado no contrato tokenizado pode ser substituído pelo uso de credenciais, similar às carteiras de criptomoedas, com diferentes soluções *on-chain* e *off-chain* para gerenciar dados sensíveis. Além disso, a tokenização dos seguros massificados abre novas possibilidades de negócios, especialmente no que tange o fracionamento seguros massificados pelos estipulantes, por exemplo o seguro de vida em grupo.

Sugestões futuras incluem explorar soluções para proteção de dados em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), desenvolver modelos hierárquicos de rede, criar ferramentas de auditoria e realizar estudos comparativos entre ambientes *on-premise* e em nuvem.

A pesquisa reforça que a *blockchain* privada tem grande potencial para modernizar o mercado de seguros massificados, promovendo transparência, eficiência e conformidade regulatória.

V. Referências

[1] OUTREVILLE, J. F. Theory and Practice of Insurance. [s.l.] Springer US, 1998.

[2] SANTOS, G. L. DOS. Agilização de Processo de Negociação de Seguros Massificados com Parceiros em Empresa Seguradora. São Paulo: [s.n.].

[3] NAKAMOTO, S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2024.

Linhas de Transmissão de Potência: Modelo Reduzido Didático

Julio Cesar Toledo dos Santos, Vinícius de Souza Silva, Gustavo de Souza Mendes, Gustavo de Morais Silva e Moisés Henrique Modesto.
Engenharia Elétrica
juliotoledo562@gmail.com; viinnysouzaa@gmail.com; Gustavo_sm5@outlook.com; gu.moraes@outlook.com; moiseshenrique63@gmail.com.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Xavier Duarte
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
sduarte@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um modelo em escala reduzida de uma linha de transmissão de energia elétrica, visando melhorar o ensino de sistemas de potência em cursos de Engenharia Elétrica. A proposta é criar uma bancada didática acessível, permitindo que os alunos aprendam de forma prática sobre linhas de transmissão de longa distância. A metodologia inclui o cálculo de parâmetros elétricos (indutância, capacitância e resistência) e a montagem do modelo com materiais de baixo custo. Ensaios práticos serão realizados para demonstrar a funcionalidade do modelo, proporcionando uma compreensão visual e prática dos fenômenos eletromagnéticos. Espera-se que o modelo facilite a medição de parâmetros e contribua para o processo de ensino-aprendizagem.

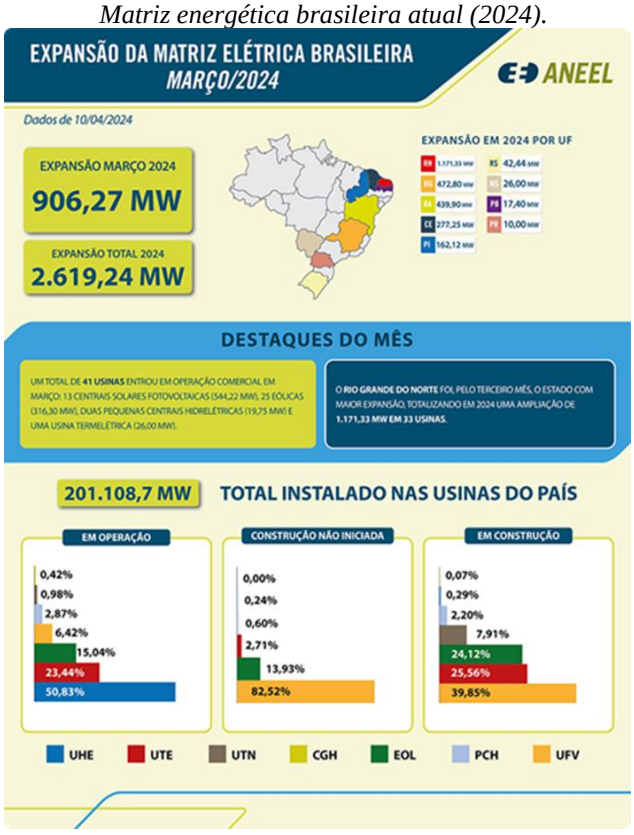
Palavras-chave: linhas de transmissão; modelo reduzido; sistemas de potência; bancada didática.

I. Introdução

A primeira central elétrica do mundo, criada por Thomas Edison em 1882, fornecia energia em corrente contínua (CC) para o distrito de Pearl Street, em Nova York, marcando o início da distribuição comercial de eletricidade. Em 1886, em Massachusetts, foi implementado o primeiro sistema de corrente alternada (CA), viabilizado por transformadores, permitindo o transporte eficiente de energia a longas distâncias. Na Alemanha, no mesmo período, a AEG instalou uma linha de transmissão em CA, conectando a usina hidrelétrica de Lauffen à cidade de Frankfurt, operando em 15 kV a 180 km de distância, consolidando a viabilidade da tecnologia.

No Brasil, a primeira linha de transmissão foi construída em 1889 pela Companhia Mineira de Eletricidade, interligando a Usina de Marmelos a Juiz de Fora para iluminação pública. Entre 1930 e 1950, a nacionalização e expansão de hidrelétricas e termoelétricas abasteceram grandes centros urbanos. Nas décadas seguintes, grandes usinas como Furnas e Itaipu foram construídas, além da criação do Sistema Interligado Nacional (SIN), conectando as regiões do país. Atualmente, o sistema elétrico brasileiro possui uma capacidade instalada superior a 202,1 GW, segundo dados da ANEEL (2024), destacando a evolução e modernização contínua da infraestrutura energética.

Matriz energética brasileira atual (2024).



II. Objetivos

O objetivo geral é desenvolver um modelo em escala reduzida de uma linha de transmissão de energia equivalente a uma linha longa real.

III. Resultados

Os gráficos das figuras de 1 a 5, mostram sobretensões, ressonâncias e o comportamento indutivo-capacitivo, validando o modelo reduzido e apontando melhorias.

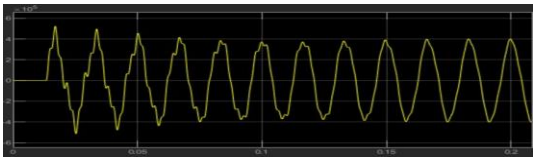


Figura 1. *Simulação da energização da LT real sem carga (Vin).*

Figura 2. *Simulação da energização da LT real sem carga (Vout).*

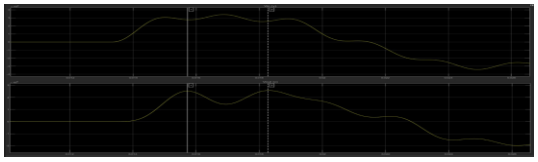


Figura 3. *Gráfico com intervalo reduzido.*

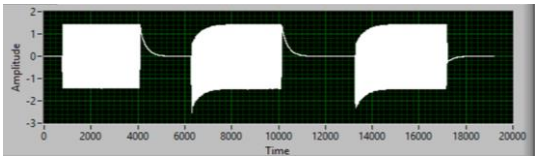


Figura 4. *Gráfico de **Vin** e **Vout.***

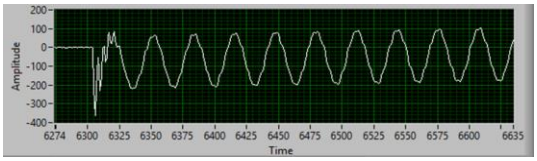


Figura 5. *Gráficos com intervalo amostral de **Vin** e **Vout** reduzido.*

IV. Conclusões

Este trabalho comprovou a viabilidade de representar uma linha de transmissão real em escala reduzida por meio de cálculos e simulações, reproduzindo fenômenos como sobretensões e ressonâncias com precisão. As frequências de ressonância obtidas (391 Hz na LT real e 416 Hz no modelo) confirmam a fidelidade do modelo, possibilitando análises críticas e futuras pesquisas sobre transientes, cargas variadas e melhoria do modelo.

V. Referências

[1] LEÃO, R. GTD – Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2009

[2] STEVENSON, Jr. W. D. Elements of Power System Analysis. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 1982.

[3] FUCHS, Rubens Dario, Transmissão de Energia Elétrica, Livros Técnicos e Científicos S. A. Editora EDUFU, UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. 2015.

[4] ANEEL. Matriz elétrica teve ampliação de 1,5 GW em abril com 47 novas usinas. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2024/matriz-eletrica-teve-ampliacao-de-1-5-gw-em-abril-com-47-novas-usinas. Acesso em: 24 de mai. de 2024.

Agradecimentos

Expressamos nossa gratidão a todos que contribuíram para a realização deste projeto. Agradecemos a Deus por nos dar força e sabedoria, às nossas famílias pelo apoio incondicional, aos colegas e amigos pelo incentivo, e aos orientadores e professores pelas valiosas orientações e confiança em nosso potencial. Reconhecemos o papel do Centro Universitário FEI por oferecer a estrutura necessária e agradecemos aos funcionários pelo suporte. Este trabalho reflete o esforço coletivo de todos que fizeram parte desta jornada.

Gerador Hidrocinético: Estudo de Viabilidade de Produção de um Gerador para as Comunidades Ribeirinhas

Guilherme M. R. Kashihara, Eduardo F. Patricio, Rafael D. B. Neves, Vinicius S. Grosso
Engenharia Elétrica
uniegkashihara@fei.edu.br, unieepatricio@fei.edu.br, unierneves@fei.edu.br, unievgrosso@fei.edu.br

Orientadora: Milene Galeti
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
mgaleti@fei.edu.br

Resumo: A eletricidade é essencial no mundo moderno, mas muitas comunidades ribeirinhas no Brasil ainda não têm acesso a ela devido à localização remota e falta de infraestrutura. Este projeto propõe um gerador hidrocinético que utiliza a correnteza dos rios para gerar energia limpa e sustentável.

Palavras-chave: Eletricidade, Gerador, Energia Limpa, Comunidades ribeirinhas.

I. Introdução

As comunidades ribeirinhas da região amazônica enfrentam desafios significativos devido à ausência de acesso à energia elétrica. Localizadas em áreas remotas e fora do Sistema Interligado Nacional (SIN), essas comunidades dependem de geradores a diesel, que apresentam altos custos operacionais, baixa eficiência e grande impacto ambiental devido à emissão de gases de efeito estufa. Estudos apontam que cerca de 990 mil pessoas na Amazônia Legal permanecem sem acesso à eletricidade, o que prejudica diretamente setores essenciais como saúde, educação e desenvolvimento econômico [1]. Essa exclusão energética perpetua desigualdades sociais e limita as oportunidades de melhoria da qualidade de vida.

Neste contexto, a geração de energia hidrocinética desponta como uma solução sustentável e acessível. Utilizando a correnteza natural dos rios para converter energia cinética em energia elétrica, essa tecnologia elimina a necessidade de grandes infraestruturas, como barragens, e reduz o impacto ambiental. O projeto aqui apresentado propõe o desenvolvimento de um gerador hidrocinético, adaptado às condições específicas dos rios amazônicos, com o objetivo de fornecer eletricidade de forma confiável para comunidades ribeirinhas.

II. Metodologia do projeto

A. Gerador

O gerador hidrocinético foi projetado para operar em baixa rotação, atendendo às condições dos rios amazônicos. Utilizando o software ANSYS, foram realizadas simulações eletromagnéticas e estruturais detalhadas para otimizar o desempenho do rotor e do estator. O rotor, equipado com ímãs permanentes estrategicamente posicionados, interage com as bobinas de cobre no estator para maximizar a conversão de energia cinética em elétrica. Na simulação, foi possível observar as tensões trifásicas induzidas no gerador, que apresentaram valores de pico próximos a 70V, como mostrado na **Figura 1**. Esses resultados confirmam a capacidade do sistema de operar de forma eficiente em condições típicas dos rios amazônicos.

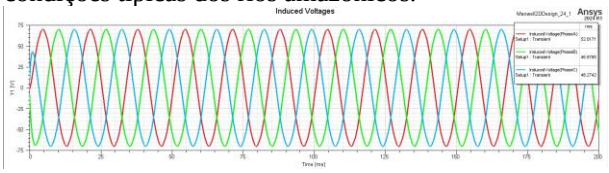


Figura 1. Tensão induzida simulada do Gerador.

B. Turbina

A turbina hidrocinética foi desenvolvida com o auxílio do software QBlade, que possibilitou análises detalhadas de eficiência aerodinâmica e modelagem do perfil das pás. Optou-se por uma turbina de eixo horizontal com 3 pás, devido ao equilíbrio entre eficiência e simplicidade estrutural. De acordo com as simulações realizadas, o tamanho otimizado obtido para a turbina não era viável para construção em escala real, considerando as limitações práticas de recursos e espaço disponíveis. Por esse motivo, foi necessário ajustar o projeto para uma versão reduzida, mantendo o foco na validação conceitual e funcional do sistema.

As simulações foram essenciais para validar o comportamento aerodinâmico e estrutural das pás, além de ajustar o projeto às condições específicas dos rios amazônicos. A geometria final das pás, apresentada na

Figura 2, reflete o equilíbrio entre eficiência energética e viabilidade prática.

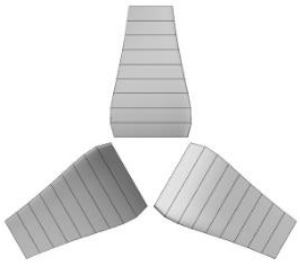


Figura 2. Modelagem da Turbina com 3 pás.

C. Protótipo

Após a definição dos parâmetros de construção, as peças do gerador foram modeladas no software NX e produzidas por processos como corte por jato de água, torneamento, impressão 3D e fresamento. A montagem envolveu o isolamento elétrico do estator, alinhamento e fixação do eixo, encaixe dos ímãs permanentes nos slots do rotor, enrolamento das bobinas e fixação das peças por parafusos ou interferência. O protótipo montado está ilustrado na Figura 3.



Figura 3. Protótipo do gerador montado.

D. Circuito

O circuito elétrico foi projetado para converter, estabilizar e gerenciar a energia gerada pelo gerador hidrocinético. Após a saída trifásica, a energia é convertida em corrente contínua por um conversor AC/DC e regulada por um controlador de carga, que protege o sistema contra sobrecargas e gerencia o armazenamento em uma bateria de 12V e 5Ah. O sistema também inclui uma lâmpada de 12V conectada ao controlador, demonstrando uma aplicação prática e garantindo o fornecimento contínuo de energia para uso local, conforme ilustrado na Figura 4.

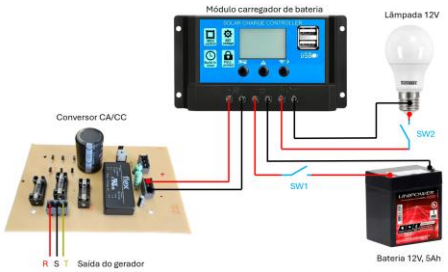


Figura 4. Ligação do circuito para aplicação prática.

III. Análise dos Resultados

Os testes realizados no gerador hidrocinético validaram os parâmetros projetados e confirmaram sua capacidade de operar com consistência e eficiência. O eixo do gerador foi rotacionado utilizando uma furadeira, e ambos os testes (com e sem carga) foram realizados com a mesma tensão controlada de 75 VAC. O primeiro teste foi realizado com o gerador operando em vazio, sem carga. A análise dos sinais capturados pelo osciloscópio, como mostrado na **Figura 5**, demonstrou características estáveis de frequência e amplitude. Durante os testes, as frequências registradas nos canais permaneceram próximas a 57 Hz, enquanto as amplitudes das tensões trifásicas oscilaram entre 60V e 65V, valores bem próximos das simulações realizadas.



Figura 5. Formas de onda obtidas na saída do gerador em vazio.

IV. Conclusões

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um gerador hidrocinético para atender às necessidades energéticas de comunidades ribeirinhas na região amazônica, com foco em sustentabilidade. O sistema foi projetado a partir de simulações e testes que validaram sua eficiência. Os testes, realizados com e sem carga, utilizando uma tensão controlada de 75 VAC, evidenciaram variações dentro dos parâmetros aceitáveis. Embora a turbina otimizada para simulações não tenha sido fabricada em escala real, o projeto demonstrou que os componentes, como o gerador e o circuito alimentador, operam de maneira integrada e eficiente.

V. Referências

[1] IEMA. *Exclusão elétrica na Amazônia Legal: quem ainda está sem acesso à energia elétrica?* São Paulo, 2020.

Controle e Desenvolvimento de Regulador de Tensão para Redes Trifásicas Desequilibradas

Lucas Soares Silva do Nascimento, Wellington Barbosa de Souza
Engenharia Elétrica
luck.soares@outlook.com, wellingtonsouza.wbs@gmail.com

Orientador: Silvio Xavier Duarte
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
sduarte@fei.edu.br

Resumo: Trata-se de um dispositivo para corrigir desequilíbrios de tensão em redes trifásicas, condição que impacta negativamente a vida útil e eficiência de motores e geradores industriais. Desequilíbrios surgem principalmente de cargas monofásicas distribuídas inadequadamente, causando problemas como superaquecimento, maior consumo de energia e falhas prematuras em equipamentos.

Palavras-chave: Desequílibrio de tensão, Regulador de tensão, Sistema trifásico, LabVIEW.

I. Introdução

O objetivo central do projeto é garantir que a tensão nas três fases de um alimentador se mantenha equilibrada, minimizando os impactos negativos para consumidores e concessionárias. Para isso, o sistema proposto utiliza sensores de tensão e corrente para monitorar continuamente os níveis de tensão nas fases, um condicionamento de sinais para adequar os níveis dos sinais analógicos medidos para as entradas analógicas da placa de aquisição de dados, e um controlador que aplica algoritmos de controle desenvolvidos no LabVIEW. Esses dados processados orientam a atuação de motores que ajustam os reguladores de tensão, compensando variações e corrigindo desequilíbrios.

A inovação técnica do projeto está na utilização de transformadores reguladores que são operados por um acionamento motorizado, comandos por saídas digitais, ajustando a tensão na carga com base em cálculos realizados pelo controlador. Além disso, o dispositivo inclui fins de curso e uma caixa de redução para limitar o movimento dos motores, garantindo ajustes seguros e protegendo o equipamento contra falhas mecânicas.

O trabalho também destaca a importância de corrigir desequilíbrios de tensão para reduzir impactos econômicos e operacionais nas indústrias. Desequilíbrios superiores a 1%, por exemplo, podem reduzir a vida útil de motores de grande porte em até 22%, além de aumentar o consumo energético e as despesas com manutenção e substituição de equipamentos. Empresas que dependem de equipamentos industriais enfrentam custos elevados devido à interrupção de processos produtivos e ao desperdício de investimentos em máquinas que não atingem seu potencial esperado.

Metodologicamente, o projeto é estruturado em várias etapas: pesquisa bibliográfica para embasamento teórico, desenvolvimento do projeto do regulador de tensão, montagem do dispositivo, implementação do algoritmo de controle, e testes para validação da solução. Durante os ensaios, foram simulados cenários de desequilíbrio utilizando cargas monofásicas conectadas à rede projetada. A análise dos resultados foi essencial para avaliar a eficácia do sistema em corrigir tensões desequilibradas e melhorar a qualidade da distribuição de energia.

O trabalho também faz referência ao uso de tecnologias modernas, como o transformador autorregulável SmartGreen, desenvolvido pela CEMIG em parceria com outras empresas. Esse dispositivo, atualmente em fase de testes, busca estabilizar automaticamente a tensão fornecida aos consumidores, eliminando variações perceptíveis. A adoção de soluções tecnológicas como essa, alinhadas a princípios de sustentabilidade (ESG), demonstra a relevância de projetos voltados à regulação de tensão para garantir redes de distribuição mais confiáveis e sustentáveis.

Ao final, o projeto contribui para a modernização das redes elétricas, melhorando sua confiabilidade e eficiência energética. A proposta de um regulador de tensão trifásico eficaz não apenas prolonga a vida útil dos equipamentos conectados ao sistema, mas também reduz custos operacionais e impactos ambientais associados ao desperdício de energia. Dessa forma, o trabalho oferece uma solução técnica robusta e de grande relevância para o setor elétrico, destacando-se

como uma iniciativa promissora para aprimorar a qualidade da energia e a sustentabilidade industrial.

II. Figuras

A. Figuras

O regulador de tensão pode atuar dentro da faixa de regulação, de acordo com o diagrama vetorial.

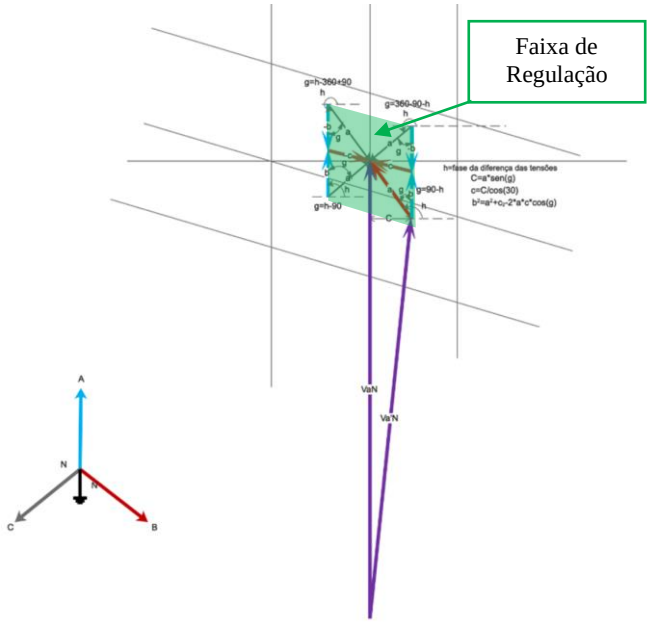


Figura 1. Análise do diagrama vetorial do desequilíbrio

O projeto é composto por um conjunto de reguladores de tensão (autotransformadores) que são controlados por meio de um acionamento motorizado. O controle é feito pelo operador quando é indicado no supervisório o desequilíbrio de tensão em uma das fases.

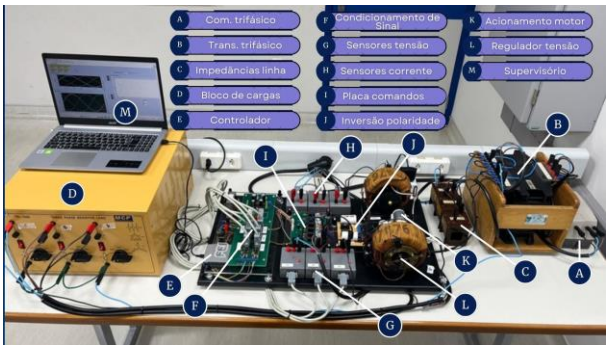


Figura 2. Projeto e seus respectivos componentes

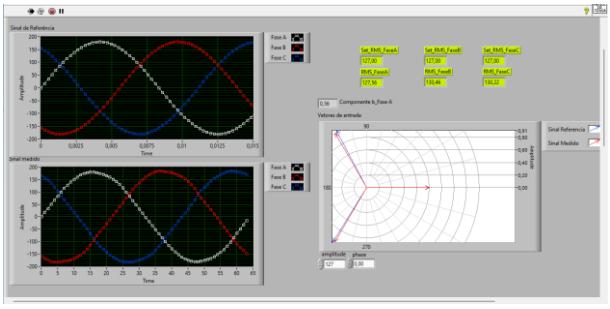


Figura 3. Supervisório do sistema de controle

III. Conclusões

Os resultados obtidos foram favoráveis, demonstrando que o regulador de tensão desenvolvido foi eficaz na correção de desequilíbrios em redes trifásicas. O sistema proposto conseguiu estabilizar as tensões na fase em que está sendo controlado, garantindo um funcionamento mais seguro e eficiente dos equipamentos conectados. Contudo, o principal desafio enfrentado foi a sincronização entre o sinal gerado pelo LabVIEW e o sinal da rede elétrica capturado pelos sensores. Essa etapa foi crucial, pois o parâmetro de comparação entre os sinais determinava as correções necessárias para equilibrar a rede. Apesar das dificuldades, a implementação da lógica de controle permitiu superar esse obstáculo, validando a eficácia da solução proposta e abrindo caminho para aplicações futuras.

IV. Referências

[1] ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, (2018). Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST: Módulo 8. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 728/2016.

[2] Carvalho, C. Carvalho. Transformadores. Editora Engenharia, 1983.

[3] Normas NEMA – MG1- Section IV - Performance Standards Applying to All Machines, Part 30, 1993.

Agradecimentos

A Deus, por nos guiar e dar força ao longo desta caminhada.

Às nossas famílias, pelo amor, paciência e apoio incondicional em todos os momentos desta jornada.

Aos funcionários Douglas e Yuri, do prédio da elétrica, por sua generosidade e competência ao nos auxiliarem na construção do protótipo. Suas orientações práticas e apoio técnico foram indispensáveis para transformar nossa ideia em realidade.

Aos professores do curso de Engenharia Elétrica, que contribuíram com nossa formação acadêmica e ofereceram suporte teórico ao longo desta jornada.

A todos que estiveram ao nosso lado de alguma forma, seja com palavras de incentivo, suporte nas ideias ou auxílio na construção do projeto. Cada contribuição, por menor que pareça, fez diferença e nos trouxe até aqui.

Nosso sincero e profundo agradecimento.

Conversor CA-CC Monofásico Semi-Controlado

Álvaro Desan Neto, Vinicius Takeshi Higa, Ytallo dos Santos Sousa
Engenharia Elétrica
uniealneto@fei.edu.br, viniciustakeshihiga123@gmail.com, ytallojah@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Salvador Pinillos Gimenez
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
sgimenez@fei.edu.br

Resumo: Este artigo apresenta o estudo e desenvolvimento de um conversor CA-CC monofásico híbrido, utilizando tiristores (SCRs) controlados pelo microcontrolador ESP32 para ajuste do ângulo de disparo. Este conversor é projetado principalmente para alimentar cargas indutivas, como motores CC, mas também atende cargas resistivas. O projeto abrange a análise teórica dos componentes empregados, bem como do funcionamento do conversor, também apresenta simulações e resultados obtidos. O conversor demonstra eficiência no ajuste de velocidade do motor CC através do valor médio de tensão.

Palavras-chave: Conversor CA-CC, tiristores, ângulo de disparo, carga indutiva, circuito detector de zero, ESP32.

I. Introdução

A crescente demanda por eficiência energética e a busca por soluções tecnológicas avançadas têm estimulado o desenvolvimento de sistemas de conversão de energia elétrica mais eficientes.

Majoritariamente o sistema de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no Brasil é feita em corrente alternada (CA) devido a algumas vantagens em relação a corrente contínua (CC), como por exemplo a facilidade para transformação, menores perdas e melhor custo-benefício.

Apesar destas vantagens, muitos equipamentos, sejam eles de uso doméstico ou industrial, utilizam corrente contínua para funcionar. Por esta razão o estudo e desenvolvimento de conversores de energia eficientes e precisos se faz necessário

Por esta razão, este projeto tem o objetivo de projetar e implementar um conversor CA-CC monofásico híbrido com controle do ângulo de disparo dos tiristores sendo feito via microcontrolador, garantindo sua compatibilidade com cargas indutivas, permitindo o ajuste de velocidade de motores CC.

II. Metodologia

O conversor semi-controlado faz uso de dois tiristores e dois diodos para retificação completa da forma de onda senoidal proveniente da rede e devido a esta configuração ele é chamado de conversor híbrido ou semi-controlado. Em um conversor deste tipo, os tiristores, neste caso SCRs, são controlados através do seu chaveamento, que se dá por meio de pulsos que são inseridos em seu terminal *gate* por um microcontrolador ESP32. Abaixo se encontra a Figura 1 que mostra o circuito retificador deste conversor.

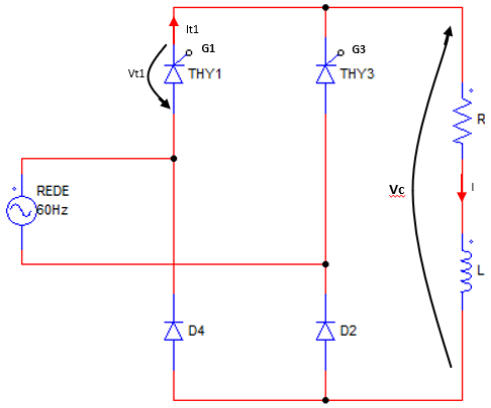


Figura 1. Circuito retificador de onda completa do conversor semi-controlado.

Conforme mencionado anteriormente, o controle do ângulo de disparos dos tiristores será feito utilizando o microcontrolador ESP32 *DevkitC* que utiliza a linguagem de programação *micropython* e é suficientemente rápido para disparar com precisão os pulsos para os tiristores. Conforme Figura 2

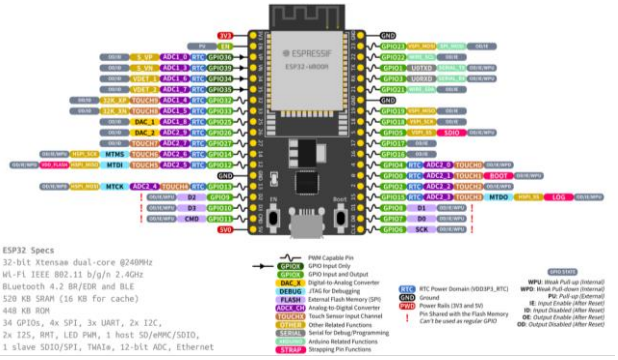


Figura 2. Diagrama de pinagem do ESP32.

O conversor é complementado por um circuito de detecção de passagem por zero (*zero crossing*) que permite realizar um controle preciso da tensão de saída para que a ativação dos SCRs seja exatamente no ângulo de disparo correspondente. Este circuito gera um pulso estreito toda vez que o sinal senoidal da entrada passa pelo ponto zero, fazendo com que se inicie um contador interno no microcontrolador e assim tendo uma referencia de tempo precisa para disparar os pulsos de ativação dos tiristores. A figura 3 mostra o esquemático do circuito de *zero cross*.

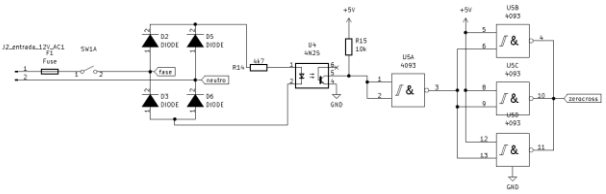


Figura 3. Esquema elétrico do circuito de *zero cross*.

Foi criado também uma interface web que permite ajustar o atraso no acionamento dos tiristores remotamente, o que interfere diretamente na velocidade do motor CC, que é a carga utilizada para demonstrar o funcionamento deste projeto. Conforme Figura 4.



Figura 4. Interface de configuração do atraso do disparo.

III. Resultados

Através dos testes realizados, pode-se observar que o projeto deste conversor atingiu os objetivos propostos, controlando com precisão a tensão média aplicada à carga por meio do ajuste do ângulo de disparo dos SCRs. A forma de onda esperada na saída é uma onda senoidal retificada que apresenta "cortes" que coincidem com o sinal dos disparos dos tiristores. Podemos observar este comportamento na Figura 5 a seguir.

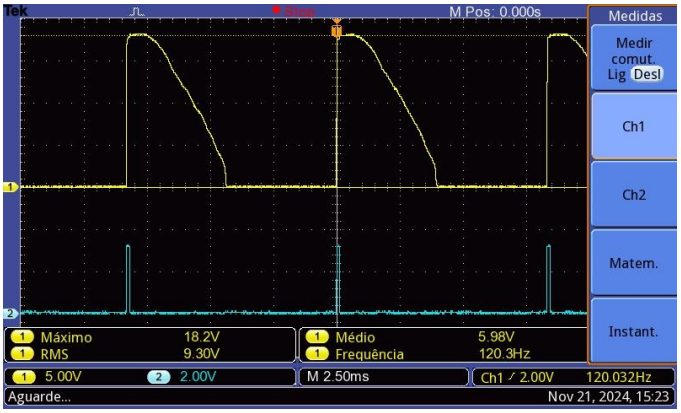


Figura 5. Sinal de saída do conversor CA-CC.

Após testado todo o circuito em uma protoboard e validado seu funcionamento, foi confeccionada uma placa de circuito impresso, através do software *Kicad*, para consolidar o projeto. Conforme Figura 6 abaixo.

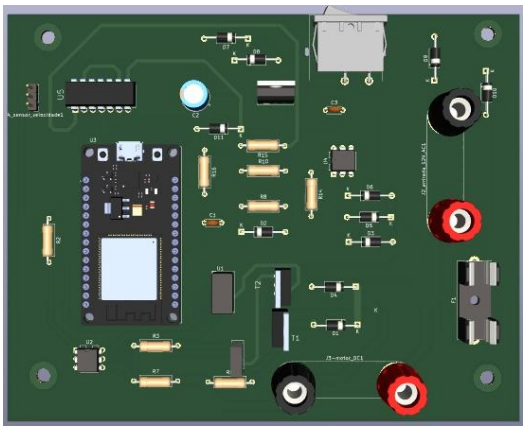


Figura 6. Placa de circuito impresso do conversor CA-CC.

IV. Conclusões

O conversor CA-CC híbrido desenvolvido oferece uma solução eficiente e econômica para aplicações em cargas indutivas e resistivas. A utilização do microcontrolador ESP32, torna este sistema flexível e preciso, além de ser um componente de baixo custo aquisitivo.

A possibilidade de ajustar a velocidade de um motor CC remotamente através da interface criada, se torna um atrativo e um diferencial para este projeto. O projeto ainda possui potencial para outras melhorias

V. Referências

[1] ARRABAÇA, D. A.; GIMENEZ, S. P. Eletrônica de potência: conversores de energia (CA/CC): teoria, prática e simulação. 2.ed. São Paulo: Érica, 2016.

[2] BARBI, Ivo. Eletrônica de potência. 5.ed. Florianópolis, 2005.

Estudo de Vabilidade para a Instalação de Sistemas de Energia Solar em Residências Populares

Rafael G. Dias, Vinícius V. Marinho, Pedro H. Biguzzi, Gustavo B. Pizzato
Engenharia Elétrica

Orientador: Milene Galeti
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
mgaleti@fei.edu.br

Resumo: O aumento da adoção de sistemas de energia renovável é crucial para promover sustentabilidade e reduzir emissões de carbono. Este estudo avalia a viabilidade de instalar sistemas fotovoltaicos em residências populares, abordando aspectos técnicos, econômicos e normativos. São apresentados resultados de simulações que validam o dimensionamento dos sistemas e o impacto das políticas públicas. O objetivo é facilitar a democratização do acesso à energia limpa em comunidades de baixa renda, contribuindo para a independência energética e inclusão social.

Palavras-chave: energia solar, sistemas fotovoltaicos, viabilidade econômica, sustentabilidade, inclusão social.

I. Introdução

A transição energética para fontes renováveis é um pilar fundamental no combate às mudanças climáticas e na busca por sustentabilidade. A energia solar, em particular, destaca-se como uma solução viável para regiões urbanas e rurais devido à abundância de radiação solar e à ausência de emissões durante sua operação. No entanto, o alto custo inicial de instalação ainda é um grande obstáculo para a adoção dessa tecnologia, especialmente por famílias de baixa renda.

No Brasil, políticas como a Lei 14.300/2022 e o Projeto de Lei 624/2023 buscam criar um ambiente mais favorável para a implementação de sistemas fotovoltaicos em residências populares. Essas medidas promovem incentivos fiscais, financiamento acessível e a integração com programas habitacionais como o Minha Casa Minha Vida. Contudo, a viabilidade técnica e econômica ainda requer estudos detalhados que considerem condições locais, como irradiação solar, perfis de consumo e infraestrutura disponível.

Este trabalho investiga soluções para baratear a instalação de sistemas solares em residências populares, combinando simulações com análises de financiamento e políticas públicas. A contribuição reside na proposta de um modelo replicável que integra aspectos técnicos e sociais, promovendo acesso à energia limpa de forma sustentável e economicamente viável.

II. Metodologia

O estudo foi conduzido com base em uma análise detalhada de uma residência padrão do programa Minha Casa Minha Vida, localizada em São José dos Campos. O consumo médio mensal foi estimado em 171,6 kWh, e as características climáticas da região foram consideradas, incluindo uma irradiação solar média de 4,5 a 5,0 kWh/m²/dia.

O sistema fotovoltaico foi dimensionado utilizando três módulos de 555 W, totalizando 1,665 kWp, com um inversor de 1,5 kW. Este dimensionamento considera uma eficiência de 80%, garantindo que o sistema atenda a todas as necessidades energéticas da residência ao longo do ano. Para validar a proposta, foram realizadas simulações no software PVSyst, incluindo modelagem 3D da residência e análise de dados meteorológicos.

Adicionalmente, o estudo avaliou as linhas de crédito disponíveis, como o financiamento do BNDES e os subsídios oferecidos pelo Minha Casa Minha Vida. Também foram analisados programas como a Tarifa Social de Energia Elétrica, que oferece descontos progressivos para famílias de baixa renda, reduzindo ainda mais os custos operacionais do sistema, como na figura 1.

Renda Familiar Mensal	Nominal	Efetiva
Até R$ 2.455,00	5,00% a.a. + TR	5,116% a.a. + TR
De R$ 2.455,00 a R$ 3.275,00	6,00% a.a. + TR	6,168% a.a. + TR
De R$ 3.275,00 a R$ 5.000,00	7,16% a.a. + TR	7,400% a.a. + TR

Figura 1. Tarifa de juros anual para o MCMV separado por renda familiar mensal em São José dos Campos.

III. Simulação

A simulação realizada no PVSyst utilizou dados detalhados de irradiação solar e perfis de consumo para avaliar o desempenho do sistema ao longo de um ano. O modelo incluiu perdas típicas de sistemas fotovoltaicos, como sombreamento, temperatura e eficiência do inversor com a importação de um modelo 3D pelo próprio PVSyst, como na figura 2.

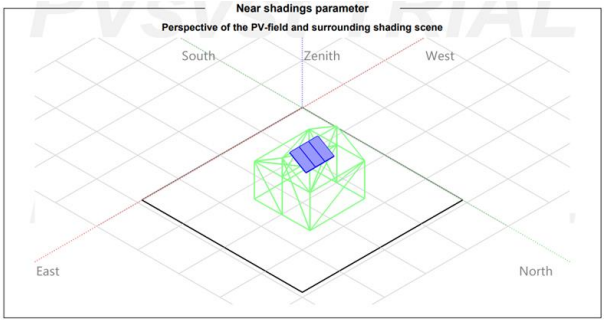


Figura 2. Modelo 3D da casa modelo importado dentro do PVSyst.

Os resultados mostraram que o sistema é capaz de gerar energia suficiente para suprir o consumo médio mensal da residência, com uma produção anual estimada de 2.050 kWh, como na figura 3.

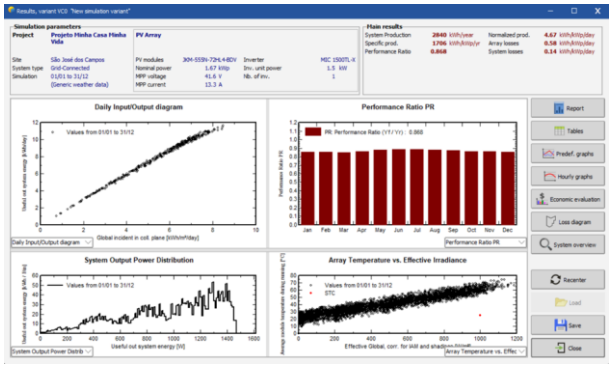


Figura 3. Resultados da simulação do sistema fotovoltaico dimensionado no PVSyst.

Além disso, o estudo incluiu o impacto da instalação de caixas de junção e dispositivos de proteção, como disjuntores e DPS, para garantir segurança e durabilidade do sistema. O uso de componentes de alta qualidade e a conformidade com normas técnicas, como a NBR 5410, foram fundamentais para assegurar a viabilidade técnica.

Outro ponto avaliado foi a possibilidade de injetar o excedente de energia na rede elétrica, aproveitando o sistema de compensação de créditos previsto pela legislação brasileira. Essa abordagem não só reduz custos para os moradores, mas também incentiva a adoção de tecnologias limpas, promovendo sustentabilidade no ambiente urbano.

IV. Estudo financeiro

O custo total do sistema fotovoltaico foi estimado em R$ 5.000, incluindo painéis, inversor, caixas de junção e infraestrutura. Esse valor pode ser financiado por programas como o BB Crédito Energia Renovável e o CAIXA Energia Renovável, que oferecem prazos longos e taxas de juros acessíveis. Para famílias do programa Minha Casa Minha Vida, subsídios adicionais podem reduzir significativamente o investimento inicial.

A análise de financiamento considerou dois cenários: um com parcelas fixas pelo método Price e outro com amortização constante pelo método SAC. Em ambos os casos, a economia gerada pela redução na conta de energia mostrou-se suficiente para cobrir as parcelas, tornando o sistema autossustentável a médio prazo.

Além disso, o estudo destacou a importância de políticas como o PL 624/2023, que propõe isenção de ICMS sobre equipamentos fotovoltaicos e ampliação de incentivos fiscais. Essas medidas são cruciais para tornar o investimento mais atrativo e acessível, especialmente para famílias de baixa renda.

V. Conclusões

Os resultados deste estudo indicam que a instalação de sistemas fotovoltaicos em residências populares é viável tanto técnica quanto economicamente, desde que acompanhada de políticas públicas e incentivos financeiros adequados. A combinação de tecnologias de baixo custo, financiamento acessível e programas habitacionais cria um modelo sustentável que pode ser replicado em diferentes regiões.

A aprovação de legislações como o PL 624/2023 pode acelerar esse processo, reduzindo barreiras financeiras e promovendo inclusão energética. Além de beneficiar diretamente as famílias atendidas, a iniciativa contribui para a sustentabilidade ambiental e a redução de emissões de carbono, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

VI. Referências

[1] Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Tarifa Social de Energia Elétrica. Brasília, 2024.
[2] PVSyst. Manual de Simulação de Sistemas Fotovoltaicos. Genebra, 2024.
[3] Projeto de Lei nº 624/2023. Congresso Nacional. Brasília, 2024.
[4] RÜTHER, Ricardo. Energia Solar para Aplicações no Brasil. Ed. UFSC, 2004.

Compensação de Amplificadores de Transimpedância: Uma Abordagem para Altas Frequências

Gean Roberto Gomes Antônio
Engenharia Elétrica
gean_roberto@yahoo.com.br

Orientador: Eduardo Acedo Barbosa[1], Marco Antônio Assis de Melo[2]
[1] Departamento de Física, Centro Universitário FEI
[2] Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
[1]ebarbosa@fei.edu.br, [2]mant@fei.edu.br

Resumo: Neste artigo abordamos de forma breve como podemos compensar Amplificadores de Transimpedância em aplicações de altas frequências, afim de eliminar oscilações causadas pela interação da malha de realimentação com as capacitâncias parasitas de entrada, pelo método da análise da taxa de fechamento das curvas A_{OL} e $1/\beta$.

Palavras-chave: Amplificador de Transimpedância, Fotossensor, PSD, Realimentação, Polarização, Impedância.

I. Introdução

O Amplificador de Transimpedância (TIA) é um circuito que tem sua topologia baseada em um Amplificador Operacional (A.O.) com a entrada não inversora conectada à terra e um resistor R_F realimentando sua saída à entrada, configurando uma malha fechada onde nos interessa modelar. Algumas topologias do TIA tem a entrada não inversora polarizada para compensar as correntes de polarização do A.O. que são amplificadas junto ao sinal de entrada gerando erros na saída. Essa compensação por polarização desloca o nível de referência DC.

O TIA é capaz de receber um sinal de corrente em sua entrada e converta-lo em um sinal de tensão, isso devido à alta impedância das entradas do amplificador operacional que é uma de suas características. Dessa forma uma corrente I_{IN} de entrada não fluirá através das entradas do TIA, e sim pela resistência R_F.

Esses circuitos são tipicamente utilizados em aplicações com fotossensores, sendo comumente denominados de Front end, pois atuam como circuitos pré-aplicadores responsáveis por condicionar sinais analógicos que serão processados por um conversor analógico digital (ADC).

Na Figura 1 demostramos como podemos obter pela lei de ohm a equação de saída do TIA.

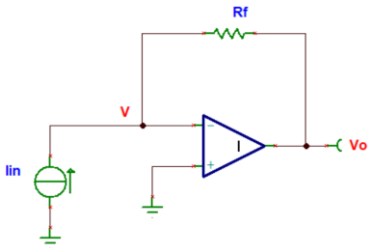


Figura 1: Amplificador de Transimpedância (TIA)

$$v - v_o = i_{in}R_f \quad (1)$$

entre as entradas v_- e v_+ temos um curto circuito virtual, então temos que, $v = 0$. Obtemos assim a equação de saída da formula (2).

$$v_o = -i_{in}R_f \quad (2)$$

Graças a alta impedância do A.O. a saída do circuito não terá interação com a entrada, ressalvas à malha de realimentação que é um fator que não implica na contribuição da impedância e sim na equação de saída do TIA e no surgimento de polos devido a sua interação com capacitâncias parasitas do sensor e do próprio A.O.

Um A.O. possui intrinsicamente devido a fatores de processos de fabricação capacitâncias parasitas, sendo elas de modo comum (C_{CM}) e de modo diferencial (C_{DIF}) que são indesejadas.

Nas aplicações com fotossensores essas capacitâncias somadas também a uma capacitância de junção do sensor (C_J), irão interagir com a resistência R_F da malha de realimentação, gerando polos no circuito

que conduzirão a oscilações indesejadas. Uma das formas de eliminar essas oscilações é introduzindo um zero no circuito através da adição de um capacitor C_F que irá compensar a malha de realimentação.

Existem diferentes métodos de cálculo do capacitor de realimentação C_F para estabilizar um circuito TIA, mas não existe uma regra prática sobre quando aplicar um determinado método.

A estabilidade do circuito TIA está relacionada ao ganho e fase de malha do A.O. O ganho em malha ($A_{OL}\beta$) é o produto do ganho em malha aberta (A_{OL}) do A.O. entre o fator de realimentação do circuito β. A margem de fase irá comparar a fase do ganho em malha ($A_{OL}\beta$) do A.O. em 180˚ no ponto onde o ganho em malha é igual a 0 dB e marca a frequência onde as curvas A_{OL} e 1/β se cruzam no gráfico de bode.

Neste artigo abordaremos um método que consiste na análise da taxa de fechamento das curvas A_{OL} e 1/β para determinar a estabilidade do circuito TIA. Nesse método devemos considerar a taxa de fechamento das curvas A_{OL} e 1/β na frequência de corte f_c do circuito, que é o ponto na frequência onde a magnitude das curvas se cruzam. Neste método a diferença na inclinação da magnitude da curva A_{OL} e da inclinação da magnitude da curva 1/β devem idealmente ser próximas de 20dB ou menos para garantir a estabilidade do circuito.

II. Metodologia

Para analisar uma situação real, tomamos como exemplo o sensor PSD S3932. A operação do PSD consiste na utilização de um sinal DC, um laser de ponto contínuo ou de baixa frequência, por exemplo, que ao ser transladado sobre a superfície do PSD injeta localmente portadores de carga que serão convertidos em fotocorrente devido ao efeito fotoelétrico.

O que propomos neste artigo é a verificação da resposta do PSD quando o mesmo é operado com um sinal de alta frequência, ou seja, não estamos mais lidando com um sinal DC. Podemos ver na Figura 2 o circuito TIA configurado com as capacitâncias parasitas de entrada C_{CM}, C_{DIF} que devem ser atribuídas de acordo com o A.O. determinado para a aplicação e C_J que para o PSD corresponde a 80pF, a fonte geradora de corrente equivale as fotocorrentes do PSD que configuramos em 10μA.

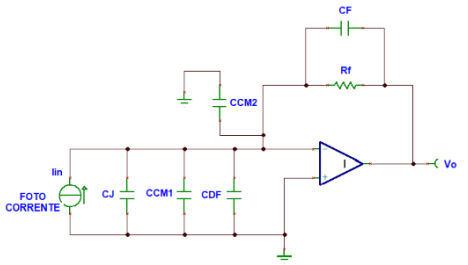


Figura 2: TIA com capacitancias parasitas na entrada

Para sinais DC ou de baixas frequências, ou seja, um laser contínuo, por exemplo, teremos uma saída correspondente a equação (2). Em altas frequências devemos levar em consideração o tempo de carga e descarga do capacitor, ou seja, não se trata mais de uma operação DC, e sim AC, onde o domínio do tempo é utilizado para podermos atribuir um **equivalente em frequência**, que não será abordado nesse artigo. Teremos então uma saída $V_O = -1/sC_F$ (3) dependente da reatância capacitiva X_C de C_F.

Como já mencionamos, devido a interação entre as capacitâncias parasitas e a malha de realimentação há o surgimento de um polo no circuito, que é introduzido na frequência $f_P = 1/2\pi R_F C_F$.

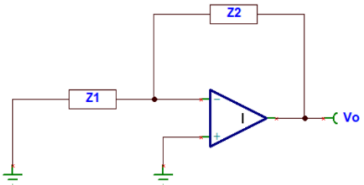


Figura 3: Redes equivalentes em impedância Z

Se consideramos Z_1 como a entrada do TIA e Z_2 sua malha de realimentação podemos calcular a equação de saída do TIA da figura 3, que é um equivalente do circuito da Figura 2.

$$X_C = \frac{1}{sC} \rightarrow \frac{1}{j\omega C} \ (\boldsymbol{equivalente\ em\ frequência})$$

$$Z_1 = R\,, \quad Z_2 = R_F \,//\, X_C$$

$$Z_2 = \frac{R_F X_C}{R_F + X_C} = \frac{R_F \times \frac{1}{sC_F}}{R_F + \frac{1}{sC_F}} = \frac{\frac{R_F}{sC_F}}{\frac{sC_F R_F + 1}{sC_F}} = \frac{R_F}{sC_F}\frac{sC_F}{sC_F R_F + 1} = \frac{R_F}{sC_F R_F + 1}$$

$$\frac{V_o}{I_{in}} = \frac{-Z_2}{Z_1} = \frac{-R_F}{1 + sC_F R_F} \rightarrow V_o = \frac{-R_F}{1 + sC_F R_F} I_{in} \qquad (4)$$

III. Referências

[1]Application Report Build a Programmable Gain Transimpedance Amplifier Using the OPA3S328.

Agradecimentos

Ao Centro Universitário FEI

Engenharia Mecânica Automobilística

Belteen:
Segurança no Trânsito para o Passageiro Infantil

Aline Stelly Colevati, André Luiz Prazeres Santana, Caio Beltrão Moraes Rolemberg, Gabriela Galindo Pereira, Giovanni Alencar Bloise, Higor Oliveira de Souza, João Pedro Agresta e Silva Leão e Lucas de Oliveira Lobo
Engenharia Mecânica Automobilística
aline.colevali@gmail.com, andreandrelps@yahoo.com.br,
caio.rolemberg@hotmail.com, gabydeutsch@hotmail.com,
gigiobloise@gmail.com, higorhigor6@gmail.com, jpedroagresta@outlook.com,
lucaslobo0510@gmail.com

Orientador: Prof. Msc. Jairo de Lima Souza
Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI
jairosouza@fei.edu.br

Resumo: A segurança do transporte de crianças em veículos automotores está atrelada ao uso correto de sistemas de retenção infantil (SRI), este projeto investigou a segurança no transporte infantil, focando em crianças de 1 a 4 anos, grupo etário de elevada vulnerabilidade biomecânica em acidentes automobilísticos. Mediante análise destes sistemas, o estudo evidenciou a criticidade na prevenção de traumas cervicais, considerando que acidentes de trânsito representam a principal causa de morte desses indivíduos. No software PAMCRASH, foram realizadas simulações de impacto frontal utilizando um dummy Q3, o qual possui dimensões e peso semelhante às de uma criança de 3 anos, seguindo os padrões de um teste ODB 64. Os resultados destacaram a necessidade da adição de elementos de segurança ao dispositivo.

Palavras-chave: Segurança Infantil, Segurança para Crianças, Cadeirinha Infantil, Sistema de Retenção Infantil, Transporte Seguro.

I. Introdução

A segurança no trânsito constitui um tema de extrema relevância, especialmente no que tange à proteção infantil. Atualmente, os acidentes de trânsito representam a principal causa de mortalidade e de lesões graves entre crianças em grande parte dos países do continente americano, incluindo o Brasil segundo a Associação Brasileira de Medicina do Tráfego (ABRAMET) [1]. Segundo dados da ABRAMET (2019), o uso de cadeirinhas em veículos automotores reduziu em 33% o número de crianças de até 9 anos de idade internadas em estado grave após se envolverem em acidentes automobilísticos.

Numa colisão automobilística ocorrem três tipos de impacto:

1. Veículo contra o obstáculo.
2. Passageiros contras as partes internas do veículo.
3. Órgãos internos contra a próproa estrutura óssea corporal.

O uso inadequado de sistemas de retenção infantil compromete a eficácia na proteção das crianças, expondo-as a riscos significativos de lesões graves em acidentes de trânsito. E os vários tipos de uso incorreto foram observados no estudo de Duchossois [2], como frouxidão na fixação no carro e posicionamento das tiras do sistema de cinco pontos incorreto. Baseado nisto pode-se concluir que o uso correto do assento infantil deve ser considerado tão importante quanto a prática de seu uso na prevenção de acidentes com crianças.

II. Objetivo

Desenvolver um sistema de retenção infantil para crianças de 1 a 4 anos com o objetivo de diminuir a força de tração, Fz, gerada na coluna cervical do passageiro em colisões frontais, reduzindo assim a ocorrência de lesões graves e fatalidades.

III. Metodologia

O modelo do projeto foi simulado em uma colisão frontal de um veículo de passeio de médio porte contra uma barreira deformável (ODB - *Offset Deformable Barrier*) a 64 km/h. A simulação foi realizada com análise explícita do Método dos Elementos Finitos através do software PamCrash 2020. A análise utiliza o *dummy* Q3, que faz a representação de uma criança, com 15 kg de peso e altura de 94 cm, posicionado em uma cadeirinha no banco traseiro. O posicionamento segue normas padronizadas, garantindo a representatividade e repetibilidade do ensaio.

A simulação permite monitorar dados dinâmicos do acidente, como acelerações, forças e deslocamentos, sejam eles lineares, angulares ou resultantes, analisados separadamente em diferentes

partes do corpo do passageiro. Em nosso projeto a simulação tem como objetivo analisar a aceleração resultante na cabeça, a força Fz no pescoço e o deslocamento da cabeça do sistema de retenção infantil com o limitador de carga e comparar com os mesmos parâmetros obtidos na simulação do SRI sem o limitador de carga.

IV. Resultados

Feitas as devidas simulações com os parâmetros de normas nacionais e internacionais, obteve-se o gráfico da Figura 1

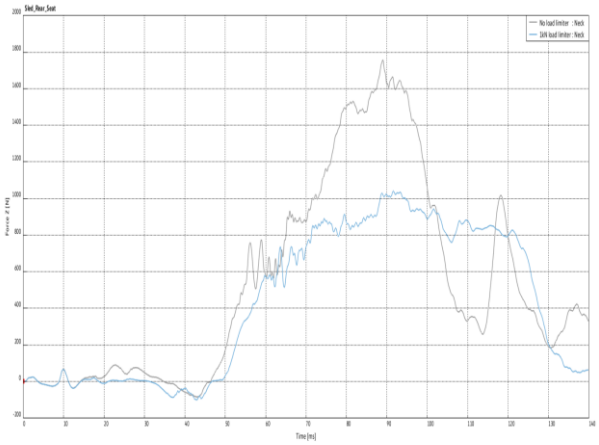


Figura 1. Gráfico Força Fz [N] versus Tempo [ms].

O gráfico apresenta a força aplicada ao pescoço (Newton) ao longo do tempo (em milissegundos) em dois cenários distintos durante o teste de impacto frontal. A linha cinza representa o caso sem limitador de carga no pescoço, enquanto a linha azul refere-se ao caso com um limitador de carga de 1 kN. Observa-se que, no cenário sem limitador de carga, os picos de força são significativamente mais elevados, atingindo valores máximos em torno de 1800 N. Isso indica que, nesse caso, o pescoço está sujeito a cargas mais intensas durante o impacto, o que aumenta o risco de lesões graves. Em contraste, no cenário com o limitador de carga, a força aplicada ao pescoço é consideravelmente menor, mantendo-se abaixo de 1000 N na maior parte do evento. O momento de maior impacto ocorre entre 70 e 90 milissegundos em ambos os cenários, quando as forças atingem seus picos. Após esse ponto, as forças diminuem gradualmente, representando o período de desaceleração do corpo durante a colisão. Analisando o resultado obtido através do gráfico, temos que o uso do limitador de carga é eficaz na redução das forças transmitidas ao pescoço, contribuindo para uma proteção mais eficiente e reduzindo o risco de lesões graves em situações de colisão frontal.

V. Conclusão

O projeto tinha como propósito, uma diminuição de 5% da Força Fz resultante na coluna cervical do passageiro infantil, após análise do gráfico da figura 1 resultado da simulação, temos que até certo momento as curvas estão alinhadas com valores, porém com o efeito da colisão, o pico de força aplicado na coluna cervical do passageiro infantil transportado no SRI Belteen diminuiu cerca de 750 N em comparação com o SRI original, ou seja, houve uma diminuição de mais de 42% na força de tração Fz aplicada à coluna cervical do ocupante infantil durante o acidente. Portanto, pode-se concluir que o projeto foi bem-sucedido, alcançando resultados que superaram as metas inicialmente estabelecidas.

VI. Referências

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MEDICINA DO TRÁFEGO. **Uso de cadeirinhas em veículos reduziu em 33% o número de crianças vítimas do trânsito**. 2019. Disponível em: https://abramet.com.br/noticias/uso-cadeirinha-em-veiculos-reduziu-em-33-por-cento-o-numero-de-criancas-vitimas-do-transito/. Acesso em: 15 set. 2024.

[2] DUCHOSSOIS, Gina P.; NANCE, Michael L.; WIEBE, Douglas J. Evaluation of child safety seat checkpoint events. **Accident Analysis & Prevention**, v. 40, p. 1908-1912, 2008. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.08.003. Acesso em: 15 set. 2024.

Agradecimentos

Agradecemos, em primeiro lugar, aos profissionais e especialistas que, com sua orientação, paciência e dedicação, nos proporcionaram o conhecimento necessário para a realização deste trabalho. Suas valiosas contribuições foram fundamentais para cada etapa do projeto. Agradecemos também aos nossos familiares, que ofereceram suporte emocional, incentivo e compreensão durante todo o período de desenvolvimento desta pesquisa. Sua presença e apoio foram indispensáveis para a conclusão deste artigo. A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, nosso sincero agradecimento.

Engenharia Mecânica Plena

Desenvolvimento de uma Turbina Eólica de Eixo Vertical (TEEV) para Alimentação de Poste de Luz em Áreas Remotas

Andréia Claudia Buccini Ruiz, Felipe Rodrigues de Souza, Ryan Dias da Silva
Engenharia Mecânica
andreiabuccini.ruiz@gmail.com, felipers2014spl@gmail.com, ryandias403@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Cyro Albuquerque Neto
Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI
cyro.albuquerque@fei.edu.br

Resumo: O trabalho apresenta o desenvolvimento e a análise técnica de uma turbina eólica de eixo vertical (TEEV), modelo Ungrinsky, projetada para suprir a demanda energética de uma lâmpada de 180W em áreas remotas com infraestrutura elétrica limitada. O estudo incluiu revisão bibliográfica, construção do protótipo por manufatura aditiva e testes experimentais. Os resultados mostraram limitações na eficiência energética e viabilidade econômica do projeto, mas destacaram a aplicabilidade do modelo para outras configurações. Ajustes estruturais e escolha de componentes mais eficientes foram propostos para melhorar o desempenho.

Palavras-chave: turbina eólica de eixo vertical, energias renováveis, sustentabilidade, manufatura aditiva, tecnologia limpa, aerodinâmica.

I. Introdução

A crescente demanda por energia renovável tem impulsionado o desenvolvimento de tecnologias limpas para atender à necessidade global de sustentabilidade. Dentro desse cenário, turbinas eólicas de eixo vertical (TEEVs) têm se destacado por sua simplicidade de construção, manutenção e adaptabilidade a condições de vento variáveis. Essas características tornam-nas especialmente promissoras para uso em áreas remotas com infraestrutura elétrica limitada, contribuindo para a descentralização da produção de energia.

O objetivo deste trabalho foi projetar, construir e avaliar uma TEEV, modelo Ungrinsky, capaz de alimentar postes de luz em regiões com ventos moderados. A partir de revisões bibliográficas, simulações computacionais e testes experimentais, analisaram-se a viabilidade técnica e econômica do projeto, propondo melhorias para aplicação prática.

II. Metodologia

O trabalho foi dividido em três etapas principais:

1. Revisão bibliográfica: Pesquisas sobre o funcionamento de TEEVs, vantagens do modelo Ungrinsky e desafios de implementação em áreas remotas.
2. Desenvolvimento do protótipo: Utilizando manufatura aditiva com filamento PETG, o modelo foi construído e otimizado para suportar condições de vento variáveis.
3. Testes experimentais: Avaliações de desempenho em ambiente controlado para medir a eficiência na geração de energia.

III. Resultados e Discussão

O protótipo da turbina foi submetido a simulações no túnel de vento para avaliar seu desempenho aerodinâmico. Esse processo permitiu observar o comportamento da turbina frente a diferentes velocidades e direções do vento, demonstrando o desempenho da turbina em função das frequências aplicadas (Figura 1), ajudando a analisar o comportamento sob condições operacionais controladas.

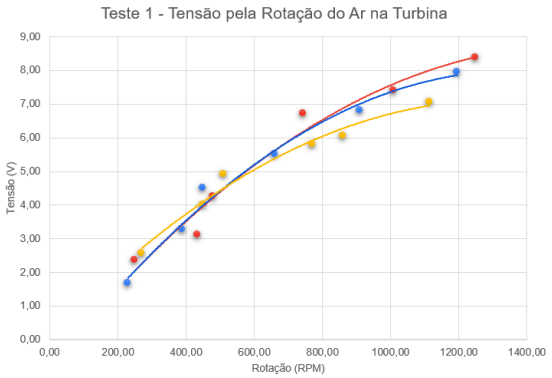


Figura 1. Rotação e Tensão geradas pelas medições de diferentes frequências.

Durante os testes, foram coletados dados como o torque gerado, analisada a eficiência energética e os impactos causados pelas forças aerodinâmicas na estrutura da turbina. Essa análise ajudou a identificar os pontos críticos no design, como a influência do formato das pás na geração de energia e a estabilidade da estrutura durante o funcionamento.

A simulação também forneceu informações relevantes para correlacionar o desempenho esperado com os resultados experimentais obtidos posteriormente (Figura 2).

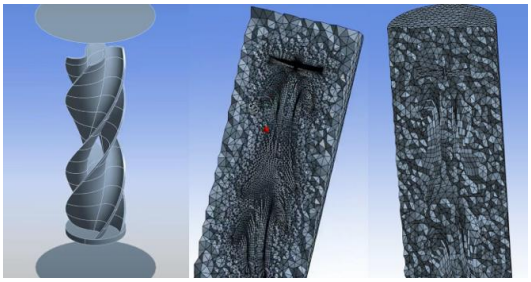


Figura 2. Análise da malha nas pás.

Durante o processo de simulações, a análise das linhas de corrente foi realizada para estudar o fluxo de ar ao redor da turbina e sua interação com as pás durante a operação. Essa simulação permitiu visualizar como o vento se comporta ao atravessar a turbina, destacando áreas de maior e menor eficiência aerodinâmica (Figura 3).

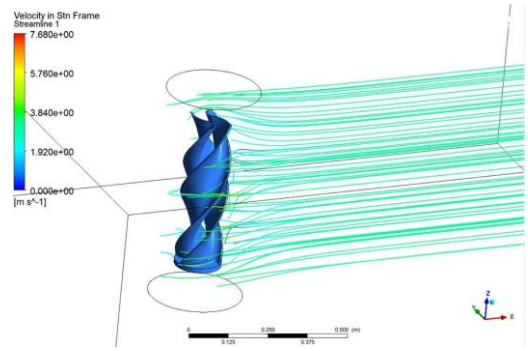


Figura 3. Simulação de velocidade do vento.

A análise indicou regiões de turbulência e separação de fluxo que poderiam reduzir a capacidade de geração de energia. Essas observações foram fundamentais para identificar ajustes necessários no design das pás, garantindo uma melhor captação de energia cinética do vento e otimizando a transferência de torque para o motor (Figura 4).

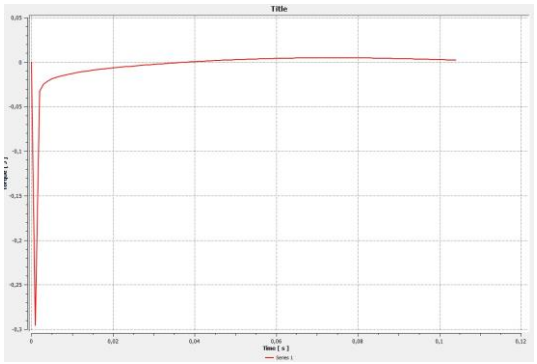


Figura 4. Torque em domínio rotativo.

Por fim, o dimensionamento da turbina foi realizado com base nos dados de potência requerida para alimentar uma lâmpada de 180W e nos parâmetros obtidos nas simulações aerodinâmicas. Durante esse processo, definiu-se o tamanho das pás, o diâmetro do rotor e a altura da turbina, com o objetivo de maximizar a captação de vento em condições de operação previstas. Contudo, o dimensionamento final resultou em uma estrutura maior do que o inicialmente planejado, o que comprometeu a eficiência geral do projeto devido ao aumento do consumo de matéria-prima e ao impacto nos custos de fabricação. Esse processo também incluiu o cálculo da resistência dos materiais para garantir a estabilidade.

IV. Conclusões

Este estudo destacou o potencial do modelo Ungrinsky, uma turbina eólica de eixo vertical, pela sua eficiência em ventos moderados e variáveis, além da simplicidade construtiva e facilidade de manutenção. Contudo, limitações técnicas, como o baixo rendimento do motor e o consumo elevado de matéria-prima, comprometeram sua viabilidade econômica para instalação em postes de luz. Para avanços futuros, sugere-se o redimensionamento do protótipo, a escolha de motores mais eficientes e a exploração de locais alternativos, como telhados residenciais, além de novos testes experimentais. Essas melhorias podem aproximar o projeto de sua proposta inicial, contribuindo para soluções sustentáveis em áreas remotas.

V. Referências

[1] IMPERPLAST. Plástico PETG: como é fabricado e para o que é indicado? Disponível em: https://www.imperplast.com.br. Acesso em: 01 dez. 2024.

[2] WISHBOX. Filamento PETG: vantagens. Disponível em: https://www.wishbox.net.br. Acesso em: 01 dez. 2024.

[3] MANWELL, J.F.; MCGOWAN, J.G.; ROGERS, A.L. Wind energy explained: theory, design and application. Chichester: John Wiley & Sons, 2002.

EASY MOB:
Cadeira de Rodas com Sistema de Elevação para Auxiliar a Transferência de Pacientes Paraplégicos

Gabriel Alexandre Dias dos Santos, Lucas Alves Esteves Cruz, Pedro Henrique de Oliveira Sousa, Victor Capello Hajaj e Vinícius Machado Morais Leite
Engenharia Mecânica
lucasacruz@gmail.com, pedrosousa18@hotmail.com,
victorhajaj40@gmail.com, vinicius.machado.moraes2000@gmail.com

Orientador: Taylor Mac Intyer Fonseca Jr
Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI
tmacintyer@fei.edu.br

Resumo: O projeto Easy Mob consiste no desenvolvimento de uma cadeira de rodas monobloco com sistema elétrico de elevação, alcançando até 872 mm do solo, voltada para pessoas paraplégicas. O projeto foi desenvolvido em conformidade com as normas vigentes, com a responsabilidade de garantir autonomia, conforto e segurança ao usuário, reduzindo o esforço de cuidadores e o risco de lesões ocupacionais. A estrutura da cadeira é feita em uma liga de alumínio (6061 T6) e inclui acoplamentos na parte estrutural, apoios retráteis que facilitam a transferência e sapatas para estabilidade, com o sistema elétrico responsável pela elevação do assento, alimentado por uma fonte de 12 V. Após a conclusão do projeto, foram realizadas diversas simulações e testes que validaram a funcionalidade e a segurança do equipamento. O custo estimado varia de R$1.700,00 a R$2.100,00, sendo significativamente inferior aos modelos motorizados disponíveis no mercado. O projeto demonstra versatilidade para uso hospitalar e residencial, promovendo inclusão social e autonomia aos usuários, além de combinar tecnologia e sustentabilidade.

Palavras-chave: Cadeira de rodas, Sistema de elevação, Mobilidade assistiva.

I. Introdução

O presente estudo propõe o desenvolvimento de uma cadeira de rodas monobloco equipada com um sistema de elevação, capaz de atingir até 872 mm de altura em relação ao solo, com o objetivo de aprimorar a autonomia e a segurança no processo de transferência de indivíduos paraplégicos (figura 1).

Motivados pelo propósito de oferecer suporte a pessoas com mobilidade reduzida, reconhecemos a importância de um posicionamento adequado durante a transferência para o leito. Durante a visita à Rede de Reabilitação Lucy Montoro (IMREA), tivemos a oportunidade de observar as grandes dificuldades nas transferências de pacientes paraplégicos da cadeira de rodas para leitos, sofás, camas entre outros.



Figura 1. Projeto Easy Mob completo.

II. Objetivo

O projeto tem como objetivo central o desenvolvimento de uma cadeira de rodas monobloco equipada com um sistema de elevação e sapatas para estabilização durante o processo. Esse dispositivo foi concebido para viabilizar a transferência do usuário entre diferentes superfícies de maneira autônoma, segura e eficiente, promovendo ergonomia e conforto em sua utilização diária. A proposta é especialmente relevante, pois visa assegurar conformidade com as legislações aplicáveis, proporcionar maior autonomia ao paciente, garantir segurança por meio da realização de testes e simulações e, por fim, oferecer uma solução economicamente viável.

III. Metodologia

Para o projeto foram consideradas diversas premissas, como o desenvolvimento de uma cadeira de rodas monobloco, que atenda as normas vigentes, tendo uma capacidade de carga de até 150 quilos, com

elevação de assento por meio de um pistão elétrico com altura máxima de elevação de 872 milímetros.

Para cumprir com todas as premissas citadas, foram feitas diversas análises, cálculos e simulações para a escolha dos principais componentes (figura 02) do nosso projeto, os que têm maior funcionabilidade e uso, que são elas: a escolha do material, o dimensionamento correto da sapata, as análises e simulações sobre o braço retrátil, a escolha do atuador elétrico dimensionado para o projeto com travamento ante recuo, o sistema elétrico para acionamento do sistema para a elevação e a estrutura monobloco com acoplamentos, minimizando o uso de soldas e facilitando a montagem e desmontagem do equipamento.

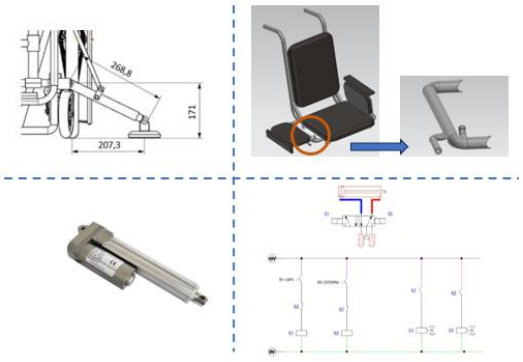


Figura 2. Metodologia de desenvolvimento do projeto.

IV. Resultados

Referente aos resultados obtidos, nesta seção do trabalho foram estipuladas diferentes análises para todas as situações de uso da cadeira. As mais relevantes serão citadas conforme figura 03.

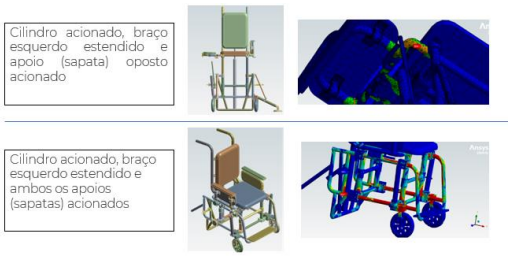


Figura 3. Análises das situações mais críticas.

Durante as simulações e análises foram observados diversos pontos, como: coeficiente de segurança e a tensão equivalente (Von Mises), concluindo a tensão máxima e mínima, o limite de escoamento, a força no braço da cadeira e a força no assento da cadeira.

Após a viabilização do projeto em quesitos estruturais e analíticos, partimos para pesquisa de valores de materiais e equipamentos, conforme mostram as tabelas 01 e 02, comprovando que a cadeira do projeto tem uma relação de preço mais acessível do que as já existentes do mercado, que giram na média de R$3.000,00 à R$5.000,00.

Tabela 1: Valores base para uma cadeira de rodas.

Valor cadeira	
Item	**Valor**
Cadeira em alumínio	R$ 455,91
Braços acolchoados	R$ 73,62
Fiação elétrica (metro)	R$ 7,60
Controle de ativação do sistema	R$ 54,34
Miscelâneas	R$ 200,00
Valor base	**R$ 791,47**

Tabela 2: Valores para um pistão elétrico.

Pistão Elétrico	
Item	**Valor**
Atuador elétrico	R$ 759,33
Bateria 12 V	R$ 134,90
Mão de obra (alterações estrutura R$/hora)	R$ 400,00
Valor sistema elétrico	**R$ 1.294,23**
Valor cadeira com sistema elétrico	**R$ 2.085,70**

V. Conclusões

O projeto Easy Mob surge como resposta às crescentes demandas por acessibilidade e segurança para pessoas com deficiência no Brasil, identificadas a partir da visita à Rede de Reabilitação Lucy Montoro (IMREA) e dos dados do Censo IBGE 2010. Com foco em minimizar o esforço físico e os riscos de lesões durante transferências manuais de pacientes paraplégicos, a cadeira de rodas foi projetada com um sistema de elevação elétrico, braços retráteis e estrutura em alumínio.

Sua concepção alia inovação tecnológica à acessibilidade econômica, com custo estimado de R$1.700,00 à R$2.100,00, significativamente inferior a modelos similares no mercado. O sistema elétrico é simples e os componentes otimizados garantem leveza, fácil manutenção e grande estabilidade, enquanto o design ergonômico promove conforto e autonomia. Assim o projeto Easy Mob apresenta uma solução eficiente, sustentável e acessível, elevando a qualidade de vida dos usuários e ampliando sua inclusão social.

VI. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (2020). ABNT NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos – Emenda 1. Acesso em: 15 mai. 2024.

PEREIRA, M. R.; SANTOS, L. A. Estratégias de aplicação de força no aro durante a propulsão manual: análise funcional do cotovelo. Revista de Reabilitação e Movimento, Rio de Janeiro, 217-225, 2019. Acesso em: 25 mai. 2024.

VII. Agradecimentos

Aos nossos familiares, pelo amor incondicional, paciência e apoio incansável em todos os momentos, que foram essenciais para a superação. Registramos ainda nosso reconhecimento à Rede de Reabilitação Lucy Montoro (IMREA) que nos ajudou colaborando significativamente para a realização deste trabalho.

Estudo de Viabilidade de Micro Geradores Eólicos nos Vagões do Metrô de São Paulo

Caio Huebner, Davi Feliciano, Erick Yudy, Leonardo Moreira, Sofia Parolina, Vinicius Dolfini
Engenharia Mecânica

Orientador: Cyro Albuquerque Neto
Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI
cyroan@fei.edu.br

Resumo: O metrô desempenha um papel crucial nas cidades, favorecendo a mobilidade, a acessibilidade e o crescimento econômico. Este estudo avaliou a viabilidade de microgeradores eólicos nos túneis do metrô de São Paulo, aproveitando os ventos gerados pela movimentação dos trens para produzir energia elétrica. Simulações de dinâmica de fluidos foram conduzidas para analisar o rendimento de turbinas Savonius, juntamente com a criação de protótipos. Os resultados demonstraram que o sistema proposto pode contribuir para a redução da dependência de fontes de energia não renováveis, além de minimizar os gastos operacionais do sistema metroviário. Com isso, ficou comprovada tanto a viabilidade técnica quanto a econômica do projeto, consolidando-o como uma solução promissora para a sustentabilidade no transporte urbano. O gerador eólico que teve sua implementação estudada gerou uma potência de 142W e tem um payback esperado em 3,4 anos.

Palavras-chave: Metrô. Energia Eólica. Conversão. Sustentabilidade. Savonius. Turbina.

I. Introdução

A construção de uma rede metroviária tem impactos ambientais, como o uso de recursos naturais, desmatamento e consumo de energia.

Em São Paulo, o metrô teve seu início em 1968, com a criação da Companhia Metropolitana de São Paulo.

O Metrô de São Paulo está buscando a autoprodução de energia, incluindo fontes renováveis, o que poderia reduzir significativamente os custos e a dependência de energia elétrica. O investimento em energia renovável pode ajudar a mitigar os impactos negativos e alinhar-se aos objetivos de desenvolvimento sustentável e redução de emissões de gases de efeito estufa.

A energia eólica tem a capacidade de se tornar uma fonte importante de energia renovável para o metrô, sua aplicação direta é limitada devido espaço nas áreas urbanas. No entanto, a energia eólica pode ser integrada de forma indireta nos tunéis do metrô, reduzindo a dependência de fontes não renováveis e diminuindo os custos do estado com energia.

II. Metodologia

O estudo de CFD na indústria de energia eólica tem se mostrado essencial para melhorar a eficiência e o desempenho das turbinas eólicas. Com a análise de dinâmica dos fluidos computacional, é possível avaliar o comportamento do fluxo de vento ao redor dos geradores, identificar possíveis problemas e otimizar o design das turbinas.

De acordo com as simulações realizadas, foi constatado que o ponto de maior contato ocorre na parte superior do túnel. Com base nessa análise, é possível comparar com um estudo espanhol e concluir que o ponto mais alto do túnel possui uma significativa capacidade eólica. Por essa razão, foi decidido que esse será o local de instalação do projeto FEI Underground.

III. Análises

Para as simulações, foram consideradas as medições geradas pela empresa Vento VAWT com velocidade média de 20,543 m/s.

Inicialmente, foi conduzida uma análise da distribuição de pressão nas pás da turbina, resultante da interação entre o vento e a geometria da turbina. Essa análise serviu para a validação dos valores de força aplicados nas pás e para a comparação com os resultados obtidos por meio de cálculos teóricos. As áreas de maior e menor pressão foram mapeadas para identificar as regiões críticas de esforço na estrutura, conforme ilustrado na Figura.

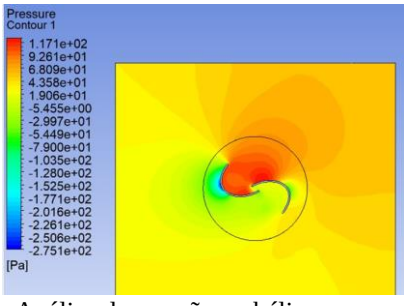


Figura 1. Análise de pressão na hélice.

Além das análises de pressão, foi realizado um estudo do comportamento da velocidade do vento e sua captação pelas hélices durante a rotação. Observou-se como o fluxo de ar é acelerado e redirecionado pelas hélices, assim como a variação da velocidade em relação ao ângulo de ataque das pás. O ângulo de ataque é importante para compreender como a hélice capta a energia cinética do vento e a converte em energia mecânica.

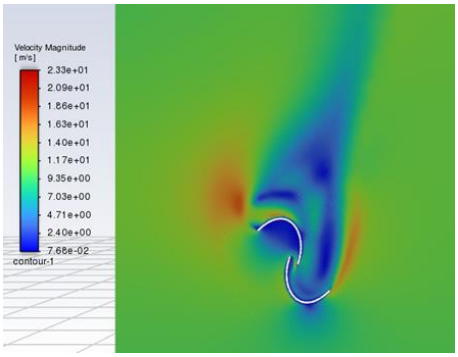


Figura 2. Distribuição de velocidade ao longo do tempo.

Após definir o local e considerar a interação entre as turbinas e o desempenho do trem, foram realizados levantamentos por meio de simulação para verificar a força gerada na hélice. Foram aplicados ventos de 22m/s em diferentes posições, resultando em uma média de força de 23N e uma força máxima de 47N. Também foi observado que a força diminui conforme a rotação do eixo.

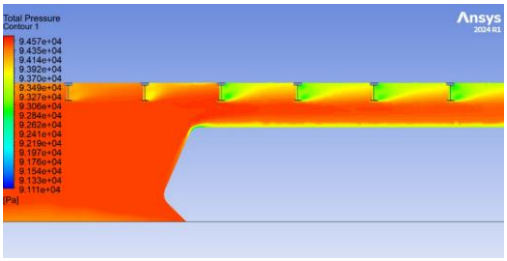


Figura 3. Pressão do Impacto da turbina no trem.

Foi desenvolvido um protótipo de uma turbina de geração de energia para ser instalada no ponto superior do túnel do metrô de São Paulo. O protótipo foi criado levando em consideração as necessidades e premissas da equipe do metrô. A geometria da turbina foi projetada para suportar ventos de ambos os lados, sem prejudicar a geração de energia. A turbina foi baseada no modelo Savonius, com duas pás em formato de S. O funcionamento da turbina é baseado na diferença de forças exercidas em cada pá, sendo que a parte concava recebe o vento gerado pelo trem, fazendo com que a turbina gire para aproveitar ao máximo o fluxo de ar.

IV. Cálculos

Os seguintes parâmetros foram utilizados para os cálculos base para as simulações e cálculos:

Área projetada = 0,106 m²; Velocidade do vento = 20,543 m/s; Temperatura = 28ºC; Pressão = 920 hPa, São Paulo; Constante Específica dos Gases = 287,058 J/(kg*K); Coeficiente de arrasto = 1,1; TSR = 0,6; Rendimento do gerador = 85%.

Utilizou -se a equação abaixo para encontrar a densidade de ar:

$$\rho = \frac{P}{R * (T + 273{,}5)} \rightarrow 1{,}064 \frac{kg}{m^3}$$

A partir da densidade e utilizando-se de cima, encontrou-se a energia disponível de vento exercida sobre a turbina.

$$W\ vento = \frac{1}{2} * (\rho * v^3 * A) \rightarrow 489{,}324\ W$$

Após, a força de arrasto e o torque aplicados as pás da turbina foram determinadas. Com esses valores, calculou-se a tensão exercida à turbina.

$$Fd = \frac{1}{2} * (\rho * v^2 * Cd * A) \rightarrow 26{,}201\ N;\ e, \qquad T = Fd * (r) \rightarrow 3{,}485\ Nm$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \rightarrow 247{,}016\ Pa$$

V. Conclusão

A análise de viabilidade dos micros geradores eólicos nos vagões do metrô de São Paulo mostra que o projeto é uma solução técnica adequada e viável para a sustentabilidade no transporte público urbano. A geração de energia pelos micros geradores traz uma economia operacional considerável, podendo chegar a 38 mil reais a cada 100 metros. Com mais de 70 km de extensão, o metrô de São Paulo tem potencial para ampliar o projeto. O próximo passo é validar o sistema por meio de testes em ambiente operacional real, incluindo a instalação de protótipos nos túneis e avaliação de desempenho e durabilidade.

VI. Referências

[1] D. S. Azevedo et. al., *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, **42** (2003) 1234-1239

[2] M. Rocha, Conceitos Fundamentais, Spring-Verlag, 1999.

[3] Tejedo Cerrato, Leticia. Estudio de la viabilidad de implantación de un sistema de microgeneración de viento en los túneles de Metro de Madrid, 2023

Órtese Ativa para Correção de Assimetria na Marcha de Pacientes Afetados pela Síndrome do Pé Caído: Um Estudo Inicial para o Desenvolvimento de um Produto Acessível e Funcional

Camila França Silva, Filipe Baratella Risi, Julia Malta Ono, Marcela Francisco Albuquerque Vasques, Yuri Aleixo de Lima, Yuri Galvão Moreira
Engenharia Mecânica
camilafranca879@gmail.com, filipebaratellarisi@gmail.com, ono.julia@hotmail.com, marcelavqs@gmail.com, yurialeixolima7@gmail.com, yuri_moreira1995@hotmail.com

Orientador: Profª. Drª Maria Claudia F. Castro
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
mclaudia@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma órtese ativa tornozelo-pé (AFO) para corrigir a marcha assimétrica causada pela síndrome do pé caído. Utilizando um sistema eletromecânico, a órtese emprega um sensor de pressão plantar para detectar o início da fase de balanço e acionar um atuador elétrico controlado por um sistema PID. Esse atuador, acoplado a um came de perfil único, transforma o movimento rotacional em linear, permitindo a dorsiflexão e a flexão plantar de forma precisa e sincronizada com o ritmo da marcha. O sistema visa proporcionar uma marcha mais funcional e equilibrada, aproximando-a das características de uma pessoa saudável.

Palavras-chave: Síndrome do Pé Caído, Órtese Tornozelo-Pé, Sistema Eletromecânico

I. Introdução

A síndrome do pé caído, caracterizada pela incapacidade de realizar a dorsiflexão do tornozelo, compromete a marcha, atividades cotidianas e qualidade de vida [1]. Com causas como lesões nervosas periféricas ou condições do sistema nervoso central, afeta 1 a cada 1000 pessoas, número que pode crescer com o envelhecimento populacional [2]. Órteses tornozelo-pé (AFOs) passivas apresentam limitações funcionais ([3]; [5]), enquanto neuropróteses não atendem casos de lesões nervosas periféricas [6].

Empresas como Össur, Fillauer e Townsend Design oferecem órteses tornozelo-pé (AFO), como os modelos AFO Light, Dynamic Walk Standard e SpryStep® Max, projetados para pacientes com condições neurológicas, fraqueza muscular ou instabilidade articular ([7]; [8]; [9]). Dispositivos como o L300 Go System, da Bioness, utilizam estimulação elétrica funcional (EEF) para corrigir a marcha e estimular a neuroplasticidade, promovendo dorsiflexão por meio da excitação de nervos como o fibular e tibial anterior ([10]; [6]). Apesar disso, esses sistemas enfrentam limitações, como custo elevado (US$ 6.000, segundo Methodist Orthotics, 2020) e dependência de fatores individuais, como sensibilidade nervosa.

Na prática clínica, órteses comuns incluem modelos sólidos, que restringem movimentos; versões com mola posterior, que auxiliam levemente na dorsiflexão; opções articuladas ou com suporte ao tendão patelar, que aumentam a liberdade de movimento e estabilidade [3]. Pesquisas recentes destacam inovações, como sistemas pneumáticos para controle do movimento [12], e dispositivos ativos com compressores portáteis [13] e mecanismos passivos de reciclagem de energia [14].

Os preços de órteses passivas variam entre R$ 252,60 e R$ 2.042,29, enquanto sistemas ativos apresentam custos significativamente maiores ([15]; [16]; [17]). Avanços tecnológicos e inovações buscam tornar os tratamentos mais acessíveis e eficazes, promovendo maior autonomia para os pacientes.

II. Objetivos

Este trabalho propõe desenvolver uma órtese AFO ativa com sistema eletromecânico para corrigir a marcha assimétrica e promover reabilitação. O projeto abrange a integração de sensores, controle preciso de movimentos, estrutura confortável e custo acessível, além de incluir etapas como pesquisa, modelagem, prototipagem e análise de resultados.

III. Metodologia

As condições de contorno do indivíduo ideal utilizado no projeto foram estabelecidas através de cálculos antropométricos, assim como, para definir os limites de funcionamento do sistema, englobando fatores como as restrições cinemáticas e posteriormente dinâmicas impostas pela interação do dispositivo com o corpo humano, utilizou-se um software de simulação neuro-musculo-esquelético que indica todos os ângulos alcançados por um pé saudável durante uma marcha padrão [1]; O ângulo máximo de dorsiflexão foi de - 14,07. Esses parâmetros são fundamentais, uma vez que, a marcha assintomática será referência para o pé acometido pela SPC.

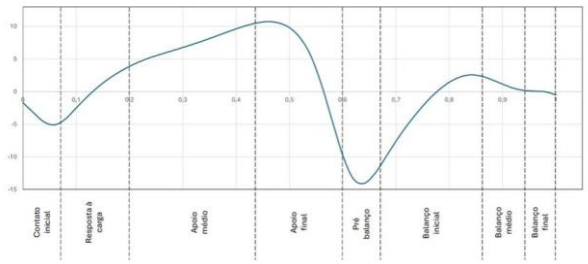


Figura 1. Ângulos da marcha humana pelo *OpenSim*.

O came desempenha um papel crucial no projeto, sendo o elemento mecânico responsável por transformar e transmitir o movimento necessário para a correção da marcha. Isto posto, para seu dimensionamento foi indispensável definir o círculo base e o perfil que o compunha. A Figura 2 apresenta a projeção realizada em 220° do círculo base.

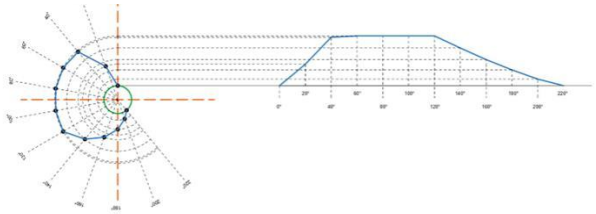


Figura 2. Perfil do came de 220°.

O sistema de controle integra hardware e software para coordenar os movimentos e realizar os ajustes necessários em tempo real. Esse sistema combina 02 sensores FRS, que captam informações sobre o pé saudável do usuário, e indicam ao sistema após processadores a velocidade do indivíduo, e o momento de atuação dos componentes que executam a correção no membro com SPC.

Na seleção dos materiais, foram priorizados critérios como leveza, resistência e biocompatibilidade, visando ao conforto do usuário e à durabilidade do dispositivo. A escolha cuidadosa dos materiais também contribuiu para que a órtese tivesse uma estrutura robusta sem adicionar peso excessivo, mantendo a funcionalidade.

Finalmente, o projeto da órtese englobou desde o desenho técnico e a modelagem em softwares especializados até a prototipagem e os testes práticos. O design foi desenvolvido com atenção aos aspectos ergonômicos, garantindo que a órtese se adapte ao corpo humano de maneira confortável e funcional. A validação do projeto também incluiu ajustes baseados no feedback dos usuários e na análise do desempenho do dispositivo em condições reais.

IV. Resultados

O desenvolvimento da órtese incluiu a criação de um sistema de came e berço, essenciais para transformar o movimento rotacional do motor em um movimento linear, permitindo a dorsiflexão do pé. A adição da mola ajudou a suavizar o retorno à posição inicial, aliviando a carga no motor e garantindo um movimento mais fluido. Nos testes, a dorsiflexão foi alcançada com sucesso, corrigindo a marcha de maneira eficaz.

O motor, operando em carga real, demonstrou boa performance. Com o auxílio do controlador PI, as constantes foram ajustadas para garantir estabilidade e precisão, permitindo que o movimento da órtese acompanhasse o ritmo da marcha, mostrando que o sistema de controle foi um sucesso.

Quanto ao conforto e usabilidade, a estrutura foi projetada para proporcionar segurança e comodidade. No entanto, o módulo superior apresentou algumas limitações em termos de flexibilidade e ajuste ao pé, o que indica que ajustes futuros podem aprimorar ainda mais a experiência do usuário.

Os resultados das análises estruturais mostraram que a órtese estava bem dimensionada para suportar as forças aplicadas durante o uso, com destaque para as regiões de fixação e articulações móveis. A análise também apontou oportunidades para otimizar a durabilidade e resistência, validando a viabilidade do projeto e assegurando que ele pudesse ser usado com confiança e segurança.

Em termos financeiros, o protótipo se mostrou bastante acessível. Comparado a outras órteses ativas no mercado, o custo de produção foi cerca de 17 vezes menor, o que torna a solução viável para um público maior e facilita a democratização do uso da tecnologia. Esses resultados indicam o potencial do projeto para oferecer uma solução eficaz, confortável e de baixo custo para pacientes com síndrome do pé caído.

V. Conclusões

O desenvolvimento da órtese eletromecânica para tratar a síndrome do pé caído resultou em um protótipo funcional e promissor. Apesar de desafios técnicos, como a calibração dos sensores FRS e o sistema de referência que guia o motor, os testes bem-sucedidos demonstraram que o sistema pode realizar a dorsiflexão necessária dentro do tempo esperado de marcha. Ajustes futuros no design, como melhorias no módulo superior para maior conforto e flexibilidade, podem aprimorar ainda mais o dispositivo.

Em termos médicos, a eficácia do protótipo em promover neuroplasticidade para reabilitação não foi avaliada, indicando a necessidade de estudos multidisciplinares. Já no aspecto financeiro, o projeto alcançou um custo competitivo, semelhante ao de órteses passivas, e significativamente mais acessível que soluções ativas no mercado, com potencial para ampliar a acessibilidade a essa tecnologia.

Esse projeto representa um avanço significativo na integração de tecnologia em dispositivos biomecânicos, apontando caminhos para combinar inovação, eficiência e acessibilidade no futuro.

VI. Referências

[1] SOUZA, D. C. B. et al. Aspectos etiológicos da síndrome do pé caído. **Revista Neurociências**, v. 31, p. 1–28, 2023. DOI: 10.34024/rnc.2023.v31.14686.

[2] IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTTÍSTICA. **Censo Demográfico 2022 - População por idade e sexo: Resultados do Universo: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação.** [S.l.], 2023.

[3] CHOO, Y. J.; CHANG, M.C. Commonly Used Types and Recent Development of Ankle-Foot Orthosis: A Narrative Review. **Healthcare (Basel)**, v. 9, n. 8, p. 1046, 2021. DOI: 10.3390/healthcare9081046.

[4] LORA-MILLAN, Julio S. et al. Advances on mechanical designs for assistive ankle-foot orthoses. **Hong Kong Polytechnic University**, 2023.

[5] LORA-MILLAN, Julio S. et al. Advances on mechanical designs for assistive ankle-foot orthoses. **Front. Bioeng. Biotechnol**, v. 11, 2023.

[6] GIL-CASTILLO, Javier et al. Advances in neuroprosthetic management of foot drop: a review. **NeuroEngineering Rehabil**, v. 17, n. 46, 2020. DOI: 10.1186/s12984-020-00668-4.

[7] OSSUR. **Pé e Tornozelo**. Disponível em: https://www.ossur.com/pt-br/orteses/produtos/pe-e-tornozelo. Acesso em: 7 mai. 2024.

[8] FILLAUER. **Dynamic Walk, Standard**. Disponível em: https://fillauer.com/products/dynamic-walk-standard/. Acesso em: 7 mai. 2024.

[9] THUASNE. **Townsend SpryStep Max**. Disponível em: https://www.dme-direct.com/thuasne-sprystep-max-afo. Acesso em: 7 mai. 2024.

[10] CARVALHO, José A. **Órteses: Um recurso terapeutico complementar**. [S.l.]: Manole, 2013. ISBN 978-85-204-3385-0.

[11] METHODIST ORTHOTICS. **Faster and better: Methodist Orthotics & Prosthetics offers free screenings for Bioness L300 Go, an advanced neuroprosthetic device for controlling foot drop**. 2020. Disponível em: https://www.methodistonline.org/view-news/54276#:~:text=The%20L300%20Go%20costs%20around,secure%20funding%20for%20the%20device..

[12] CHIN, Robin et al. **A pneumatic power harvesting ankle-foot orthosis to prevent foot-drop**. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 2009.

[13] SHIN, Wonseok et al. Ankle dorsiflexion assistance of patients with foot drop using a powered ankle-foot orthosis to improve the gait asymmetry. **Journal of neuroengineering and rehabilitation, Springer**, v. 20, n. 1, p. 140, 2023.

[14] HE, Qingning et al. An Ankle Foot Orthosis (AFO) with Energy Recycling Mechanism to Prevent Foot Drop, p. 1–5, 2022.

[15] FISIOSTORE. **Calha Ortopédica AFO Ottobock 28U90 Órtese Anti Equino**. 2024. Disponível em: https://www.fisiostore.com.br/calha-ortopedica-afo-ottobock-28u90-ortese-antiequino-70705?utm_source=google_sm&utm_medium=adwords&utm_campaign=shop_max_geral&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAjKu6BhAMEiwAx4UsAnYnI0_cTTPdmPi4mnXKGw3xaIZ8qiQT0kZ5YGHXl6NvOIbBMDlSRoCTJcQAvD_BwE.

[16] MERCADO LIVRE. **Órtese Calha Afo Flexível Tala Ortopédica Tornozelo Pé Caído**. 2024.

[17] PRÓTESES NEWS. **Órtese Fibra De Carbono Afo Light O-1210 - Ossur**. 2024. Disponível em: https://protesesnews.com.br/produtos/ortese-fibra-de-carbono-afo-light-preta-o-1210-ossur/.

HTSS – Hand Tremor Suppression System
Dispositivo de Efeito Giroscópico para a Supressão de Tremores Patológicos

Andrew De Almeida Passos, Guilherme Fella De Lima, Igor De Castro Oliveira, Renan De Souza Ferreira, Vinicius Beleti Cabeça

Engenharia Mecânica Plena
andrewalmeida13@gmail.com, guilhermefella@hotmail.com, igorcastrooliveira100@gmail.com, renansouzaferreira5@gmail.com, vinicius.beleti@outlook.com

Orientador: Wellington Cassio Pinheiro
Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI
wellington@fei.edu.br

Resumo: O censo do IBGE de 2022 revelou um aumento de 57,4% na população idosa brasileira em 12 anos, refletindo o envelhecimento populacional. Com isso, cresce a incidência de tremores associados à idade, como os causados por Parkinson, Holmes e Tremor Essencial, que dificultam atividades cotidianas. Para atenuar tremores no grau de liberdade pronação-supinação, foi desenvolvida uma órtese não invasiva, equipada com um giroscópio de alta precisão, motor elétrico e baterias, visando melhorar a qualidade de vida dos usuários. O dispositivo utiliza o momento angular do giroscópio para suprimir os tremores, sendo validado em testes que simularam tremores patológicos. Nos testes em bancada, à 3 Hz, houve supressão de até 43% no eixo Y e 77% no eixo Z (plano YZ – pronação-supinação), com a velocidade do giroscópio a 8.000 rpm. Já nas simulações matemáticas, observou-se redução média de 78% para tremores acima de 3 Hz, com destaque para 5 Hz. A rotação de 8.000 rpm foi a mais eficaz, demonstrando potencial para aumentar a autonomia dos usuários e reduzir a dependência de medicamentos.

Palavras-chave: Tremores, giroscópio, órtese, conservação do momento angular, envelhecimento populacional.

I. Introdução e Motivação

O envelhecimento populacional, impulsionado pelo aumento da expectativa de vida e pela queda nas taxas de fecundidade, é uma megatendência global que altera a pirâmide etária e eleva a prevalência de tremores patológicos, como Parkinson, Tremor de Holmes e Tremor Essencial, que comprometem a qualidade de vida dos idosos.

A Doença de Parkinson, com tremores de 3 a 6 Hz, é a mais comum, seguida pelo Tremor de Holmes, de 3 a 5 Hz, e pelo Tremor Essencial, de 5 a 7 Hz, que afeta movimentos voluntários e atividades cotidianas. Essas condições têm impactos funcionais e emocionais significativos. [1]

Os tratamentos incluem medicamentos, que podem causar efeitos colaterais, e procedimentos cirúrgicos, como Estimulação Cerebral Profunda (DBS), que são eficazes, mas invasivos e caros. Tecnologias assistivas, como órteses, oferecem alternativas promissoras, mais acessíveis e menos agressivas, embora ainda não eliminem totalmente os tremores.

O objetivo do trabalho consiste no desenvolvimento de um dispositivo para a atenuar os tremores patológicos de punho por meio do princípio da conservação do momento angular, utilizando um giroscópio. Para este fim, os objetivos específicos são: desenvolvimento de uma órtese por manufatura aditiva, e para validação da atenuação dos tremores, bancada de testes e simulações matemáticas.

II. Materiais e Métodos

O projeto desenvolve uma órtese para supressão de tremores patológicos, utilizando manufatura aditiva (SLA) para customização, leveza e flexibilidade. O dispositivo inclui um giroscópio e motor estrategicamente posicionados para supressão do grau de liberdade (GDL) Pronação-Supinação, fixados a uma base ajustável e design treliçado que mantém a mobilidade e segurança.



Figura 1. Projeto da Órtese.

Uma bancada de testes foi construída para validar o desempenho da órtese, simulando movimentos do punho com um modelo de mão, motor e mola. Os testes analisam a eficácia da supressão em diferentes frequências e amplitudes de tremores, sendo possível observar o GDL com maior supressão.



Figura 2. Bancada de testes.

A modelagem matemática [2], descreve o funcionamento do dispositivo com equações linearizadas e simulações em Simulink. Diferentes condições de entrada (senoides e sinais Chirp) foram usadas para avaliar a eficácia da supressão, identificando a faixa de frequências ideal para redução significativa dos tremores.

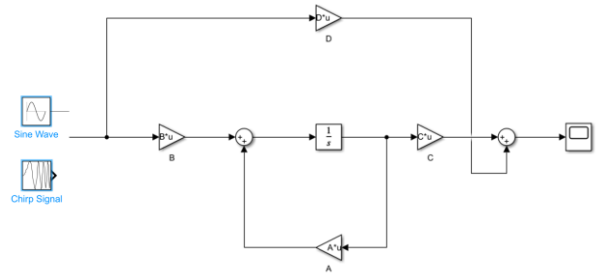


Figura 3. Modelagem matemática em Simulink.

III. Resultados e Discussões

O projeto apresentou resultados promissores no controle de tremores patológicos, destacando-se na bancada de testes e nas simulações. A simulação no MATLAB/Simulink indicou que a supressão começa a partir de 3 Hz com o motor em velocidades de 12000 rpm, com maior eficiência em frequências mais altas.

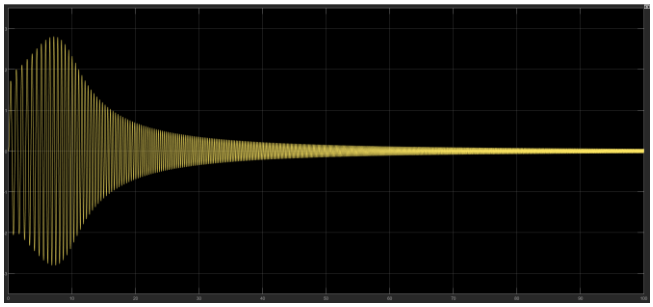


Figura 4. Resposta do sistema ao input "Chirp Signal" (12000 rpm).

Tabela I. Taxa de supressão para sistema a 12000 rpm.

Frequência do tremor	Taxa de Supressão
2 Hz	-116,31 %
3 Hz	32,67 %
5 Hz	78,83 %
7 Hz	88,70 %

Para a bancada, com o dispositivo operando a 8.000 rpm, foi possível observar supressão significativa nos eixos Y (43%) e Z (77%) (plano YZ - pronação e supinação). Nos testes qualitativos, participantes relataram efeitos positivos na supressão dos tremores, especialmente em movimentos de pronação e supinação, além de memória muscular residual, com autonomia do dispositivo de 8 horas.

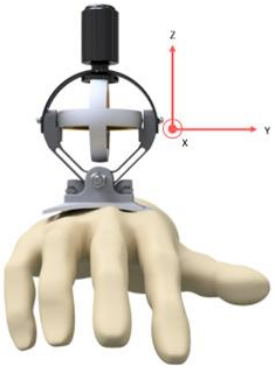


Figura 5. Eixos referência dos testes em bancada.

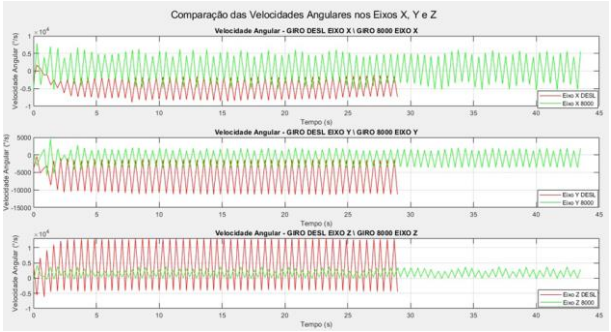


Figura 6. Comparativo entre testes com dispositivo desligado e ligado a 8000 rpm.

IV. Conclusões

O estudo desenvolveu uma órtese focada na supressão de tremores em pronação-supinação. Testes em bancada e simulações matemáticas confirmaram a eficácia do dispositivo, destacando a rotação de 8.000 rpm como a mais eficaz, equilibrando desempenho e impactos adversos. A pesquisa avança no tratamento de tremores, promovendo inclusão e qualidade de vida.

V. Referências

[1] MATTOS, J. P. D. E. Diagnóstico diferencial dos tremores. Arquivos de neuro-psiquiatria, v. 56, n. 2, p. 320–323, 1998.

[2] ALLEN, B. C. Effect of gyroscope parameters on gyroscopic tremor suppression in a single degree of freedom. 2018.

HEFESTO: Desenvolvimento do Projeto Mecânico de um Veículo Terrestre Não Tripulado para Combate a Incêndios Industriais Classe A

Cláudio José Cândido Junior, Gabriel Augusto Cerne Salvajoli, Lucas Souza de Melo, Murilo de Barros Santos, Vinicius Ruiz Lima, Wallace Albert da Silva Antonio
Engenharia Mecânica
claudiojocan@hotmail.com, gabrielsalvajoli@hotmail.com, melolucas216@gmail.com, murilodebarros@outlook.com, unievinilima@fei.edu.br, wallacealbert4@gmail.com

Orientador: Prof. Me. Taylor Mac Intyer Fonseca Junior
Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI
taylor@fei.edu.br

Resumo: Com base no aumento da urbanização projetado pela ONU, espera-se que o crescimento populacional e industrial intensifique os riscos de incêndios em áreas urbanas, especialmente em indústrias que manipulam materiais sólidos inflamáveis. Este trabalho desenvolve um Veículo Terrestre Não Tripulado (VTNT) para combater incêndios em conformidade com a norma NR-23, utilizando pontos de água pressurizada. O projeto integrou sistemas de *powertrain*, combate a incêndios (SCI), chassi e eletrônica, resultando em uma estrutura segura e funcional. Os subsistemas foram otimizados para eficiência, confiabilidade e resistência ao calor. O veículo reduz riscos aos bombeiros, melhora a eficácia no combate e contribui para o avanço tecnológico nacional. Sua proposta de operação envolve um ataque de médio e longo alcance, feito com o veículo estático e operando remotamente.

Palavras-chave: Incêndio Industrial, Combate a Incêndio, VTNT, Bombeiros, Engenharia Mecânica.

I. Introdução

De acordo com projeções da Organização das Nações Unidas (ONU), até 2050, espera-se que 93,6% da população brasileira, ou seja, aproximadamente 237 milhões de pessoas, residam em áreas urbanas. Com isso, novas indústrias surgem no cenário urbano para atender essa demanda crescente.

Segundo o Instituto Sprinkler do Brasil, cerca de 12.135 incêndios ocorreram em áreas urbanas de 2012 a 2022, principalmente em comércios, depósitos e indústrias. Esse cenário destaca a importância da atuação dos órgãos competentes e da implementação de soluções técnicas que minimizem os impactos subsequentes.

Nesse contexto, surge a norma regulamentadora NR-23, com o objetivo de garantir a segurança das pessoas e dos bens das empresas em caso de incêndio, estabelecendo, a obrigatoriedade de pontos de água sob pressão para empresas, para combater incêndios Classe A, causados pela combustão de materiais sólidos como madeira, papel, plástico ou borracha.

Diante disso, propõe-se como objetivo geral o desenvolvimento de um projeto mecânico de um VTNT para combater incêndios especificamente em indústrias que manipulam esses materiais, aproveitando também a disponibilidade de água pressurizada.

II. Motivações

O projeto visa auxiliar ou até substituir os bombeiros, minimizando os efeitos físicos e psicológicos negativos enfrentados durante o combate a incêndios, além de reduzir o risco à vida dos profissionais. Outro benefício significativo é a redução dos custos operacionais para os clientes, por meio do aproveitamento de pontos obrigatórios de água pressurizada, o que contribui para a eficiência do combate ao fogo. A resposta rápida e maior proximidade dos focos de incêndio (em comparação com os bombeiros) proporcionam um combate mais eficaz, ajudando a mitigar os danos causados por incêndios de grandes proporções.

Além disso, por se tratar de um veículo desenvolvido nacionalmente, o projeto impulsiona o crescimento tecnológico no setor, agregando valor à comunidade acadêmica de engenharia mecânica em diversas disciplinas.

III. Materiais e Métodos

As etapas de desenvolvimento de produto envolveram o projeto integrado de *powertrain*, sistema de combate ao incêndio, estrutura de chassi e sistema de integração com eletrônica embarcada.

Realizou-se inicialmente pesquisas conceituais de materiais técnicos e dados necessários para cada

tecnologia, seguido da definição, dimensionamento e seleção de componentes, seguindo todos os requisitos propostos para o veículo considerando sua proposta de funcionamento, ambiente de operação, além da viabilidade econômica e engenharia.

O projeto de *powertrain* contou inicialmente com definições conceituais de motorização elétrica, tipo de tração (rodas), caixa redutora de velocidades, freios e baterias. Em seguida, dimensionou-se os componentes utilizando simulações do comportamento do veículo operando em sua condição crítica de potência e torque máximo, chegando à Figura 1:

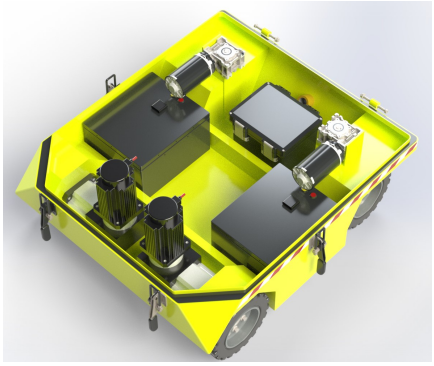


Figura 1. Projeto de Powertrain

O dimensionamento do sistema de combate ao incêndio (SCI) e a escolha dos seus componentes principais, como engates, válvulas, tubulação e outros foram feitas visando a máxima utilização de normas e produtos nacionais como referência, para facilitar a compatibilidade e flexibilidade de uso do sistema com equipamentos auxiliares que também são utilizados para o combate à incêndios, como mangueiras de incêndio e hidrantes. A Figura 2 mostra o sistema completo:

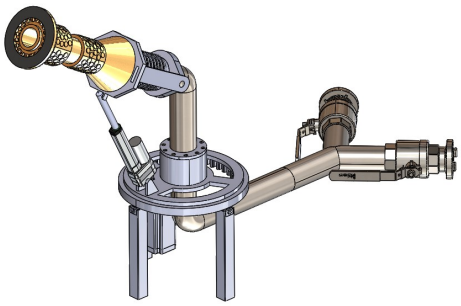


Figura 2. Projeto de Sistema de Combate ao Incêndio

Já o projeto estrutural de chassi englobou a utilização de mapa de *Ashby* (Figura 3) para seleção do material (SAE 5140), simulações estruturais para verificações e cálculos analíticos para dimensionamento de manta térmica protetiva de lã de rocha.

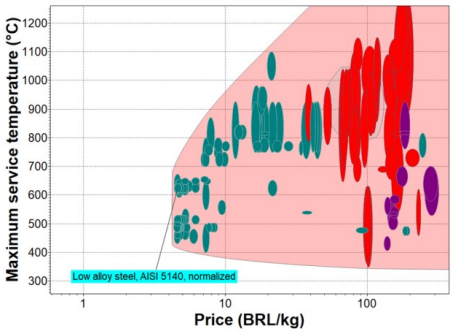


Figura 3. Mapa de *Ashby* – Material do Chassi

IV. Resultados e Discussões

A Figura 4 apresenta o projeto mecânico integrado. O chassi é composto de chapas fabricadas por conformação mecânica e os componentes estão localizados estrategicamente para aproveitamento de espaços vazios, baixo centro de gravidade e facilidade de manutenção.

O veículo possui quatro rodas com tração dianteira, acionadas por motores elétricos independentes de 2300[W] cada, acoplados a uma caixa redutora de velocidades e conectados a duas baterias em série operando à 24[V]. O esterçamento é feito nas rodas traseiras por motores elétricos fixados a um suporte soldado na estrutura do Chassi.

O SCI foi projetado para garantir admissão de água por duas vias de entrada para aumento da pressão e consequentemente, do alcance do jato. Seguida de um sistema de controle horizontal por engrenagens conjugadas e controle vertical por um sistema de junta articulada acoplado a um atuador linear, e por fim o esguicho responsável por controlar o jato de água.



Figura 3. Projeto Mecânico Desenvolvido

V. Conclusões

O projeto atingiu o objetivo de desenvolver o projeto mecânico de um veículo terrestre não tripulado para combate a incêndios, aumentando a eficiência, reduzindo custos e impactos aos bombeiros. Além disso, contribui para o avanço tecnológico nacional e a engenharia mecânica acadêmica.

Avaliação do Condicionamento do Ar da Frota L do Metrô de São Paulo

Ana Sung Marques, Felipe Estevão Coquito de Mello, Gabriel de Souza Simonetti, Gabriel Mola da Silva, Netuno Trindade Torrente Rovaroto, Victor Salzo Lopes, Vitoria Fedatto Stefaneli
Engenharia Mecânica
anasung21@gmail.com, coquitofelipe13@gmail.com, gssimonetti28@gmail.com, gabrielmolasilva@gmail.com, netunotrindadefei@gmail.com, victorsalzolopes@gmail.com, vitoriafstefaneli@gmail.com

Orientador: Cyro Albuquerque Neto
Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI
cyroan@fei.edu.br

Resumo: O estudo tem por objetivo a avaliação do condicionamento do ar do Metrô de São Paulo, por meio de sensoriamento, cálculos teóricos, simulações fluidodinâmicas e cálculos de conforto térmico, comparando-os com as reclamações fornecidas pelo Metrô e normas vigentes, a fim de saber quais parâmetros influenciam na experiência dos usuários no transporte em questão.

Palavras-chave: Metrô. Condicionamento de ar, Transporte público, Simulação computacional, Sensoriamento.

I. Introdução

A Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô surgiu como uma solução vital para o transporte das pessoas na região metropolitana de São Paulo, que, com o rápido crescimento populacional, se tornou cada vez mais essencial na vida dos paulistas. Considerando a enorme quantidade de pessoas utilizando este meio de transporte, uma das maiores preocupações é o conforto térmico e a qualidade do ar dentro dos carros, a fim de avaliar a situação atual e desenvolver uma solução para esta problemática.

II. Objetivos

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise detalhada sobre o sistema de condicionamento de ar da frota L do Metrô de São Paulo, com foco no conforto térmico dos passageiros. Utilizando os kits de sensoriamento desenvolvidos pelo grupo, junto a métodos analíticos e computacionais, além dos dados fornecidos pelo Metrô de São Paulo, foi possível identificar os principais fatores que influenciam o ambiente interno do carro e propor medidas para melhorar a qualidade do ar e reduzir as reclamações.

III. Metodologia

Para melhor visualização da Metodologia do trabalho, foi elaborado um fluxograma como mostra a Figura 1. Pode-se observar quatro grandes blocos, sendo eles: "Dados do Metrô" que representa todos os dados fornecidos pelo Metrô [1], "Dados coletados" que se refere aos dados obtidos pelo grupo através da instrumentação no dia 25 de outubro de 2024, das 16:44 até as 20:54, "Cálculos" para a elaboração dos cálculos teóricos de balanço de energia e os modelos de conforto térmico com PMV e PPPD, por fim, "Simulações Fluido Dinâmicas" para uma análise computacional dos dados.

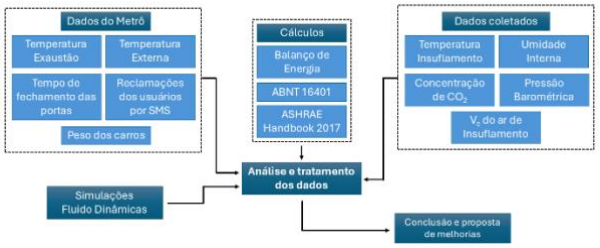


Figura 1. Fluxograma da metodologia.

IV. Resultados

Inicialmente foram fornecidos ao trabalho através da parceria com o Metrô de São Paulo, três bases de dados, no formato *CSV*, sendo elas: dados do peso dinâmico do trem em *t* do dia 07/11/2023 até 08/06/2024 com um total de 197.204 linhas, dados de temperatura externa e de exaustão do trem em °C do dia 28/08/2024 até 20/09/2024 com um total de 23.055 linhas, dados das reclamações de *SMS* do dia 03/01/2023 até 26/08/2024 com um total de 1.274 linhas. Todos os dados, em ordem, são visualizados no fluxograma na Figura 2. Realizou-se o tratamento dos dados retirando os finais de semana, feriados, dados nulos e *outliers*, e por fim foi elaborado o modelo de dados do Metrô para frota L e, a partir desse modelo, foi possível realizar os cálculos de conforto térmico e balanço de energia para os dados fornecidos pelo Metrô de São Paulo.

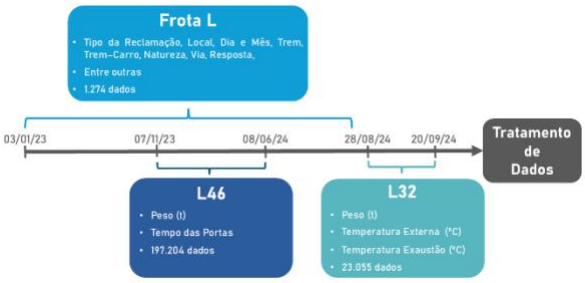


Figura 2. Fluxograma dos dados fornecidos pelo Metrô.

Para os cálculos de conforto térmico por meio do *PMV-PPD*, tem-se, pela Figura 3, que na posição de exaustão é possível afirmar que há conforto térmico, pois o *PPD* está totalmente abaixo de 20%, mesmo que ainda há 3% de temperaturas acima da zona de conforto estabelecida pela *ASHRAE* [2].

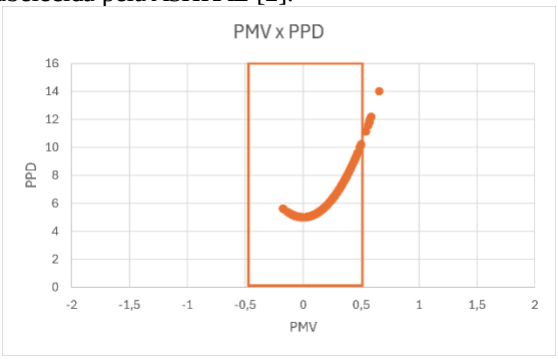


Figura 3. Gráfico *PMV* x *PPD* - kit Exaustão.

É possível observar pela simulação, que ao se analisar o carro com as pessoas, as temperaturas nessas regiões aumentam, justamente por causa da concentração de pessoas. Essa representação é vista na Figura 4.

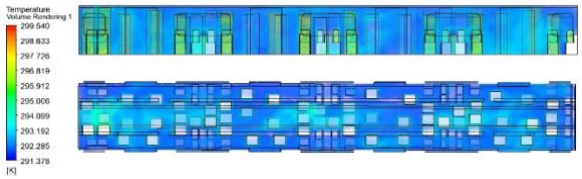


Figura 4. Distribuição de temperatura no Metrô.

Realizando-se cálculos de carga térmica sensível e latente, foi possível concluir que o fator de maior influência se refere às pessoas. Entretanto, observando-se a independência desta parcela em relação à temperatura e umidade de exaustão, somado ao fato de que os picos de geração de carga térmica não atingem a capacidade da unidade de ar-condicionado, permitem concluir que o mesmo é capaz de suprir a demanda do carro, mesmo nos horários com maior quantidade de pessoas.

Em posse dos dados de umidade relativa e temperatura coletados, foi possível inseri-los em uma carta psicrométrica de São Paulo, correspondente à pressão barométrica de 92633 Pa. A Figura 5 representa estes pontos, assim como as zonas de conforto térmico recomendadas pela norma *ABNT* [3] para o inverno e verão, representadas pelas regiões em azul e amarelo, respectivamente.

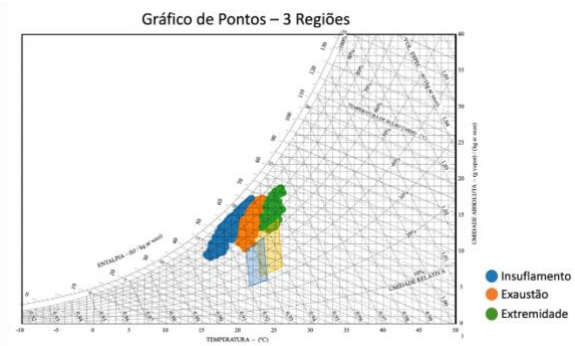


Figura 5. Representação na carta psicrométrica.

Assim, foi possível observar que as temperaturas na exaustão e extremidade, que representam as condições do ambiente, se enquadraram no recomendado pela norma. Entretanto, analisando-se a umidade, percebe-se que a mesma se encontra excessivamente acima do indicado, promovendo sensação de calor, uma vez que dificulta a transpiração do corpo humano.

Além disso, correlações entre os dados evidenciam também que no insuflamento e na exaustão, há relação direta entre temperatura e umidade, o que não ocorre na extremidade, revelando um ponto isolado e de baixo efeito do sistema de ar-condicionado. Entretanto, em todos os 3 kits foi registrado que conforme a ocupação aumenta, a concentração de CO_2 aumenta também, sendo que em um terço de todos os registros para os locais que representam melhor o ambiente houve falha do sistema em se manter abaixo dos 1200 *ppm* definidos pela *ABNT* [4], indicando necessidade de melhor fluxo de ar.

V. Conclusões

O estudo mostrou que, embora a temperatura atenda às normas vigentes, o conforto térmico é impactado negativamente pela alta umidade e má circulação do ar, especialmente em horários de pico. Foi mostrado, também, que há problemas como concentração elevada de CO_2 e insuficiência na vazão de ar. Portanto, há a necessidade de sensores adicionais para monitoramento da umidade e CO_2 e ajustes no sistema, como controladores de vazão e desumidificadores, para melhorar o conforto e reduzir reclamações.

VI. Referências

[1] METRÔ DE SÃO PAULO. *Dados fornecidos para o TCC pelo Metrô São Paulo. Parceria FEI e Metrô São Paulo*, 2024.

[2]ASHRAE. *American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers*. [S.l.]: *Handbook: Fundamentals*, 2009.

[3]ABNT NBR 16401-2. NBR 16401-2.(2008). *Instalações de ar-condicionado–sistemas centrais e unitários, parte 2: Parâmetros de conforto térmico*, 2008.

[4]ABNT NBR 17037-2. NBR 17037-2. (2024). *Qualidade do ar interior em ambientes não residenciais climatizados artificialmente - Padrões referenciais*, 2024.

Desenvolvimento de uma Órtese Dinâmica Ativa para Joelho

Alexandre Carpim Besteiro, André Dias Scomparini Lisboa, Arthur Matheus Yamamoto Schoba, Gabriel Chadi Mesquita, Gabriel Matos Lara Leal, Giovanni Fonseca Gaziola, Rafael Alves Corrêa Ramos, Vinicius Alves Magro Cecchi
Engenharia Mecânica
vinialves.magro@gmail.com

Orientador: Maria Claudia F. de Castro
Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
mclaudia@fei.edu.br

Co-Orientador: Fabrizio Leonardi
Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI
fabrizio@fei.edu.br

Resumo: O princípio da Engenharia é a aplicação de conhecimentos teóricos e práticos para a construção e melhoria de processos, materiais e dispositivos para o desenvolvimento da vida humana. O presente trabalho tem por objetivo desenvolver uma órtese dinâmica ativa de joelho, apresentando uma solução viável para uso cotidiano, de forma segura, resgatando a naturalidade da marcha com melhor estética e conforto. O projeto da geometria final e a escolha do PLA (Poliácido Láctico) como material de confecção, foram validados a partir de análise estrutural das forças e deformações. A impressão 3D como método de fabricação da órtese confere agilidade, personalização e baixo custo. Outro diferencial é a implementação do controle por impedância, permitindo uma interação dinâmica com o ambiente externo, promovendo uma marcha mais natural e humanizada, ao contrário de métodos tradicionais de controle. Uma equação de controle própria para uma órtese dinâmica ativa para joelho foi proposta, e o valor de torque obtido comprova a eficácia do modelo para o auxílio na marcha do usuário.

Palavras-chave: órtese de joelho. órtese ativa. marcha.

I. Introdução

De acordo com o senso de 2022 do Ministério da saúde do Brasil, em 2021 foram feitas 16,7 mil cirurgias no joelho, sendo as principais causas: torções, sobrecarga e desgaste na região [1].

Outro ponto que merece destaque é a Osteoartrose dos joelhos, uma doença articular degenerativa caracterizada pelo desgaste da cartilagem e tecidos periarticulares, é uma das principais causas de incapacidade física crônica, que acomete em torno de 4,90% da população mundial, sendo destes 82,89% em pessoas com mais de 60 anos [2]. E como resultado de problemas no joelho, é comum a dificuldade de locomoção.

Órteses são dispositivos ortopédicos externos aplicados para modificar os aspectos funcionais ou estruturais do sistema neuro musculoesquelético para obtenção de alguma vantagem mecânica, destinados a alinhar, prevenir ou corrigir deformidades ou melhorar a função das partes móveis do corpo.

Baseado no contexto apresentado, tem-se como objetivo primário do trabalho elaborar uma órtese dinâmica ativa de joelho, confortável e compacta, com motorização elétrica e a utilização de controle inteligente com a função de auxiliar a marcha humana, além da utilização de componentes fabricados a partir de materiais poliméricos, visando a leveza do mecanismo.

II. Metodologia

A órtese contém um microcontrolador para receber os dados de posição angular captados pelos sensores e enviar os comandos do software para controlar a intensidade do motor. Para isso, selecionou-se um microcontrolador ESP32 devido a seu custo reduzido e dimensões compactas, além da possibilidade de trabalhar com softwares para controle e processamento de sinais como o próprio Arduino IDE, utilizado pelo grupo. Para a coleta de dados, foi utilizado um módulo giroscópio e acelerômetro digital, ou Unidade de Movimento Inercial (IMU), modelo MPU6050 para a quantização do ângulo de guinada (Yaw), obtido utilizando um Filtro de Kalman, da velocidade e aceleração angular. Por fim, foi utilizado um motor de 12V modelo 5840-31ZY, com redução de rotação que gera torque suficiente para auxiliar o movimento, e uma bateria de 6,6 Ah para abastecer o sistema.

Foi feito um estudo acerca da dinâmica na articulação do joelho visando desenvolver uma equação

(1) que descrevesse o movimento realizado pela órtese, sendo Tp torque do usuário e Tm torque do motor.

$$Tp + Tm = J\ddot{\theta} + B\dot{\theta} + K\theta + G(\theta) \qquad (1)$$

Utilizando-se das leis de Kirchhoff é possível descrever o torque do motor em função da constante de torque, resistência de armadura e tensão de armadura (variável controlada pelo microcontrolador). Utilizando manipulações algébricas, é possível inserir parâmetros desejados (Jd, Bd e Kd) que possibilitam manipular a órtese, resultando na Lei de Controle.

Sendo assim, viu-se a necessidade de determinar parâmetros como: Momento de Inércia (J), Coeficiente de Amortecimento (B), Coeficiente de Rigidez (K) e Coeficiente de Efeitos Gravitacionais na Junta (G). Para isso, foram desenvolvidas metodologias baseadas em cálculos antropométricos e teorema de Steiner, método do pêndulo passivo e teorema do movimento angular.

III. Resultados

Após diversos testes levando em consideração fatores como ergonomia, conforto e a capacidade de resistir a esforços mecânicos gerados pelo torque do motor e o peso da perna, chegou-se em uma geometria final para a órtese (Figura 1). Nela, encontra-se um invólucro que guarda os componentes eletrônicos da órtese separados por um andar. Além disso, é possível ver fitas de velcro que foram adicionadas para aumentar a praticidade ao vestir a órtese e melhorar o conforto.



Figura 1. Geometria da órtese finalizada.

A geometria foi validada utilizando o *software Ansys* de simulações estruturais, na simulação, comprovando-se que o material e geometria selecionados são capazes de suportar os esforços solicitados.

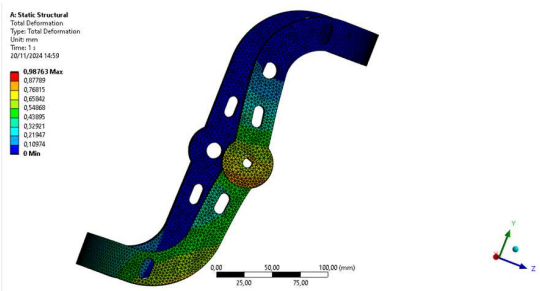


Figura 2. Resultado da simulação estrutural.

O software de controle obtém os dados de guinada (Yaw), obtido utilizando um Filtro de Kalman, da velocidade e aceleração angular, e fornece como saída o torque calculado, que controla o sentido de rotação do motor.

A Figura 3 ilustra a órtese finalizada e montada.



Figura 3. Órtese finalizada.

IV. Conclusões

Diante do que foi proposto pelo presente trabalho, é possível afirmar que os objetivos foram atingidos, utilizando métodos inovadores que auxiliaram no desenvolvimento do projeto. Foi obtida uma órtese dinâmica ativa cujo diferencial é o controle de impedância, que apresenta como principal vantagem a capacidade de interagir com o ambiente de forma dinâmica, promovendo uma marcha mais natural e humanizada, ao contrário de métodos tradicionais de controle.

V. Referências

[1] VIEIRA, Diego Balduino; BOTELHO, Marcia; CARMO, Ruleandson do. **Mais de cinco milhões de pessoas fizeram exames médicos no joelho no SUS só em 2021**. 2022. Disponível em: https://ufmg.br/comunicacao/noticias/mais-de-cinco-milhoes-de-pessoas-fizeram- exames-medicos-no-joelho-no-sus-so-em-2021. Acesso em: 10 mai. 2024.

[2] LI, Erliang et al. Global burden and socioeconomic impact of knee osteoarthritis: a comprehensive analysis. **Frontiers in Medicine**, v. 11, 2024. DOI: 10.3389/fmed.2024.1323091.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a FEI e os nossos familiares pelo constante apoio.

Engenharia de Produção

Proposta de um Sistema Híbrido Combinando o *Demand Driven Material Requirement Planning* e o *Drum Buffer Rope*: Simulação Considerando *Flowshops* Paralelos

Ana Helena Barbosa, Fidel Miranda, Matheus Bastos, Rafaela Ciaccio
Engenharia de Produção
barbosa.anahelena@hotmail.com, fidel_mb@hotmail.com, matheuspcbastos@gmail.com, rafaela.ciaccio@gmail.com

Orientador: Marcel Utiyama
Departamento de Engenharia de Produção Centro Universitário FEI
mutiyama@fei.edu.br

Resumo: O estudo propõe uma abordagem híbrida de PCP, combinando DD-MRP e DBR, aplicada a *flowshops* paralelos no setor de laticínios. A modelagem e simulação de três cenários destacou o Cenário 2, com ganhos expressivos: aumento de 4.492.359 unidades no *throughput*, redução de 92,75% nos estoques do Produto 1 e lucro adicional de R$ 9.433.954 no Produto 2. A solução provou-se eficaz para alinhar demanda e capacidade, maximizando eficiência e competitividade.

Palavras-chave: PCP, DD-MRP, DBR, TOC, *Flowshop* Paralelo, Melhoria de Recursos.

I. Introdução e Contextualização

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) é essencial para a gestão industrial, especialmente em setores complexos como o de laticínios, devido às flutuações de demanda e à perecibilidade dos produtos.

Este trabalho propõe uma abordagem híbrida, combinando DD-MRP e DBR, para melhorar o *throughput*, reduzir estoques e alinhar a capacidade produtiva às demandas reais.

A empresa opera em *flowshops* paralelos, com gargalos produtivos que comprometem eficiência e lucratividade. Três cenários foram analisados: Cenário Base (situação atual), Cenário 1 (ajustes no MPS e MRP), e Cenário 2 (integração de DD-MRP e DBR).

II. Metodologia e Desenvolvimento

A metodologia quantitativa utilizou modelagem e simulação com dados históricos, como demandas quinzenais, tempos de ciclo e estoques de segurança. O Cenário Base revelou gargalos no Centro EN, limitando a eficiência. O Cenário 1 otimizou parâmetros do MPS, redistribuiu a produção com o RCCP e redefiniu os estoques de segurança.

O Cenário 2 integrou DD-MRP e DBR, ajustando o planejamento à demanda real e subordinando os recursos ao gargalo. As simulações destacaram melhorias significativas no *throughput* e redução de estoques, sem necessidade de grandes investimentos.

III. Resultados e Discussão

Os resultados do Cenário 2 destacaram os benefícios da integração entre DD-MRP e DBR, como mostrado nas Figuras 1 e 2. O Centro EN, identificado como gargalo, foi definido como o *Drum*, regulando o ritmo da produção. *Buffers* foram posicionados para proteger o fluxo produtivo, e o *Rope* sincronizou os pedidos com o ritmo do gargalo, evitando superprodução e excessos de estoque.

A Figura 1 detalha a subordinação dos recursos não gargalos ao gargalo, enquanto a Figura 2 ilustra o alinhamento das linhas de produtos 1 e 2 por meio do DD-MRP, que ajustou estoques e volumes à demanda real. Essas mudanças resultaram em um aumento de 4.492.359 unidades no *throughput* e na redução de 92,75% nos estoques do Produto 1, destacando a eficácia da abordagem.

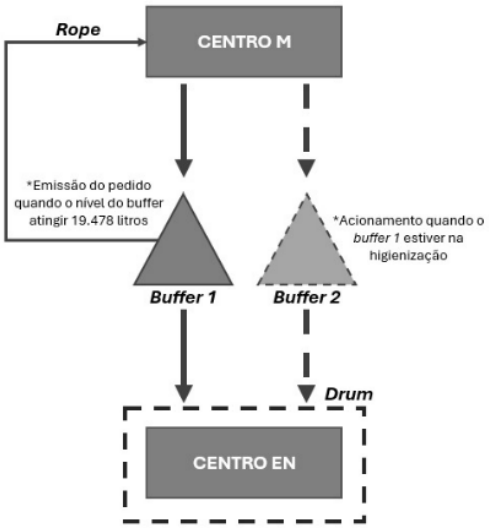


Figura 1. Esquema DBR

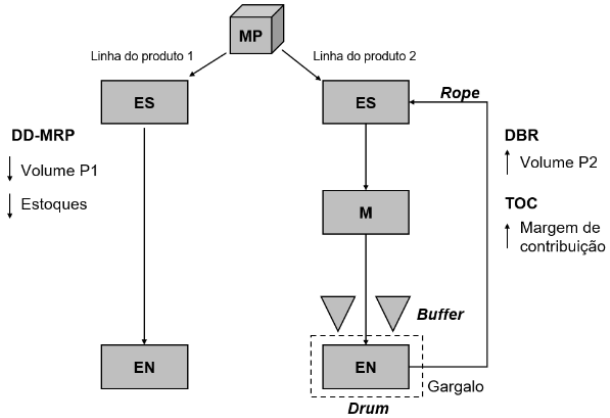


Figura 2. Melhorias implementadas através do DD-MRP e DBR

IV. Conclusões

Os resultados do Cenário 2 comprovam a eficácia da abordagem híbrida, integrando DD-MRP e TOC-DBR. Essa combinação aumentou a capacidade de resposta do sistema produtivo, com ganhos operacionais e financeiros, incluindo um lucro adicional de R$ 9.433.954 no Produto 2.

A redistribuição de carga no RCCP, seguindo as regras da TOC, priorizou ajustes mínimos no MPS e antecipações estratégicas, equilibrando a produção e evitando gargalos. O DD-MRP trouxe agilidade para lidar com flutuações de demanda, enquanto o DBR garantiu o gerenciamento eficiente do gargalo, otimizando recursos.

Essas metodologias complementares mostraram-se eficazes para o setor de laticínios e têm potencial de aplicação em outros contextos industriais. Essa abordagem reforça a importância de soluções híbridas para a competitividade em ambientes industriais complexos.

V. Referências

[1] GOLDRATT, E. M. (1990). Theory of Constraints. North River Press.

[2] PTAK, Carol A.; SMITH, Chad. Demand Driven Material Requirement Planning (DDMRP). Norwalk, CT: Industrial Press, 2016.

[3] SLACK, N., CHAMBERS, S. & JOHNSTON, R. (2010). Operations Management. Pearson Education1] D. S. Azevedo et. al., *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, **42** (2003) 1234-1239

[2] M. Rocha, Conceitos Fundamentais, Spring-Verlag, 1999.

Agradecimentos

Agradecemos à estrutura de nossa faculdade, bem como à empresa estudada pela disponibilização de dados que tornaram este estudo possível. Agradecemos também às nossas famílias e amigos, pelo apoio durante todo o processo.

Network Design: Pesquisa em uma Empresa Fabricante de Embalagens de Vidro

Beatriz Hitomi Tsuruta, João Victor Szabo Gomes da Silva, Laura Prates Magalhães Rocha
Engenharia de Produção
beatrizhtsuruta@gmail.com, lpmrocha3108@gmail.com, jvszabo10@gmail.com

Orientador: Mauro Sampaio
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
msampaio@fei.edu.br

Resumo: Para entender as necessidades de implantar um centro de distribuição é necessário realizar um estudo abrangente, desde a escolha do local de instalação ideal até a consideração de fatores que envolvam a satisfação do cliente. É de fundamental importância pensar a longo prazo, considerando cenários futuros e o impacto das possíveis variáveis envolvidas, como a localização da fábrica, capacidade de produção, transporte e custos logísticos. Isso requer o desenvolvimento de um projeto de rede capaz de atender às demandas dos clientes, contribuindo para decisões logísticas mais precisas e de maior valor agregado para a empresa. O foco é atender às necessidades do mercado, garantindo fidelidade aos clientes. Ao modelar os cenários, foi possível avaliar a viabilidade de um projeto de rede de suprimentos com base nos dados fornecidos. A comparação entre os cenários permitiu tomar uma decisão sobre a implantação de um novo cenário, considerando as projeções da demanda futura.

Palavras-chave: Projeto de rede de suprimentos, Cenários, Custos, Impostos, Logística.

I. Introdução

O projeto de redes de suprimentos é um tema amplamente debatido no campo da logística, pois busca atender à demanda de maneira eficiente, minimizando custos e respeitando às restrições de capacidade produtiva e de armazenamento. No Brasil, questões tributarias exercem uma influência significativa nesse tipo de projeto, porém ainda pouco exploradas.

A não realização de um estudo sobre a malha logística acarreta diversos problemas, incluindo o aumento dos custos logísticos, o que se traduz em um aumento no custo para o consumidor final (Guazzelli e Cunha, 2015). No contexto da empresa em questão, que opera com embalagens de vidro, uma má localização do centro de distribuição pode prolongar o percurso dessas embalagens, aumentando assim, o risco de danos ao produto e o valor no produto.

Em resumo, este trabalho busca responder a seguinte questão de pesquisa: Qual a melhor rede logística para uma empresa de embalagens de vidro, com ênfase em perfumaria, a fim de atender a demanda de todos os clientes ao menor custo logístico e tributário possível?

O objetivo deste estudo de network design foi desenvolver o projeto de rede, no qual incluí determinar a localização ideal de um centro de distribuição, se necessário, para atender a demanda dos clientes com ênfase em segmento de cosméticos, perfumaria e farmacêutico, de modo a cooperar com a área de logística para tomada de decisões mais precisas em relação as operações que geram valor para a empresa.

A fim de alcançar esse objetivo, foi necessário a realização de alguns fatores, como a coleta de dados sobre a capacidade da frota e a localização dos clientes, bem como o cálculo dos custos de transporte. Dado o crescimento da demanda da empresa, foi de fundamental importância modelar o cenário atual da empresa no software *Supply Chain Guru X*, estimar a previsão de demanda para os próximos três anos e prever o cenário futuro ideal. Isso permitiu examinar as variações de custo com e sem a implementação do novo centro de distribuição.

Para realizar essa análise, foram empregadas ferramentas de análise de documentos, no qual foram disponibilizados dados reais ou o mais próximo possível da realidade, além de uma breve entrevista com o representante da empresa para melhor entender as necessidades, logística e restrições da empresa a ser estudada. Esses dados foram aplicados na modelagem, que buscou garantir a precisão dos resultados, proporcionando viabilidade na condução desta pesquisa.

II. Entrevista e Análise documental

Para melhor entendimento do funcionamento da empresa e do departamento de logística foi realizada uma entrevista não estruturada com o supervisor de logística da empresa estudada. Nela foram coletadas

informações como custo operacional de fábrica e dos centros de distribuição, custo de transporte, sobre o atual projeto de rede, sobre a capacidade e modelo da frota de entrega, e sobre o benefício fiscal COMPETE-ES, que possui grande relevância para a pesquisa. Além disso, foram enviados dados com a demanda, localização dos clientes, e por fim, sobre o crescimento orgânico da empresa. Por fim, foram informadas as restrições para a pesquisa, dado que existe um centro de distribuição localizado em Vila Velha - ES, que atende a somente dois clientes, de um total de quatrocentos e trinta e sete.

Como mencionado, neste estudo utilizou-se a ferramenta *Supply Chain Guru X* para realizar os testes de cenários, mais precisamente, a modelagem de uma cadeia de suprimentos. Essa modelagem permitiu analisar as reais necessidades da empresa, desde fatores como a logística da entrega de produtos até a avaliação da viabilidade de instalar um novo centro de distribuição caso necessário, e identificar a melhor localização para atender de forma eficaz às demandas organizacionais.

Para que fosse possível a realização de teste de cenários foi preciso construir cinco cenários distintos. O primeiro cenário, denominado *Baseline* reflete a operação atual da empresa. Em seguida foi desenvolvido o *Baseline* Otimizado, que visa melhorar os resultados utilizando os recursos já disponíveis na empresa.

Também foi modelado um cenário *Baseline* otimizado, que desconsidera o custo de ICMS da operação chamado de *Baseline* Otimizado sem ICMS, para melhor entendimento do impacto deste valor para as entregas. Posteriormente, realizou-se a análise de *Greenfield* e foi modelado um novo cenário com base nos resultados obtidos denominado de *Baseline* Otimizado Novo CD. Por fim, foi feito a modelagem considerando a demanda futura da empresa que resultou no cenário *Baseline* Otimizado Novo CD com demanda futura.

Para que cada um desses cenários fosse possível foi necessária a realização de tratamento dos dados. Este tratamento de dados consiste em colocar os dados corretamente em cada tabela do *software*, de modo que ele realizasse o processamento das informações.

Abaixo encontra-se a comparação entre os cenários e os devidos valores.

III. Conclusão

Para o curto prazo, a empresa consegue atender os clientes e obter uma restrição fiscal sem comprometer o lucro apenas utilizando a otimização de rede construída, sem a instalação de um novo CD. Mas levando em consideração o longo prazo, recomenda-se um aumento nas instalações para atender a demanda futura e com a construção de uma nova instalação ela teria capacidade suficiente e mais arrecadação fiscal

Variável	Baseline	Baseline Otimizado	Variação	Baseline Otimizado Novo CD	Variação	Baseline Otimizado Novo CD Demanda Futura	Variação
Demanda	15.702.731	15.702.731	-	15.702.731	-	18.686.250	19,00%
Receita	5.515.150.501	5.515.150.501	-	5.515.150.501	-	6.563.029.096	19,00%
Custo de transporte (R$)	23.612.299	26.015.252	10,18%	31.309.683	20,35%	35.144.546	12,25%
Custo de inventário (R$)	55.777.788	56.162.531	0,69%	56.584.978	0,75%	67.049.985	18,49%
Custo de entrada no CD (R$)	2.581.968	2.585.445	0,13%	2.658.452	2,82%	3.135.815	17,96%
Custo de saída do CD (R$)	5.094.405	5.097.882	0,07%	5.170.889	1,43%	6.125.615	18,46%
Custo fixo de operação (R$)	373.200.000	373.200.000	-	374.424.000	-	374.424.000	-
Custo de produção (R$)	2.568.629.768	2.568.629.768	-	2.568.629.768	-	3.059.914.078	19,13%
Custo Logístico (R$)	3.028.896.228	3.031.690.878	0,09%	3.038.777.770	0,23%	3.545.794.039	16,68%
Lucro	2.486.254.273	2.483.459.624	-0,11%	2.476.372.731	-0,29%	3.017.235.057	21,84%
ICMS (R$)	831.808.683	694.581.457	-16,50%	608.404.993	-12,41%	777.304.350	27,76%
Custo Logístico + ICMS (R$	3.860.704.911	3.726.272.335	-3,48%	3.647.182.763	-2,12%	4.323.098.389	18,53%

Tabela 1. Comparação de todos os cenários e suas variações

IV. Referências

[1] GUAZZELLI, Cauê Sauter e CUNHA, Cláudio Barbieri da. Otimização multicritério para o problema de localização de centros de distribuição de uma empresa com unidade produtiva no Polo Industrial de Manaus. **Gestão & Produção**, v. 22, n. 3 p. 480-494, 2015.

Redução de Custos de Transporte por Meio das Tecnologias de Simulação, Machine Learning e Telemetria

Brenno de Oliveira Ragonha, Bruno Dejane de Siqueira, Lucas Santana Nogueira de Carvalho, Luiz Eduardo Marocco
Engenharia de Produção
luiz.eduardom@outlook.com.br, l.santanacarvalho06@gmail.com, brennooliver101@gmail.com, bruno.djn@hotmail.com;

Orientador: Prof. Me. Marcelo Koiti Fugihara
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
mfugihara@fei.edu.br

Resumo: O presente trabalho aborda a redução de custos de transporte por meio da aplicação de tecnologias avançadas, como machine learning, telemetria e simulação, no contexto de uma transportadora de grande porte. Com base em dados de telemetria veicular, foram desenvolvidos modelos preditivos no RapidMiner e cenários simulados no PROMODEL para identificar oportunidades de otimização em consumo de combustível, desgaste de pneus e dimensionamento de frota. A análise comparativa incluiu o cenário atual da operação e alternativas propostas, considerando variáveis como peso das cargas, velocidade média e número de veículos. Os resultados demonstraram que ajustes nos parâmetros operacionais podem gerar ganhos significativos em eficiência e sustentabilidade, destacando o potencial das ferramentas tecnológicas na gestão logística. Conclui-se que a integração dessas soluções promove maior competitividade e economia no setor de transportes.

Palavras-chave: Machine Learning, Telemetria, Simulação e Transporte Rodoviário.

I. Introdução

Na era digital, os dados são o "novo petróleo", mas é a inteligência artificial (IA) que os refina em insights valiosos. Tecnologias como Machine Learning e telemetria têm papel central nesse processo, permitindo a coleta remota e análise de dados em tempo real para prever eventos e otimizar decisões [MAYER-SCHÖNBERGER e CUKIER, 2013; RUSSELL e NORVIG, 2021].

A telemetria, especialmente no setor automotivo, viabiliza o monitoramento de veículos para prevenir falhas e melhorar a segurança [DHAR, 2014]. Já o aprendizado de máquina utiliza modelos treinados para identificar padrões complexos, oferecendo previsões precisas e compreensão mais profunda de eventos [GOODFELLOW, BENGIO e COURVILLE, 2016].

Este estudo destaca como essas ferramentas integradas transformam dados brutos em soluções estratégicas para gestão de veículos.

II. Objetivos

O objetivo deste trabalho é aplicar técnicas de Machine Learning e simulação de processos com dados de telemetria para identificar correlações entre variáveis que impactam no consumo de combustível e desgaste de pneus, além de otimizar o planejamento da frota para atender demandas ao menor custo. Busca-se prever eventos, compreender falhas e analisar os retornos financeiros e operacionais gerados pelos resultados, validando o potencial dessas ferramentas para oferecer soluções próximas da realidade e maximizar a eficiência.

III. Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho é de natureza quantitativa, com foco na coleta, análise e interpretação de dados para solucionar problemas relacionados à previsão de eventos e à compreensão de falhas em sistemas complexos. Foram realizadas análises documental e bibliográfica, além do levantamento de dados de telemetria, garantindo a precisão e representatividade das informações. Os dados coletados foram analisados por meio de métodos estatísticos e qualitativos, utilizando técnicas como análise de regressão, testes de hipóteses e análise de conteúdo. Posteriormente, esses dados foram integrados a modelos de simulação e algoritmos de inteligência artificial, como aprendizado de máquina, para prever eventos e identificar padrões complexos. Essa abordagem visa melhorar a eficiência e confiabilidade dos sistemas estudados, contribuindo para a solução prática de problemas reais.

IV. Resultados

Após inserção dos dados de telemetria no software RapidMiner, obtivemos diferentes pesos de diversas variáveis que interferem diretamente no consumo de combustível, onde a partir destes dados e da determinação das maiores influências nos consumos de combustíveis (Figura 1), diferentes cenários foram testados, optando então pelo cenário factível no contexto do transporte nacional e no contexto da empresa objeto de estudo. O cenário proposto foi adicionado ao software de simulação ProModel, onde pode-se evidenciar a factibilidade e testar se a empresa conseguirá atender com a demanda de entregas com as alterações propostas no estudo.

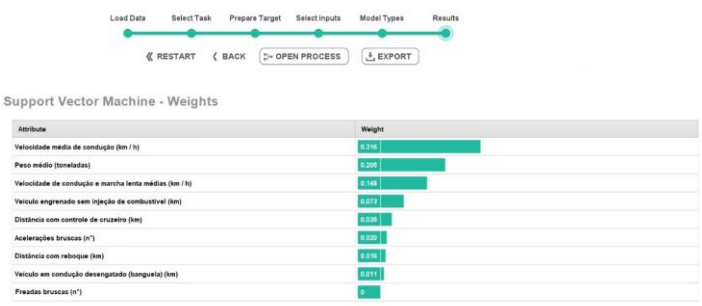
Na Tabela 1 observa-se a comparação entre os cenários, onde é apresentado o resultado financeiro para um percurso de Santos até São José do Rio Preto, o qual a empresa realiza com dois veículos, como pode ser observado no cenário atual. Todos os cenários foram simulados e, a partir de testes utilizando as duas inteligências, chega-se no cenário proposto, onde altera-se algumas variáveis, gerando uma economia de R$43.120 em comparação ao cenário atual, isso tudo considerando apenas esta rota efetuada pela empresa com apenas dois veículos. Esta economia replicada a frota, que ultrapassa a casa dos 1000 veículos, gera um resultado favorável para a empresa, possibilitando a empresa refletir este benefício a seu cliente e a cadeia como um todo, inclusive obtendo resultados sustentáveis com a economia do Diesel.

V. Conclusões

Este trabalho apresentou a aplicação de Machine Learning, telemetria e simulação em uma empresa de transportes, utilizando dados reais para otimizar a eficiência operacional e reduzir custos. A integração dessas tecnologias permitiu identificar padrões como a relação entre peso da carga, consumo de combustível e comportamento do motorista, além de validar a capacidade da frota e ajustar parâmetros operacionais.

Os resultados mostraram que ajustes, como alterações do peso médio e velocidade, podem melhorar o consumo de combustível e a sustentabilidade, embora exijam equilíbrio entre custos diretos e indiretos. Conclui-se que essas tecnologias são ferramentas estratégicas para promover eficiência, sustentabilidade e avanços no setor de transportes, possibilitando diferentes análises de variáveis que impactam nos custos, sempre baseando-se no contexto real e em resultados aplicáveis.

Figura 1. Peso das Variáveis



Fonte: O Autor, 2024

Tabela 1. Comparação entre os cenários

Parâmetros	Cenário Atual	Cenário 1	Cenário Proposto
Caminhões Utilizados	2	4	2
Salário por Motorista (R$)	6.500,00	6.500,00	6.500,00
Custo Total com Motoristas (R$)	R$ 13.000,00	R$ 26.000,00	R$ 13.000,00
Peso Médio (toneladas)	32,59	16,5	32,59
Velocidade Média (km/h)	54	68	60
Consumo Médio (km/l)	2,961	3,977	3,134
Litros Consumidos no Mês	10.660	15.874	10.075
Preço do Diesel (R$/litro)	R$ 5,94	R$ 5,94	R$ 5,94
Custo com Combustível Mensal (R$)	R$ 63.322	R$ 94.290	R$ 59.853
Custo Operacional Total Mensal (R$)	R$ 76.322	R$ 120.290	R$ 72.853
Custo Operacional Total Anual (R$)	R$ 915.863	R$ 1.443.483	R$ 874.240

VI. Referências

DOMINGOS, P. The master algorithm: how the quest for the ultimate learning machine will remake our world. New York: Basic Books, 2015.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. Deep learning. Cambridge: MIT Press, 2016.

MAYER-SCHÖNBERGER, V.; CUKIER, K. Big data: a revolution that will transform how we live, work, and think. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2013.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. Artificial intelligence: a modern approach. 4. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2021.

DHAR, V. Data science and prediction. Communications of the ACM, v. 57, n. 12, p. 64-73, 2014.

Estudo de Caso da Implementação do *SCRUM* e Ferramentas do *Design Thinking* para o Desenvolvimento de um Produto Digital

Daniel Braga Pereira Bonfim, Felipe da Silva Ferreira, Lucas Brugugnoli Dias Ferreira, Tiago Pegoraro dos Santos
Engenharia de Produção
danielbragaa22@gmail.com, fefelipe_ferreira@hotmail.com, luskadiasferreira@gmail.com, tiagopegoraro10@hotmail.com

Orientador: Fabio Guedes Correia
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
fabioguedes@fei.edu.br

Resumo: O estudo analisou a aplicação das metodologias *Scrum* e ferramentas de *Design Thinking* no desenvolvimento do "Tele Prêmios da Sorte", um título de capitalização filantrópico. O objetivo foi analisar como essas metodologias contribuíram para a criação do produto e os benefícios observados no processo. Por meio de revisão bibliográfica, análise documental e entrevistas, identificou-se que a combinação dessas abordagens reduziu o tempo de entrega, aumentou a satisfação dos stakeholders e melhorou a experiência do usuário. A conclusão destaca a relevância dessas metodologias para projetos digitais, promovendo agilidade, eficiência e foco no usuário.

Palavras-chave: *Scrum*, *Design Thinking*, Desenvolvimento, Estudo.

I. Introdução

Os títulos de capitalização têm desempenhado um papel significativo no setor financeiro brasileiro desde que foram introduzidos em 1929 pela Sul América Capitalização S.A., conforme estabelecido pelo Decreto nº 18.891/1929). Originalmente desenvolvidos como uma maneira de estimular a economia popular através da combinação de estabilidade financeira com sorteios periódicos, ao longo dos anos esses produtos passaram por adaptações relevantes para atender às demandas do mercado e do público em geral. A estabilização econômica proporcionada pelo Plano Real em 1994 e os avanços tecnológicos recentes impulsionaram o progresso do setor de capitalização no Brasil, tornando os títulos mais acessíveis e atrativos por meio das plataformas digitais disponíveis [1](Melo & Franklin Jr., 2012; Nepomuceno 2008).

Na realidade atual da transformação digital em que vivemos hoje em dia as empresas de capitalização têm implementado métodos modernos para criar produtos que atendam melhor às necessidades dos clientes. Duas dessas técnicas que se destacam são o *Scrum* e o *Design Thinking*, eles trouxeram agilidade e criatividade ao processo de desenvolvimento de produtos. O *Scrum* tornou a gestão ágil mais fácil através de iterações curtas (conhecidas como *sprints*), assegurando entregas rápidas e ajustes contínuos durante a fase de desenvolvimento [2](Schwaber & Sutherland, 2020). O *Design Thinking* destacou a importância da empatia e da colaboração mútua para criar soluções que atendam às necessidades reais do público-alvo [3](Brown 2008).

Este estudo investigou a aplicação da combinação entre o *Scrum* e as técnicas de *Design Thinking* no desenvolvimento de um produto digital destinado ao setor de títulos de capitalização do mercado financeiro. Foram examinados os pontos positivos dessas abordagens na atualização dos procedimentos operacionais e os obstáculos encontrados ao buscar por ideias novas em uma indústria clássica que está em contínua evolução.

II. Objetivo

A. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é:

Estudar o projeto de um título de capitalização de filantropia premiada por meio de metodologias como *Scrum* e ferramentas do *Design Thinking*.

B. Objetivos específicos

Derivam-se do objetivo geral, os seguintes objetivos específicos:

a) Analisar como foram identificadas as necessidades e expectativas dos usuários finais, afim de melhorar o uso do cliente final;

b) Avaliação da contribuição do *Scrum* para a eficiência do projeto, desenvolvimento e satisfação dos *stakeholders*;

c) Avaliação da contribuição das ferramentas do *Design Thinking* para a eficiência do projeto, desenvolvimento e satisfação dos *stakeholders*;

d) Coletar as informações relevantes do desenvolvimento do produto dos gestores que trabalharam no projeto.

III. Metodologia

Na metodologia foi explorado os impactos das metodologias *Scrum* e ferramentas do *Design Thinking* no desenvolvimento de um título de capitalização 100% digital. A pesquisa foi qualitativa, com base em análise documental e entrevistas semiestruturadas realizadas com profissionais envolvidos no projeto, como *Product Manager*, *Business Analyst* e *UX/UI Designers*. Foram analisados documentos e apresentações, além de realizadas entrevistas que abordaram percepções sobre as metodologias aplicadas, os desafios enfrentados e os resultados obtidos.

O produto, denominado "Tele Prêmios da Sorte", foi desenvolvido para diversificar as receitas da empresa, unindo funcionalidades digitais a uma experiência centrada no cliente. O projeto começou com o levantamento de personas, análise de *benchmarking* e definição das principais etapas da jornada do cliente. Ferramentas como Matriz CSD e Matriz Impacto x Esforço ajudaram a priorizar as ações, enquanto o *Customer Journey Map* identificou as etapas mais relevantes para a experiência do usuário. Na fase de ideação, protótipos de fluxos de cadastro e compra foram criados e testados, utilizando a ferramenta Maze. Após análise, foi escolhido o fluxo "Cadastro Pós-Compra", que apresentou maior eficácia e satisfação dos usuários.

Para o desenvolvimento do produto, foi utilizada a metodologia *Scrum*, escolhida devido à experiência da equipe e ao escopo fechado do projeto. O *backlog* foi criado no Jira e as *sprints* de 15 dias organizaram o trabalho, enquanto quadros de *Discovery* e *Delivery* garantiram a gestão eficiente das tarefas, desde o refinamento técnico até a entrega final. Eventos como *plannings*, *dailys* e *reviews* promoveram alinhamento entre as equipes e melhoria contínua no processo.

IV. Discussão e Resultados

Nesta seção são examinados os efeitos da adoção das técnicas *Scrum* e *Design Thinking* no progresso de um produto digital, ressaltando como essas metodologias auxiliaram na excelência do projeto, direcionamento do usuário e benefícios da organização. A avaliação foi realizada de forma qualitativa por meio de entrevistas e análise documental para confirmar interpretações e conclusões.

O uso das técnicas do *Design Thinking* como a criação de personas, mapas da jornada do cliente e a construção de protótipos de forma iterativa foram fundamentais para alinhar o produto com as necessidades dos usuários. Isso possibilitou ajustes contínuos e a criação de soluções focadas no cliente. Por outro lado, o método *Scrum* organizou o trabalho em *Sprints* para permitir entregas incrementais e promover maior transparência e colaboração entre equipes. Essas práticas garantiram eficiência no desenvolvimento ao possibilitar adaptações em tempo real.

Essas abordagens combinadas trouxeram vantagens importantes para a empresa, como redução nos prazos de entrega, melhorias na experiência do usuário final e elevação da percepção de valor do produto.

V. Conclusões

Os benefícios da combinação das práticas de *Scrum* e *Design Thinking* no processo de criação de produtos digitais são evidentes em termos de eficiência aprimorada e melhor adequação às exigências dos usuários finais para melhorar a qualidade do produto final resultante dessa integração bem-sucedida entre as metodologias ágeis e centradas no usuário.

O estudo ajudou a mostrar como essas estratégias são eficientes no campo analisado e forneceu dicas úteis para empresas que desejam implementar métodos ágeis e criativos mais modernos. No entanto, as restrições, como examinar apenas um setor e ter uma amostra pequena, limitam a aplicabilidade geral dos resultados.

Sugere-se que estudos futuros investiguem a utilização dessas técnicas em diferentes situações e explorem novas combinações de recursos para analisar como as metodologias ágeis afetam a cultura empresarial. Essas pesquisas podem também considerar a integração de tecnologias avançadas como inteligência artificial para otimizar a eficiência e a originalidade no processo de criação de produtos.

VI. Referências

[1] MELO, E. F. L.; FRANKLIN JR., S. L.; NEVES, C. da R. Mensuração do risco de sorteio em títulos de capitalização. Revista Brasileira de Finanças, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 197-213, 2012.

[2] SCHWABER, Ken; SUTHERLAND, Jeff. O guia do Scrum: o guia definitivo para o Scrum: as regras do jogo. 1. ed. [s.l.]: [s.n.], 2020.

[3] BROWN, Tim. Design Thinking. Harvard Business Review, 2008.

Implantação do Controle Estatístico do Processo (CEP) em Linhas de Produção: Uma Análise de Benefícios e Impactos

Diego Sousa de Abreu, Gustavo Menna Barreto Prevedel, João Vitor Flores Bussi
Engenharia de Produção.
diegoabreu@outlook.com, gustavoprevedel@gmail.com, jvjfjb@gmail.com

André Luiz Teixeira
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
andre.teixeira@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho propõe um plano de gerenciamento da qualidade em uma linha de produção automotiva, utilizando o Controle Estatístico de Processo (CEP) para identificar e monitorar falhas recorrentes em diferentes modelos de veículos. Com base em dados coletados no posto de inspeção da linha de produção e integrados ao CEP, foi possível identificar uma falha principal comum a todos os modelos, permitindo uma abordagem unificada de análise. A pesquisa destaca a importância de monitorar falhas específicas para melhorar a qualidade e direcionar ações corretivas efetivas. Os resultados mostram que o uso do CEP promove uma visão ampla e melhora o fluxo de informações para a gestão. Apesar das limitações, como o tempo restrito de estudo e a falta de dados sobre projetos internos de melhoria, o trabalho reforça a necessidade de expandir a pesquisa com um período maior de coleta de dados e tecnologias adicionais. Contribui, assim, para estratégias práticas e robustas de controle de qualidade.

Palavras-chave: CEP, Automotiva, Qualidade.

I. Introdução

Este trabalho aborda a aplicação do Controle Estatístico de Processos (CEP) como ferramenta central para a melhoria da qualidade na indústria automotiva.

Inspirado na visão de Ferruccio Lamborghini de idealizar e construir o "carro ideal", o estudo conecta conceitos históricos e teóricos de qualidade, como as contribuições de Taylor, Ford, Shewhart e o modelo enxuto da Toyota, ao contexto atual da produção automotiva no Brasil, marcado por um ciclo histórico de investimentos e inovação.

A pesquisa define três áreas principais de atuação: gestão de sistemas de qualidade , confiabilidade de processos e produtos, e a competência da Engenharia de Produção na Engenharia da Qualidade.

Essas áreas sustentam a análise sobre a evolução do conceito de qualidade, desde as inspeções iniciais até os modernos sistemas integrados de controle, com ênfase no CEP como ferramenta para monitorar, avaliar e reduzir a variabilidade dos processos produtivos.

Com base em uma abordagem de pesquisa-ação, o trabalho propõe aprofundar e analisar dados em uma linha de produção automotiva para identificar padrões e analisar ações corretivas.

Os resultados esperados incluem maior estabilidade nos processos, redução de produtos não conformes, e aumento da confiabilidade e eficiência, proporcionando benefícios significativos tanto para a economia quanto para o setor industrial. Assim, este trabalho reforça a relevância do CEP e da Engenharia de Produção para atender às demandas de qualidade e competitividade no cenário global.

II. Objetivo

Este trabalho visa aplicar o Controle Estatístico de Processo (CEP) para abordar o principal defeito identificado em uma linha de montagem automotiva.

Por meio de uma pesquisa-ação no posto de inspeção, foram coletados dados do processo produtivo, analisados com gráficos de controle e medidas estatísticas.

O trabalho investigou o comportamento do defeito ao longo do tempo e compreendeu a dinâmica do processo. Com o uso das ferramentas do CEP, foi possível identificar oportunidades de melhoria para aumentar a eficiência.

III. Metodologia

Este trabalho aplica o Controle Estatístico de Processo (CEP) à inspeção final de uma linha de produção automotiva na região metropolitana de São Paulo, com o objetivo de melhorar a qualidade e eficiência.

A pesquisa foca em identificar e analisar falhas durante a inspeção final, etapa essencial que abrange

testes mecânicos, elétricos e de desempenho, como alinhamento de direção, eficiência do motor e componentes eletrônicos e sistema pneumático.

A recolha de dados utiliza registos internos da empresa, transferidos para o Excel para análise estatística com o auxílio da carta de controle U e visualização dos gráficos gerados a partir da análise.

A metodologia inclui o uso de cartas de controle para avaliar a variabilidade e identificar os principais defeitos de qualidade, buscando reduzir o impacto nos tempos de retrabalho.

Com uma abordagem combinada, a pesquisa integra métodos quantitativos e qualitativos: análise estatística dos dados numéricos e interpretações práticas das necessidades operacionais.

Baseado nas teorias do CEP e referências como Shewhart, o estudo adapta ferramentas à realidade fabril, permitindo uma avaliação específica da produção e propondo melhorias replicáveis na indústria automotiva.

IV. Resultados

A Carta U foi escolhida como representante dos cálculos porque os dados analisados se referem a defeitos por unidade com valores discretos.

Após identificar que os dados se referem a defeitos por unidade, foi construída a carta com uma média central de 0,3909 e limites superiores (0,56) e inferiores (0,22), seguindo a norma ISO 8258.

Durante a análise, constatou-se que uma grande quantidade de defeitos foi influenciada pela falta de treinamento e pelas insuficiências de pessoal na inspeção de qualidade, gerando inconsistências nos critérios avaliativos.

Foram adotadas medidas corretivas, incluindo redistribuição estratégica de pessoal e um programa de treinamento para alinhamento com os padrões de qualidade.

A média de defeitos caiu de 50 para 34 e o desvio padrão de 19 para 9. No entanto, o processo ainda apresentou tendências que violaram algumas regras de controle , diminuíram variações fora do esperado.

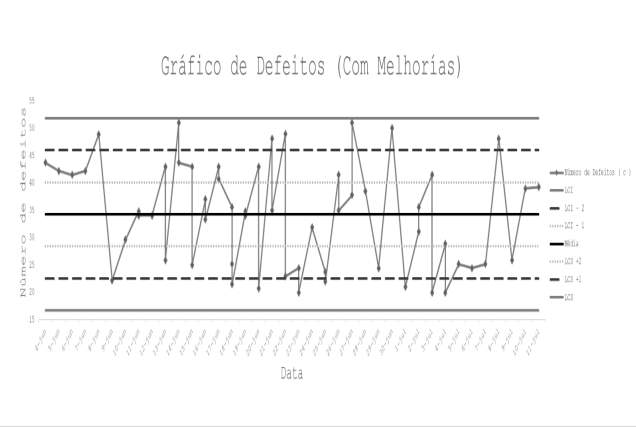


Figura 1. Gráfico de Defeitos (Com melhorias)

Apesar da redução nos defeitos, a análise revelou períodos críticos com tendência crescente e decrescente de pontos consecutivos, apontando causas especiais. Investigações adicionais foram recomendadas para alcançar um controle estatístico completo.

V. Conclusão

A Carta U foi escolhida como ferramenta estatística para monitorar defeitos por unidade, devido à sua capacidade de análise de variações por subgrupos.

$$u = \frac{c}{n} \tag{1}$$

$$\bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n} \tag{2}$$

$$LSC_u = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \tag{3}$$

$$LSC_u = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \tag{4}$$

A aplicação evidenciou que o processo estava fora de controle estatístico, em conformidade com as regras da norma ISO 8258, diminuindo a necessidade de ajustes.

No entanto, surgiram desafios, como dificuldades na organização de dados históricos, resistência de revisores, alta rotatividade de mão de obra e perda de informações.

Apesar das adversidades, o estudo demonstrou a relevância do CEP como ferramenta atemporal, útil para identificar variações, orientar ações corretivas e buscar melhorias contínuas.

Além disso, a experiência revelou a importância da integração entre teoria e prática, com foco na colaboração entre equipes e planejamento estratégico.

Conclui-se que o CEP é indispensável para alcançar a estabilidade e a melhoria dos processos, reforçando uma visão de que olhar para o passado enriquece a construção do futuro.

VI. Referências

[1] SIQUEIRA, Luiz. **CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO: EQUIPE GRIFO**. São Paulo: LUMMI Produção Visual e Assessoria Ltda. [*S. l.*: *s. n.*], 1997

[2] SHEWHART, Walter. **Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control**. New York: Dover Publications Inc, 1986.

Supply Chain Network Design: Um Estudo de Caso

Emilly Silva de Oliveira, João Victor Oliveira Mazza, Lucas Santos Moraes, Lucca Vassoler Corradini, Vinicius de Marchi Franciscon
Engenharia de Produção
emmoliveira_@hotmail.com,j.victoroliveira89@hotmail.com,lsmoraes1903@gmail.com, lucca.vassoler@gmail.com, vinicius_demarchi@outlook.com

Orientador: Mauro Sampaio
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
msampaio@fei.edu.br

Resumo: Este estudo investiga a otimização de redes de suprimentos, com ênfase no *Network Design* para reduzir custos e melhorar a eficiência logística. Utilizando dados da empresa e o software Supply Chain Guru X, a pesquisa compara o modelo atual com cenários hipotéticos, propondo melhorias. A análise abrange a modelagem de rede logística, identificação de gargalos e ajustes, focando na localização de HUBs, fluxos de transporte e alocação de recursos. O estudo conclui que aumentar a capacidade do HUB e adicionar um novo AG em Recife melhora a eficiência no Nordeste, reduz custos e aprimora o atendimento ao cliente. A pesquisa contribui para a prática e academia, ressaltando a importância da modelagem na tomada de decisões estratégicas.

Palavras-chave: Otimização, *Network Design*, Eficiência logística, Supply Chain Guru X, Custos operacionais.

I. Introdução

A empresa é uma multinacional líder no setor de consumo, com mais de 100 anos de operação e forte presença global, comprometida com a sustentabilidade e inovação, mas opta por manter o anonimato. Este estudo visa otimizar redes de suprimentos usando **Network Design** para reduzir custos e melhorar a eficiência logística. Utilizando o software **Supply Chain Guru X (SCG)**, a pesquisa analisa o modelo atual da empresa e propõe cenários para ajustar a localização e capacidade de seus Armazéns Gerais (AGs) e HUBs, sem mudanças físicas, a fim de melhorar a operação e manter o nível de serviço. O estudo foi motivado pela perspectiva de aumento da demanda e pela capacidade saturada do HUB, destacando a necessidade de ajustes na rede logística para garantir eficiência e sustentabilidade a longo prazo.

II. Referencial Teórico

Este estudo aborda a otimização de redes logísticas, com base em conceitos de **Network Design**, destacando a importância de configurar redes de suprimentos de maneira eficiente para melhorar a competitividade. Autores como **Bowersox et al. (2013)** e **Chopra (2001)** discutem como a integração de tecnologias, como **APS**, **TMS** e **WMS**, é essencial para o planejamento e controle das operações logísticas. A utilização de ferramentas como **Supply Chain Guru X** e algoritmos de otimização permite a modelagem e simulação de cenários logísticos, ajudando as empresas a alcançar a melhor configuração para suas redes. A metodologia incluiu modelagem e simulação, com coleta de dados através de entrevistas, análise de documentos e dados operacionais, proporcionando soluções otimizadas e recomendações práticas para melhorar os processos logísticos da empresa analisada.

III. Resultados e Discussões

A empresa opera com uma fábrica, um HUB, quatro Armazéns Gerais (AGs) e 32 pontos de *cross-docking* (CX). Os fluxos seguem uma ordem específica, onde o *cross-docking* em estados com AG é abastecido pelo HUB, AGs e CX, enquanto CX sem AGs são abastecidos diretamente pelo HUB. Para resolver o problema da empresa, é necessário aumentar a capacidade do HUB em 30%, considerando também um aumento de 15% na demanda total.

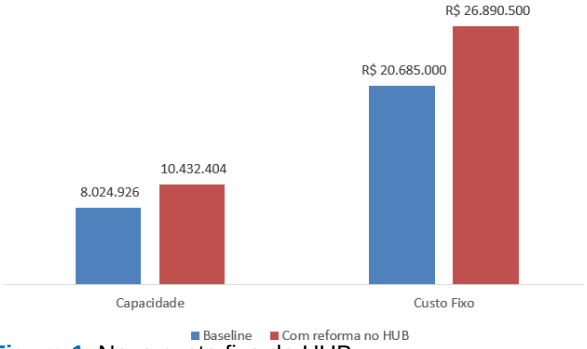


Figura 1. Novo custo fixo do HUB

Com a perspectiva de aumento da demanda, foi realizada uma análise de **Greenfield**, e o software sugeriu a criação de um novo AG em Recife, com o objetivo de aumentar o nível de serviço da empresa e atender clientes importantes na região. Com a implementação do novo AG, foi necessário ajustar as rotas para o novo cenário, permitindo que os AGs sejam utilizados para realizar entregas em CXs de outros estados da mesma região geográfica.

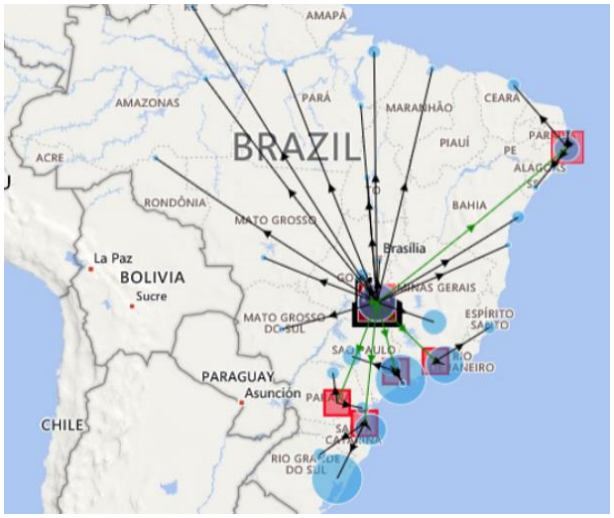


Figura 2. Resultados – Cenário I

Com esse cenário, o lucro aumentou em 17,39%, considerando um crescimento de 15% na demanda. No entanto, é importante destacar que o aumento do lucro não foi inteiramente proporcional ao aumento da demanda, uma vez que houve uma redução significativa no custo por demanda, o que contribuiu para a melhoria nos resultados.

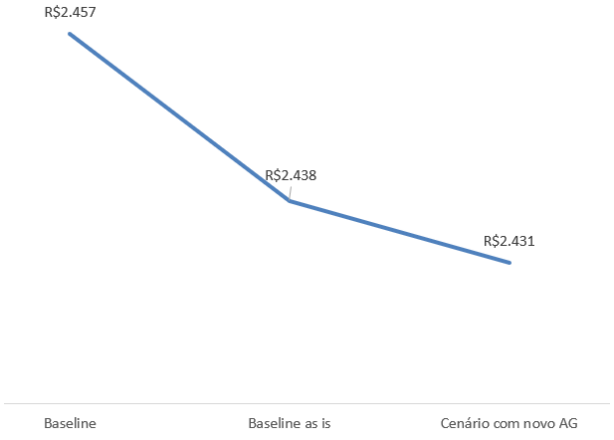


Figura 3. Queda do custo por demanda

Além do ganho financeiro e da redução de custo por demanda, a criação do novo AG impactou positivamente o nível de serviço, especialmente para os clientes do Nordeste. AG em Recife também beneficiou os clientes do Sul, que passaram a ser atendidos mais rapidamente pelo AG de Santa Catarina, em vez de diretamente pelo HUB.

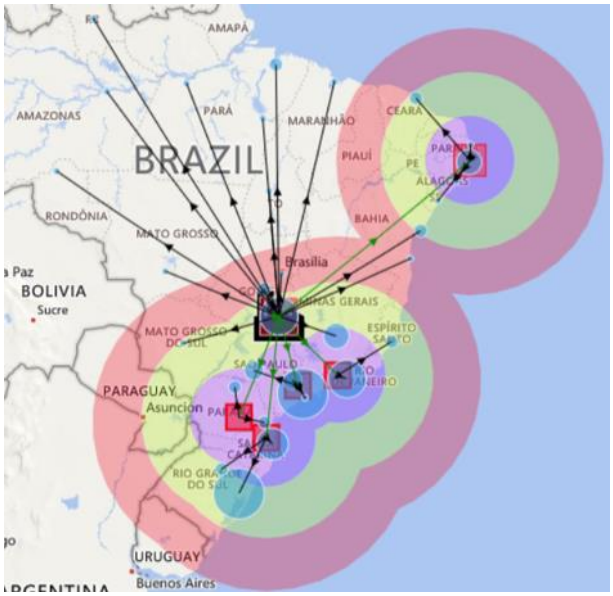


Figura 4. Nível de serviço – Cenário I

IV. Conclusões

Este estudo visa otimizar a rede logística de uma empresa brasileira, propondo ajustes na localização e capacidade de seus HUBs e AGs para reduzir custos e melhorar o serviço. Utilizando o software **Supply Chain Guru X**, foram testados cenários hipotéticos que mostraram que aumentar a capacidade do HUB e adicionar um novo AG em Recife melhora a flexibilidade e reduz custos, especialmente no Nordeste. A pesquisa oferece uma solução prática para a empresa, contribui academicamente ao aplicar técnicas de **Network Design** e destaca a importância do **Supply Chain Guru X**. No entanto, limita-se aos dados fornecidos pela empresa e à falta de informações sobre infraestrutura local e variáveis ambientais. Para futuros estudos, sugere-se a análise de novos cenários, sustentabilidade e realocação de AGs nas regiões Norte e Nordeste.

V. Referências

[1] Bowersox, D.J., Closs, D.J., e Cooper, M.B. (2013) - Referentes à gestão logística e cadeia de suprimentos.
[2] Chopra, S. (2001) - Focado no design de redes de distribuição em cadeias de suprimentos.
[3] Crainic, T.G. e Hewitt, M. (2021) - Trabalhos sobre o design de redes logísticas aplicadas ao transporte e logística.

VI. Agradecimentos

Agradecemos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, cujo apoio foi fundamental para o sucesso desta pesquisa.

PF do Bem: Logística de Doação de Sobras Limpas de Restaurantes para Comunidades Carentes

Francesco dos Reis, Lara Micarelli Domingos, Lucas Grigorine Simões
Engenharia de Produção
francescoreis00@gmail.com, laramicarelli@gmail.com, lucasgrisimoes@gmail.com

Orientador: Nathalia Zambuzi
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
nczambuzi@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho apresenta um estudo logístico para otimizar a distribuição de sobras limpas de alimentos de restaurantes para comunidades vulneráveis, com base nos pilares da sustentabilidade: econômico, social e ambiental. Utilizando o software Supply Chain Guru, identificou-se o cenário ideal de 12 entregas mensais, permitindo distribuir 27.312 quilos de alimentos, equivalentes a 68.620 marmitas, com um investimento de R$ 48.689,00 e emissões de 0,39 toneladas de CO_2e. O trabalho fornece um modelo replicável para outras organizações, orienta sobre os benefícios legais e sociais da doação de alimentos, e oferece ferramentas para ajustes regionais e expansão do projeto, maximizando seu impacto econômico, ambiental e social.

Palavras-chave: Logística humanitária, insegurança alimentar, roteirização, desperdício de alimentos, sobras limpas, doação de alimentos.

I. Introdução

A fome e a insegurança alimentar no Brasil permanecem como desafios significativos, agravados pela desigualdade social e pela alta taxa de desperdício de alimentos ao longo da cadeia produtiva. Estima-se que cerca de 33 milhões de brasileiros enfrentem a fome diariamente, enquanto toneladas de alimentos são descartadas sem aproveitamento. Diante desse cenário, iniciativas como o projeto PF do Bem, da ONG GoodTruck Brasil, emergem como alternativas para mitigar esse problema. Este trabalho propõe um modelo logístico para a redistribuição de sobras limpas de restaurantes para comunidades vulneráveis, abordando a questão sob os aspectos sociais, econômicos e ambientais.

II. Objetivos

Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um modelo logístico para a distribuição eficiente de sobras limpas de alimentos, provenientes de restaurantes da região de São Paulo, para comunidades em situação de vulnerabilidade social. As sobras limpas são alimentos preparados que, embora não consumidos, permanecem em condições adequadas para reaproveitamento, desde que armazenados e manuseados corretamente. O modelo busca otimizar o processo de coleta e entrega desses alimentos, ao mesmo tempo que visa analisar diferentes estratégias logísticas, observando aspectos sociais, econômicos e ambientais.

Para alcançar esse objetivo, os seguintes pontos foram abordados: 1) Definir diretrizes para a doação de sobras limpas, considerando legalidade, benefícios sociais, econômicos e ambientais, e orientações para a implementação de um processo eficiente de doação; 2) Identificar potenciais restaurantes e comunidades para o projeto; 3) Selecionar os veículos e embalagens mais apropriados para garantir a coleta e entrega seguras; 4) Utilizar o software Supply Chain Guru para determinar a melhor rota de distribuição, avaliando cenários baseados nos três pilares da sustentabilidade: social, econômico e ambiental.

III. Metodologia

Este estudo adota uma pesquisa aplicada, com o objetivo de solucionar o problema do desperdício de alimentos por parte dos restaurantes. A abordagem é de campo, realizando uma imersão nas práticas reais de manuseio e distribuição de sobras de alimentos em restaurantes de São Paulo, desde a coleta até a entrega nas comunidades vulneráveis.

A pesquisa combina métodos quantitativos e qualitativos, permitindo a análise tanto de dados como o volume de alimentos e distâncias percorridas, quanto das

necessidades das comunidades e desafios logísticos. O foco principal é exploratório, buscando compreender o cenário atual da distribuição de alimentos e propor um modelo logístico que minimize o desperdício e promova a segurança alimentar.

A pesquisa tem uma abordagem transversal, capturando um panorama instantâneo das práticas e condições logísticas envolvidas. Para isso, foi utilizado o método de modelagem computacional, com o desenvolvimento de modelos para avaliar diferentes cenários logísticos e identificar a rota mais eficiente para a distribuição.

A coleta de dados incluiu entrevistas com proprietários de restaurantes, coordenadores de projetos e líderes de associações comunitárias para explorar os desafios enfrentados na logística de distribuição, além de análise documental e observação *in loco* para fornecer informações sobre o funcionamento do projeto, e revisão de literatura para ajudar a entender o contexto do desperdício de alimentos em restaurantes.

IV. Inspirações

Foram vivenciadas duas experiências fundamentais para compreender os cenários que influenciaram o desenvolvimento do projeto. A primeira ocorreu na comunidade Nova Dorotéia, em parceria com a ONG GoodTruck, onde foi possível vivenciar de perto os desafios da insegurança alimentar e perceber a importância de iniciativas como o PF do Bem para a comunidade.

A segunda visita foi à ONG Refood em Portugal, na qual a atuação é semelhante à proposta do projeto. A conversa com o fundador e o entendimento da operação local proporcionaram insights valiosos sobre como adaptar práticas bem-sucedidas à realidade brasileira, considerando as diferenças no contexto social e as restrições regulatórias, como as da ANVISA.

V. Resultados

Foram criados dois tipos de rotas, as rotas dedicadas, que atendiam apenas uma comunidade e serviram para entender o comportamento dos veículos utilizados, e as rotas compartilhadas, atendendo mais de uma comunidade se possível.

As rotas dedicadas nos mostraram como algumas restrições dos veículos, como a autonomia da bateria do veículo elétrico TukTuk, impossibilitam a realização de entregas em algumas comunidades.

Já com as rotas compartilhadas, foi analisado dois tipos de cenários, um realizando 1 entrega por semana e outro realizando 3 entregas por semana, com o intuito de entender através dos pilares da sustentabilidade, qual era o melhor.

Os resultados se encontram na Tabela 1.

Tabela1. Comparação dos cenários propostos.

Pilar	Indicador	4 entregas/mês	12 entregas/mês
Social	Sobras Limpas Recuperadas	9.104 kg	27.312 kg
	Marmitas Doadas	22.760	68.280
Econômico	Custo Total	R$ 17.415,60	R$ 48.689,00
	Custo por Marmita	R$ 0,76	R$ 0,71
Ambiental	Impacto (CO_2e)	0,15t CO_2e	0,39t CO_2e
	Impacto por Marmita	6,6g CO_2e	5,7g CO_2e

VI. Conclusões

A entrega de sobras limpas no Brasil enfrenta desafios complexos, exigindo conformidade com padrões da ANVISA e soluções práticas para combater a insegurança alimentar. Com base na Lei nº 14.016 e diretrizes da ANVISA, foi criado um modelo logístico para o projeto PF do Bem, envolvendo parcerias estratégicas, veículos adequados e embalagens que garantem a integridade dos alimentos. A análise mostrou que o cenário de 12 entregas mensais é o ideal, permitindo a distribuição de 27.312 quilos de alimentos equivalentes a 68.620 marmitas, com investimento de R$ 48.689,00 e emissões de 0,39 toneladas de CO_2e. O estudo reforça também a importância da frequência de entregas semanais para maior impacto social e apresenta diretrizes replicáveis para ONGs e restaurantes, promovendo a segurança alimentar sob a ótica dos três pilares da sustentabilidade: social, econômico e ambiental.

VII. Referências

[1] BALLU, Ronald H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

[2] GOODTRUCK. Levando comida de onde SOBRA para onde FALTA, 2024.

Logística Reversa de Aros Metálicos

Giovanni Breda Marvão, Pedro Henrique Alves Abílio
Engenharia de Produção
giovannibrm@gmail.com, pedroabilio1901@gmail.com

Orientador: Nathalia de Castro Zambuzi
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
nczambuzi@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho analisa a aplicação da logística reversa para a reutilização de aros metálicos em pneus superelásticos de empilhadeiras, uma abordagem alinhada aos princípios da economia circular. Baseando-se nas diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a logística reversa é apresentada como uma estratégia para prolongar aproveitar os componentes até o fim de sua vida útil, minimizando o consumo de novos insumos e atendendendo às demandas ambientais. Utilizando modelagem no software *Supply Chain Guru*, a pesquisa explora a teoria e prática da logística reversa no setor industrial, promovendo uma visão integrada de práticas susteintáveis e eficiência operacional.

Palavras-chave: Logística reversa, economia circular, aros metálicos, pneus superelásticos, otimização logística.

I. Introdução

Este trabalho aborda a otimização da logística entre uma rede de supermercados atacadista (Cliente) e seu fornecedor de pneus e aros metálicos, buscando soluções para reduzir custos e alinhar as operações às diretrizes ambientais. Atualmente, o Cliente utiliza pneus superelásticos fixados em aros metálicos, descartando-os após o uso, exceto no centro de distribuição, onde ocorre a reutilização dos aros por meio de logística reversa. Essa prática, limitada, leva a custos elevados e possíveis descartes inadequados nas demais unidades.

A proposta deste estudo é integrar a logística reversa em toda a operação, reaproveitando os aros metálicos até o fim de sua vida útil, reduzindo a necessidade de novas aquisições. Por meio de modelagens no *software Supply Chain Guru*, foram analisados cenários para avaliar a viabilidade econômica e ambiental dessa abordagem. A pesquisa está alinhada aos princípios da economia circular e à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), promovendo uma solução sustentável e economicamente vantajosa.

II. Objetivos

O objetivo deste trabalho foi propor uma malha logística que incorporasse fluxos de logística reversa para reutilização de aros metálicos em pneus superelásticos, buscando reduzir os custos totais de manutenção das empilhadeiras de uma rede de supermercados atacadista e promover práticas alinhadas à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

III. Metodologia

A pesquisa foi conduzida com base em modelagens no *software Supply Chain Guru*, utilizando dados fornecidos pelo cliente e seu fornecedor. Foram analisados três cenários logísticos: a malha atual (*baseline*), uma configuração com mais pontos de fornecimento, e um modelo com logística reversa em toda a rede. Os custos de aquisição, transporte e descarte foram comparados para avaliar os impactos econômicos e ambientais de cada cenário.

IV. Resultados

Os resultados demonstraram que a reutilização dos aros metálicos por meio da logística reversa possibilita uma redução nos custos operacionais em comparação à malha logística atual. Além disso, essa prática contribui para alinhar as operações do cliente às exigências e diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), promovendo maior conformidade ambiental ao realizar o descarte com destinação responsável.

A inclusão de novos pontos de fornecimento na rede logística mostrou-se eficiente para descentralizar as operações, reduzindo os custos de transporte e melhorando os tempos de atendimento. Além disso na malha logística proposta no Cenário 2 a vida útil dos aros metálicos é utilizada na sua totalidade.

V. Figuras e tabelas

A. Figuras

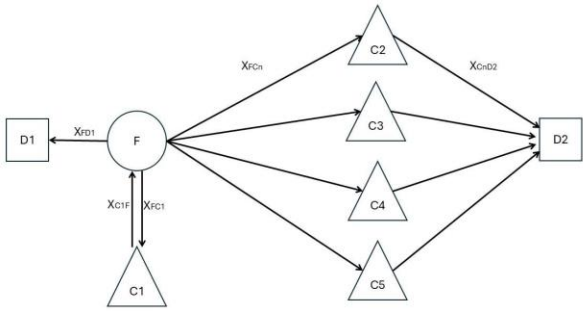


Figura 1. Malha de transporte utilizada no *baseline*.

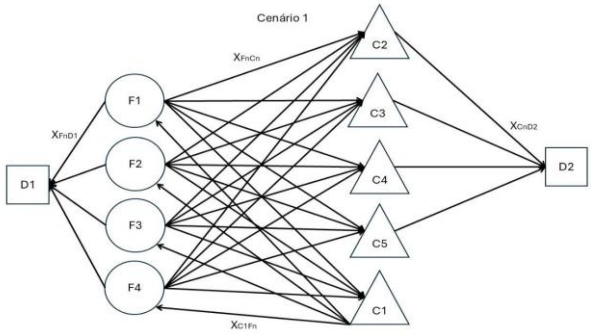


Figura 2. Malha de transporte proposta para o Cenário 1.

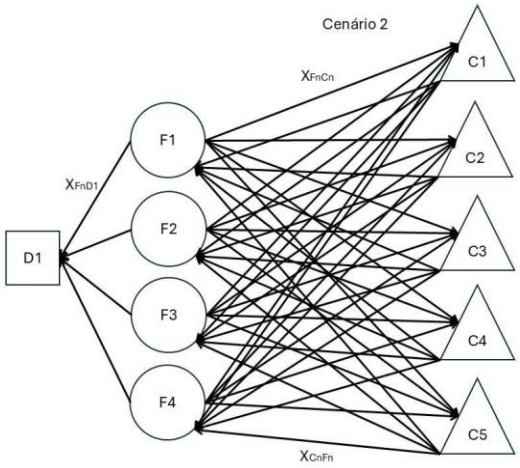


Figura 3. Malha de transporte proposta para o Cenário 2

B. Tabelas

Tabela 1. Comparação dos custos de transporte

Cenário	Custo Transporte
Baseline	R$ 92.112
Cenário 1	R$ 35.809
Cenário 2	R$ 65.362

Tabela 2. Comparação dos custos de Aquicição

Cenário	Custo Aquisição
Baseline	R$ 1.944.194
Cenário 1	R$ 1.944.194
Cenário 2	R$ 1.959.201

Tabela 3. Comparação dos custos totais

Cenário	Custo Total
Baseline	R$ 2.036.307
Cenário 1	R$ 1.980.003
Cenário 2	R$ 2.020.745

VI. Conclusões

A pesquisa mostrou que a implementação da logística reversa para reutilização de aros metálicos em pneus superelásticos pode reduzir custos de manutenção e transporte, além de contribuir para práticas alinhadas à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A proposta também promove a destinação adequada dos resíduos e o uso prolongado dos aros metálicos.

VII. Referências

[1] M. F. Aguiar and D. Jugend, "Práticas e ferramentas da economia circular aplicadas ao desenvolvimento de produtos: um panorama nos países emergentes," VIII Encontro de Sustentabilidade em Projeto (ENSUS), Palhoça, UNISUL, 2020.

[2] R. C. de Araújo and M. E. C. Macêdo, "Logística Reversa: conceitos, relevância e comportamento sustentável."

[3] N. M. P. Bocken et al., "Taking the Circularity to the Next Level: A Special Issue on the Circular Economy," Journal of Industrial Ecology, v. 21, 2017.

[4] A. A. de Oliveira, "A logística reversa no processo de revalorização dos bens manufaturados," REA-Revista Eletrônica de Administração, v. 4, n. 2, 2011.

[5] M. Geissdoerfer et al., "The Circular Economy – A New Sustainability Paradigm?" Journal of Cleaner Production, v. 143, 2017.

[6] P. Ghisellini, C. Cialani, and S. Ulgiati, "A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems," Journal of Cleaner Production, v. 114, 2016, pp. 11-32.

[7] F. S. Hillier and G. J. Lieberman, Introdução à Pesquisa Operacional, 9. ed. McGraw Hill, 2013.

[8] P. R. Leite, Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002.

[9] C. F. Mueller, "Logística Reversa: meio ambiente e produtividade," Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

[10] B. L. C. Peixoto et al., "A logística reversa no Brasil: responsabilidade ambiental e a perspectiva econômica."

[11] H. A. Taha, Pesquisa Operacional: Uma Visão Geral, 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

[12] V. Thorstensen and A. P. Faria, "A OCDE e a economia circular," Fundação Getúlio Vargas, 2021.

Impacto das Fraudes Contábeis de uma Empresa Explicado por Meio do Seu Valuation

Gustavo Eloy Teixeira, Luiz Eduardo Da Costa Carvalho, Vinicius Kadluba Praça
Engenharia de Produção
uniegustteixeira@fei.edu.br
unielcarvalho@fei.edu.br
unievpraca@fei.edu.br

Orientador: Profa. Dra. Fernanda Vianna
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
fernanda.vianna@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho examina os efeitos das fraudes contábeis na avaliação de empresas, tomando como base o caso da IRB Brasil Resseguros S.A. O foco principal é compreender como essas práticas fraudulentas afetam os principais indicadores financeiros e o valor de mercado da empresa, considerando o período anterior e posterior à divulgação da fraude. Por meio de modelagem financeira, utilizou-se de técnicas como Fluxo de Caixa Descontado (DCF) e avaliação por múltiplos, seguido da comparação com os cenários pré e pós divulgação de sua fraude. Além disso, a pesquisa evidencia que a fraude resultou em impactos em seus indicadores financeiros como em seus prêmios emitidos, EBIT e lucro líquido, além da confiança dos investidores, impactando negativamente o valor de mercado da empresa. Isso reforça a necessidade de identificar e mitigar os riscos oriundos de práticas contábeis inadequadas por meio de técnicas robustas de avaliação, promovendo decisões mais informadas por parte de gestores e investidores.

Palavras-chave: Fraudes contábeis, Resseguros, *Valuation*, Fluxo de caixa descontado, Múltiplos

I. Introdução

O presente trabalho analisa os impactos das fraudes contábeis em *valuation*, utilizando como base o caso da IRB Brasil Resseguros. A abordagem inclui o método de Fluxo de Caixa Descontado e múltiplos. A análise busca compreender os impactos das fraudes sobre os indicadores financeiros e a confiança do mercado.

II. Metodologia

A metodologia adotada inclui análise financeira detalhada baseada em dados públicos da IRB Brasil Resseguros antes e após a descoberta das fraudes, empregando ferramentas de modelagem como DCF e múltiplos.

III. Gráficos e Equações

A. Equações

$$WACC = \left(\frac{E}{V} * Ke\right) + \left(\frac{D}{V} * Kd * (1 - Tc)\right)$$

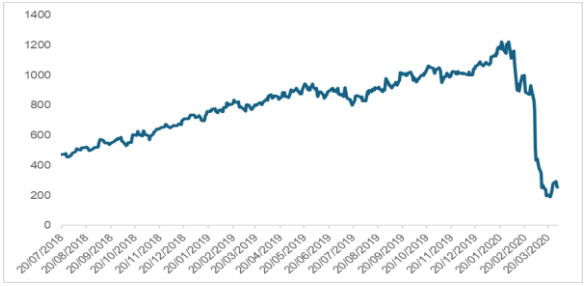
$$\beta = \frac{Cov(Ra, Rm)}{Var(Rm)}$$

$$Ke = Rf + \beta \cdot (Rm - Rf)$$

$$VPL - \sum_{t-0}^{n} \frac{FC_t}{(1+i)^t} - I$$

$$P_0 - \frac{D_1}{K_e - g}$$

B. Gráficos



IV. Resultados e Discussões

Os resultados demonstram quedas significativas nos indicadores financeiros da IRB, assim como uma diminuição expressiva no valor de mercado. As análises destacam a perda de confiança dos investidores e os impactos nas estratégias de *valuation*.

V. Conclusões

Este trabalho ressalta a importância de práticas contábeis transparentes e técnicas robustas de *valuation* para minimizar riscos. A análise também propõe estratégias para prevenir fraudes em futuras avaliações empresariais.

VI. Referências

[1] Damodaran, A. *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*. Wiley, 2012.

[2] Assaf Neto, A. *Finanças Corporativas e Valor*. Atlas, 2020.

[3] Brealey, R., & Myers, S. *Principles of Corporate Finance*. McGraw-Hill, 1984.

[4] Lopes, A. Contabilidade Gerencial e Governança Corporativa. Elsevier, 2019.

[5] Pignataro, P. *Financial Modeling and Valuation: A Practical Guide to Investment Banking and Private Equity*. Wiley, 2013.

Gestão de Riscos na Cadeia de Distribuição de Gás Liquefeito de Petróleo e Gases Especiais

Felipe Grinover Corrêa, Giovanna Fernandes Pereira, Heloísa Cristina Lima Panato
Felipe.grinover@outlook.com.br, giovannafernandesp2002@gmail.com, heloisapanato02@gmail.com
Engenharia de Produção

Orientadora: Profª Dra. Nathalia Zambuzi
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
nczambuzi@fei.edu.br

Resumo: A gestão de riscos na cadeia de suprimentos tem ganhado destaque, especialmente após os desafios impostos pela pandemia da Covid-19. Este trabalho investiga a gestão de riscos na cadeia de distribuição de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e Gases Especiais em uma empresa brasileira, com o objetivo de identificar e analisar os principais riscos envolvidos. A pesquisa é dividida em duas frentes: a primeira segue a metodologia de gestão de riscos de Correa (2010), abordando a identificação dos processos, a avaliação dos fatores de risco, e os níveis de vulnerabilidade; na segunda, alguns riscos são incorporados em um modelo de otimização da rede logística da empresa, considerando variáveis específicas de cada cidade onde a empresa atua. A análise gerou diferentes cenários que possibilitaram a redução dos impactos associados aos riscos.

Palavras-chave: Riscos, Cadeia de suprimentos, Otimização de rede, Gás.

I. Introdução

A cadeia de suprimentos de produtos como o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e os Gases Especiais é complexa e está sujeita a riscos, como falta de matéria prima e quebra de equipamentos, que podem afetar negativamente o desempenho e a continuidade das operações. Além do GLP ser um produto essencial para a população, pois é utilizado não só em residências como também no comércio e até no agronegócio, a empresa estudada detém 73% de *market share* para Gases Especiais [1]. Uma ruptura nessa cadeia pode acarretar em diversos impactos, como um atraso no abastecimento, e por isso a gestão de riscos se mostra importante neste contexto. Portanto, tem-se como objetivo deste trabalho identificar e avaliar os impactos dos riscos da cadeia de distribuição de GLP e Gases Especiais e contribuir com a redução dos impactos associados a esses riscos.

II. Referencial Teórico

A gestão eficaz de redes de suprimentos é fundamental para mitigar riscos, ou seja, uma abordagem colaborativa e integrada entre os parceiros da cadeia pode oferecer uma visão mais ampla dos potenciais riscos e facilitar a implementação de estratégias proativas [2].

Nesse cenário, a gestão pode variar de acordo com o tipo de risco enfrentado pelas redes de suprimentos, podendo ser agrupados em três tipos gerais: aleatórios, acidentais e intencionais. Os riscos aleatórios resultam de eventos imprevisíveis, como desastres naturais. Os riscos acidentais decorrem de falhas ou erros não intencionais nos processos, como falhas de equipamentos ou erros humanos. Já os riscos intencionais são causados por ações deliberadas, como ataques cibernéticos ou roubo de carga [3]. Essa classificação ajuda as organizações a desenvolver estratégias de mitigação específicas para cada tipo de risco, resultando em uma gestão mais eficaz [2].

O processo de gestão de riscos em redes de suprimento engloba, na ordem apresentada, os seguintes passos: (i) Identificação de processos e recursos sujeitos; (ii) identificação dos principais riscos; (iii) avaliação da probabilidade de ocorrência associada aos principais riscos; (iv) identificação das consequências da ocorrência associada aos riscos; (v) avaliação dos níveis de vulnerabilidade; (vi) definição de ações priorizadas para redução e transferência de riscos [2].

III. Metodologia

A metodologia desta pesquisa divide-se em três etapas principais. A primeira etapa envolve a classificação da pesquisa. A segunda etapa abrange os procedimentos de coleta de dados, incluindo a realização de entrevistas não estruturadas com profissionais da organização das áreas relacionadas, além de coleta de dados históricos. Por último, a etapa de recursos materiais que envolve as duas principais ferramentas utilizadas neste trabalho, o software *Cosmic Frog* e o Microsoft Excel.

IV. Desenvolvimento

O processo de gestão de riscos foi dividido em seis passos, conforme proposto por Correa (2010) [2] e foi realizado no recorte apresentado na Figura 1, que engloba desde as distribuidoras até os clientes.

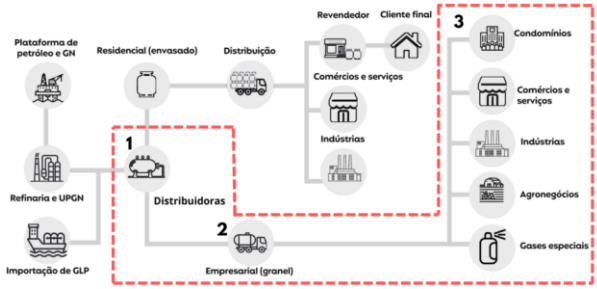


Figura 1. Matriz de Análise de Vulnerabilidade: Classificação dos Fatores de Risco

O processo iniciou com a identificação dos processos e recursos suscetíveis a riscos (i), dada a complexidade de realizar uma análise abrangente de todos os riscos de uma empresa simultaneamente, o foco foi direcionado para o processo de distribuição, pois lida com o transporte dos gases das distribuidoras até os clientes finais do segmento empresarial, influenciando diretamente a continuidade das operações.

Posteriormente, foram identificadas as principais categorias de riscos a serem analisadas (ii), seguidas pela avaliação dos potenciais fatores de risco associados a cada categoria. Com base na abrangência nacional do estudo ao longo dos últimos 10 anos, foram analisados 23 fatores de risco. O próximo passo foi avaliar a probabilidade de ocorrência desses riscos (iii) no intervalo de um ano. Para isso, foi utilizada uma escala de 1 a 5, onde 1 indica uma ocorrência rara e 5 uma quase certeza. Em seguida, as consequências dos riscos foram identificadas (iv) com base principalmente nas informações coletadas durante as entrevistas. Na sequência, foi realizada a avaliação dos impactos de cada fator de risco, também utilizando uma escala de 1 a 5. Nesta escala, 1 representa um impacto insignificante, sem atingir a produção e/ou distribuição, enquanto 5 indica um impacto catastrófico, capaz de afetar todas as plantas e comprometer a produção e/ou distribuição. Com as probabilidades e impactos definidos, foi elaborada uma matriz de vulnerabilidade (v) com o objetivo de classificar e priorizar os riscos de maneira visual e intuitiva, facilitando a identificação de riscos que requerem atenção imediata. A partir desta análise, foi identificado que quase 40% dos riscos mapeados são considerados críticos no segmento a granel da distribuidora analisada.

Para propor ações (vi) para reduzir impactos associados aos riscos, foi utilizada a ferramenta *Cosmic Frog*, que modelou a rede logística considerando localização de clientes e filiais, produtos, custos e demandas.



Figura 2. Matriz de Análise de Vulnerabilidade: Classificação dos Fatores de Risco

A análise permitiu identificar riscos geográficos, econômicos, políticos e epidêmicos, com pontuações atribuídas a cada filial e cliente. A otimização da rede logística resultou em uma redução nos custos de frete e forneceu pontuações de risco para cada filial, com isso, sugeriu-se o fechamento de filiais com as maiores pontuações de riscos geográficos e transferência de clientes para bases menos sujeitas a riscos.

V. Conclusões

Foi possível alcançar com o modelo otimizado um cenário com uma economia de 38% no custo total de frete em relação ao cenário atual. Essa redução nos custos permitiria que a empresa direcionasse recursos para estratégias de mitigação de riscos, como a abertura de uma nova fábrica em uma localização com menor risco geográfico. Contudo, o principal resultado obtido foi uma redução de 12% na pontuação de risco, impulsionada pela maior diversificação nos fluxos de transporte e pela distribuição mais equilibrada das demandas entre as filiais. Assim, o objetivo de identificar e avaliar os impactos dos riscos na cadeia de distribuição foi alcançado, contribuindo para a mitigação desses impactos por meio da otimização da rede logística. Isso assegura que a empresa forneça produtos essenciais ao cotidiano da população de maneira mais segura e confiável.

VI. Referências

[1] ANP. Gás Liquefeito de Petróleo - GLP. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2020.

[2] CORREA, H. L. **Gestão de redes de suprimentos. Atlas**. 2010.

[3] SHEFFI, Yossi. **The Resilient Enterprise: Overcoming Vulnerability for Competitive Advantage**. Cambridge: MIT Press, 2005.

Abordagem Heurística para a Determinação dos Tempos de Parada e Percurso do Metrô de São Paulo com o Objetivo de Minimizar o Consumo de Energia Elétrica

Caio Barbulho Cairo, Isabella Branchini Rizzi, Júlia de Campos Arcuri, Victor Lopes Consoli Ireno
Engenharia de Produção
caiobc220802@gmail.com, isabrizzi@gmail.com, arcuri.julia@gmail.com, victorlopesireno@gmail.com

Orientador: Profª. Drª. Nathalia de Castro Zambuzi
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
nczambuzi@fei.edu.br

Resumo: A Linha 3 - Vermelha do Metrô de São Paulo destaca-se como a linha mais extensa e de maior fluxo de passageiros da rede metroviária da cidade, sendo responsável por cerca de 40% do consumo de energia elétrica total do sistema. Melhorar a eficiência energética dessa linha está, portanto, entre os desafios operacionais atuais do Metrô de São Paulo e que foi abordado neste trabalho. Propõe-se uma abordagem heurística, baseada no método do Algoritmo Genético, para otimizar os tempos de parada e percurso dos trens, com o objetivo de reduzir o consumo de energia elétrica. O modelo desenvolvido parte de uma análise das forças atuantes no trem para definir seu consumo de energia ao longo de uma viagem e, portanto, estruturar o modelo matemático que serve como norteador da otimização proposta. A partir da comparação entre os diferentes cenários analisados, e considerando a parametrização do modelo a partir das premissas adotadas, foi possível alcançar uma redução de 23% no consumo de energia. A modelagem proposta e o método do Algoritmo Genético, portanto, mostraram-se promissores para a otimização pretendida.

Palavras-chave: Consumo de energia, Transporte sobre trilhos, Algoritmo Genético.

I. Introdução

A Linha 3 - Vermelha do Metrô de São Paulo é a mais movimentada da cidade e possui a maior extensão, transportando cerca de 850 mil passageiros diariamente. Essa linha apresenta elevado consumo de energia elétrica, principalmente devido à tração dos trens, frenagem e sistemas auxiliares. Isso levanta o questionamento de quais deveriam ser os tempos de parada e percurso para minimizar o consumo de energia elétrica da Linha 3 – Vermelha do Metrô de São Paulo.

Este trabalho propõe um modelo de otimização que busca minimizar o consumo de energia elétrica, assim, podendo proporcionar economias financeiras que permitem o redirecionamento dessa verba para ações e melhorias que afetam diretamente o usuário.

II. Objetivos

O objetivo geral deste estudo é criar um modelo de otimização que determina os tempos de operação dos trens do Metrô de SP, a fim de minimizar o consumo de energia elétrica. Para chegar nesse objetivo geral existem quatro macro etapas, também conhecidas como objetivos específicos, que devem ser cumpridas. Sendo elas: (i) realizar um diagnóstico da operação atual, investigando aspectos como tempos de parada, frequência de trens e fluxo de passageiros; (ii) definir um modelo matemático que capture as modulações da operação do Metrô – SP, considerando variáveis, como tempo de viagem, restrições e parâmetros da linha; (iii) efetuar a calibração e validação do modelo utilizando dados reais, garantindo sua precisão e confiabilidade na representação do sistema; (iv) comparar a situação atual do Metrô – SP com o cenário otimizado, permitindo a identificação das potenciais melhorias operacionais que podem ser alcançadas com o modelo proposto.

III. Desenvolvimento

Neste trabalho, foi desenvolvido um modelo matemático baseado no Algoritmo Genético, uma abordagem heurística inspirada na teoria evolucionista de Charles Darwin. O método consiste em iniciar com uma população inicial composta por indivíduos representados por cromossomos. Cada cromossomo contém genes que carregam os fenótipos, representados

pelos tempos de parada e percurso. O processo evolutivo inclui etapas como a análise da função fitness, responsável por determinar a aptidão de cada indivíduo; a seleção dos mais aptos para as próximas etapas; o cruzamento, que permite a recombinação de características entre dois cromossomos, gerando novas combinações genéticas; e a mutação, que introduz alterações aleatórias em um único gene, garantindo diversidade. Esses novos indivíduos são inseridos na população para a próxima iteração, repetindo-se o processo até o critério de parada, definido como o critério de convergência.Aplicando esse modelo ao problema do Metrô de São Paulo, cada indivíduo foi representado por uma viagem entre as estações Corinthians-Itaquera e Palmeiras-Barra Funda, sendo que cada percurso entre duas estações é descrito por tempos de parada e de percurso. A população inicial foi gerada aleatoriamente dentro dos limites estabelecidos pelas restrições operacionais.

O consumo total de energia foi obtido pela soma do consumo durante a tração e dos sistemas auxiliares. No cálculo da tração, utilizou-se a análise da potência mecânica, considerando a transformação da potência elétrica em potência mecânica e as forças atuantes sobre o trem. Essas forças incluem tração e resistências ao movimento, como a resistência de rolamento, calculada pela fórmula de Davis, e a resistência aerodinâmica. Cada trajeto foi dividido em três trechos: aceleração, cruzeiro e frenagem. Em cada trecho, foi adotada uma aceleração constante, e o consumo foi calculado separadamente, com exceção da frenagem, em que foi considerada uma eficiência de 34% que representa a frenagem de atrito, enquanto 66% são regenerados.Os sistemas auxiliares asseguram que o ambiente interno dos vagões mantenha condições ideais. Adotando a premissa de que todos os trens consomem a mesma quantidade de energia devido à operação contínua.

A aptidão de cada indivíduo foi determinada como o inverso do consumo total, indicando que soluções com menor consumo energético são mais aptas. Essa aptidão foi utilizada para construir uma roleta proporcional, permitindo a seleção dos indivíduos mais promissores para a próxima etapa.Durante o cruzamento, os genes de dois indivíduos selecionados foram recombinados, gerando novos cromossomos que herdam as características dos pais. A mutação introduziu pequenas alterações aleatórias em genes específicos, garantindo a diversidade genética da população. Esses novos indivíduos foram então integrados à população, que evoluiu ao longo das gerações.

O critério de parada adotado foi o de convergência, que ocorreu quando a população estabilizou, ou seja, não houve melhora significativa no consumo energético ao longo de várias gerações. O modelo final apresentou resultados promissores, com uma redução significativa no consumo energético total, evidenciando o potencial do Algoritmo Genético para a otimização operacional em sistemas metroviários.

IV. Resultados

Para avaliar o impacto do modelo no consumo energético, foram analisados três cenários. O primeiro cenário, gerado com base nos tempos medidos durante a visita ao Metrô - SP e sem atender às restrições do modelo, resultou em um consumo médio de energia elétrica de 488,7 kWh por viagem.

O segundo cenário, nomeado como baseline parametrizado, considera o pior indivíduo gerado nas 1.000 iterações do algoritmo genético e respeita todas as restrições operacionais. O consumo médio neste cenário foi de 343,4 kWh por viagem.

O terceiro e último cenário, é o melhor resultado gerado pelo algoritmo genético, ou seja, é o cenário otimizado, onde todas as restrições e parâmetros foram respeitados e um consumo médio de 265,1 kWh por viagem foi encontrado.

A comparação entre o primeiro cenário (488,7 kWh) e o cenário otimizado (265,kWh) não pode ser considerada como um resultado viável, pelo fato de envolverem condições de operação diferentes, isto é, o primeiro cenário não respeita as restrições operacionais, enquanto o otimizado foi gerado a partir do modelo que as respeita.

A comparação mais relevante foi realizada com o baseline parametrizado, que também respeita as restrições, mas não é otimizado, funcionando como uma validação para mostrar como o algoritmo genético pode efetivamente melhorar o consumo de energia. Ao comparar os dois cenários foi constatada uma redução de 23% no consumo de energia.

V. Conclusões

O estudo demonstrou que a aplicação do Algoritmo Genético reduziu em 23% o consumo de energia no cenário otimizado quando comparado com o baseline parametrizado, validando sua eficácia como ferramenta de otimização em sistemas metroviários. Além disso, foi verificado que o modelo heurístico desenvolvido contribui para a eficiência energética, otimizando tempos de operação e promovendo economia de recursos. Os resultados obtidos têm impacto direto em políticas públicas, permitindo operações mais econômicas, evitando aumentos tarifários e ampliando a acessibilidade ao transporte público. E por fim, redução da demanda energética alivia o sistema elétrico urbano e contribui para a mitigação de impactos ambientais, alinhando-se ao ODS 9, que incentiva inovação e sustentabilidade na infraestrutura urbana.

VI. Referências

[1] Soni, N. e Kumar, T. (2014). Study of various mutation operators in genetic algorithms. volume 5, pp. 4519–4521.

[2] HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. FUNDAMENTOS DE FÍSICA: MECÂNICA. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. p. 1-340.

Utilização da Teoria das Restrições Combinada com o Sequenciamento da Produção para Maximização do *Throughput*: Simulação em uma Empresa do Setor Automobilístico

Gabriela de Souza Morelis, Kaue Borsato Cardoso
Engenharia de Produção
gabriela.smorelis@gmail.com, kaue.b.c@hotmail.com

Orientador: Marcel Utiyama
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
mutiyama@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho aplica a Teoria das Restrições e o sequenciamento da produção em uma montadora do setor automobilístico, visando maximizar o *throughput* em uma linha de produção de chassis de ônibus. Utilizando as etapas da TOC, foram propostas mudanças no sistema produtivo, como o sequenciamento priorizado dos produtos e a implementação do *Drum-Buffer-Rope*, otimizando o uso do recurso restritivo e sincronizando operações. A modelagem e simulação avaliaram três cenários: o cenário inicial da empresa sem alterações, a implementação do sequenciamento e do DBR, e a elevação da capacidade do recurso restritivo com realocação de recursos adicionais. O melhor desempenho foi obtido no terceiro cenário, com um aumento de 9,45% no *throughput*. Os resultados comprovam a eficácia da integração entre a TOC e o sequenciamento, reduzindo atrasos e estoques intermediários, fatores que contribuem diretamente para a maximização do *throughput*.

Palavras-chave: Teoria das Restrições, *Drum-Buffer-Rope*, Sequenciamento da Produção, Maximização do *throughput*.

I. Introdução

A evolução histórica da indústria automotiva é marcada pela transição de modelos de produção baseados no Fordismo, com ênfase na padronização e produção em massa [1], para o Toyotismo, que introduziu conceitos como produção enxuta, priorizando flexibilidade e redução de desperdícios [2].

No contexto dos veículos pesados, a crescente necessidade por soluções customizáveis aumenta a complexidade do planejamento e controle da produção. Empresas desse setor enfrentam desafios significativos na gestão de recursos internos e no atendimento às diversas demandas dos mercados [3]. O presente estudo utiliza como base uma montadora de veículos pesados que lida com limitações de capacidade produtiva e espaço físico, além da alta complexidade gerada pela ampla variedade de produtos no portfólio. A complexidade da linha é evidenciada pela necessidade de produzir implementos na pré-montagem, que atua como uma restrição.

Do exposto, o objetivo geral deste trabalho é maximizar o *throughput*, definido pela taxa que mede quanto dinheiro o sistema gera para a empresa em um determinado período [4] de uma indústria do setor automobilístico utilizando a Teoria das Restrições em conjunto com o Sequenciamento da Produção.

II. Metodologia

Nesta seção são abordados os tópicos relacionados ao método de pesquisa adotado, justificando as escolhas feitas e seu contexto no presente trabalho. A pesquisa utiliza a abordagem quantitativa, com base na coleta de dados da linha de produção de uma empresa do setor automobilístico. Através de modelagem e simulação, são investigadas diferentes alternativas para maximizar o *throughput*. A modelagem e simulação foram realizadas utilizando o software ProModel, uma ferramenta especializada em simulação de processos. As análises e as propostas de melhorias foram fundamentadas nos conceitos da Teoria das Restrições e implementadas em conjunto com o sequenciamento de produção.

III. Síntese do Referencial Teórico

O referencial teórico deste trabalho explora conceitos centrais do planejamento e controle da produção (PCP) e a aplicação da Teoria das Restrições (TOC), com foco na maximização do *throughput* em sistemas produtivos complexos. O PCP é abordado como um conjunto de práticas que visam garantir a produção eficiente e o atendimento da demanda, sendo essencial para coordenar os recursos, minimizar atrasos

e gerenciar os estoques. Dentre os métodos tradicionais, destaca-se o Fordismo, que introduziu a produção em massa com foco na padronização e redução de custos [1]. No entanto, o modelo Fordista se mostrou inflexível diante das mudanças no mercado, o que levou ao surgimento do Toyotismo, que introduziu conceitos de produção enxuta, flexibilidade e redução de desperdícios, com a utilização de técnicas como *Just-In-Time* e *Jidoka* [2].

Além disso, o sequenciamento da produção desempenha um papel fundamental na aplicação da TOC, sendo responsável por organizar as operações de forma a priorizar os produtos mais rentáveis e garantir que os recursos sejam utilizados de forma otimizada [5].

Dentro desse contexto, a Teoria das Restrições (TOC), proposta por Goldratt, emerge como uma abordagem estratégica para lidar com limitações no sistema de produção. A TOC foca na identificação e gestão das restrições que limitam o desempenho global do sistema, priorizando ações para maximizar o *throughput*, reduzir inventários e minimizar tempos de espera. O conceito central da TOC é que, ao otimizar o desempenho do recurso restritivo, todo o sistema se beneficia, resultando em melhorias significativas na produção e organiza-se em cinco passos principais: (1) Identificar a restrição do sistema; (2) Explorar a restrição, maximizando sua utilização; (3) Subordinar os demais recursos ao ritmo da restrição; (4) Elevar a capacidade da restrição; e, finalmente, (5) Reavaliar o sistema, retornando ao primeiro passo para verificar a existência de novas restrições [6]. Esses passos proporcionam um ciclo contínuo de melhoria, alinhando os recursos ao objetivo global de maximizar o *throughput* [6].

IV. Modelagem e Simulação

A modelagem e simulação foram realizadas utilizando o software ProModel, com o objetivo de validar os impactos das melhorias propostas pela aplicação da TOC e do sequenciamento da produção. Foram criados três cenários distintos: o primeiro representando a situação atual da empresa, sem implementação da TOC; o segundo aplicando o sequenciamento priorizado aliado ao sistema de coordenação *Drum-Buffer-Rope* (DBR); e o terceiro incluindo a elevação da capacidade do recurso restritivo por meio da realocação de recursos adicionais. A simulação permitiu analisar indicadores como *throughput*, tempo de operação do recurso crítico e atrasos de produção, comprovando que as propostas maximizam o *throughput* em até 18,05% no cenário final.

V. Conclusões

A pesquisa identificou a área de pré-montagem como o gargalo do sistema, propôs a priorização de produtos com maior retorno financeiro e implementou o sistema *Drum-Buffer-Rope* (DBR) para sincronizar o fluxo produtivo. Além disso, foi ampliada a capacidade do recurso restritivo ao utilizar o tempo disponível de uma equipe de outra linha. Os resultados mostraram um aumento de 4,44% no *throughput* com o sequenciamento e DBR, e de 9,45% ao incluir a elevação do gargalo, eliminando atrasos e otimizando recursos sem necessidade de novos investimentos. A simulação validou as melhorias sugeridas, destacando o cenário 3 como o mais eficiente. Por fim, embora o estudo tenha limitações relacionadas ao horizonte temporal analisado, apresenta um alto potencial de replicação e propõe investigações futuras sobre gargalos dinâmicos, regras alternativas de sequenciamento e investimentos adicionais para maior flexibilidade e eficiência.

VI. Referências

[1] L. A. S. Baptista, A nova revolução industrial: Tecnologia da informação como habilitadora da customização em massa., 2024.

[2] T. Ohno, O Sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala, 1997.

[3] J. C. Casagrande, Proposta de utilização da teoria das restrições à análise e otimização de capacidade produtiva, 2016.

[4] F. C. F. Fernandes; M. G. Godinho Filho, Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial, 2010.

[5] H. L. Corrêa; C. A. Corrêa, Administração de produção e operações: manufatura e serviços - uma abordagem estratégica, 2012.

[6] E. M. Goldratt; J. A. Cox, A meta: um processo de melhoria contínua, 2003.

Agradecimentos

Gostaríamos de expressar nossa gratidão pelo apoio de nossos familiares, amigos e professores, que foram essenciais para o encerramento deste ciclo. Apesar dos desafios, pudemos contar com suporte de pessoas queridas que acreditaram em nosso potencial, permitindo que aproveitássemos ao máximo essa jornada.

Análise das Vantagens dos Bancos Digitais e dos Bancos Tradicionais que Determinam a Preferência dos Clientes Pessoa Física

Larissa Lallo Frollini Alavasse, Larissa Andrade Ciocci
Engenharia de Produção
larissalallo@hotmail.com, larissaciocci@gmail.com

Orientador: Prof.ª Dra. Denise Luciana Rieg
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
derieg@fei.edu.br

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo analisar os fatores determinantes que orientam a escolha dos consumidores entre bancos digitais e tradicionais, considerando os principais atributos de valor associados a cada modalidade. Por meio de uma pesquisa quantitativa aplicada a 206 participantes, constatou-se que os bancos digitais são amplamente reconhecidos por sua praticidade, ausência de tarifas e inovação tecnológica, características que atraem especialmente os jovens. Por outro lado, os bancos tradicionais mantêm sua relevância devido à segurança, solidez e ao atendimento presencial em situações mais complexas. A pesquisa revela que muitos consumidores adotam uma estratégia híbrida, utilizando ambas as modalidades para maximizar os benefícios complementares. Esses achados apontam para a necessidade de estratégias integradas que conciliem o melhor de cada modelo, atendendo às demandas de um mercado em constante transformação.

Palavras-chave: Bancos digitais, Bancos tradicionais, Comportamento do consumidor, Digitalização, Segurança, Preferências bancárias.

I. Introdução

O sistema bancário brasileiro tem sido impactado significativamente pelas transformações tecnológicas e pelas mudanças no comportamento dos consumidores. Os bancos digitais emergiram como uma alternativa altamente atrativa, oferecendo conveniência e redução de custos, enquanto os bancos tradicionais permanecem relevantes em razão de sua robustez e serviços personalizados.

Com o crescimento exponencial das fintechs e a popularização de soluções digitais, os consumidores passaram a demandar serviços mais eficientes e acessíveis, sem renunciar à segurança e da confiabilidade. Nesse contexto, compreender os fatores que influenciam a decisão dos clientes ao escolher entre bancos digitais e tradicionais é essencial para as instituições financeiras se adaptarem a um ambiente cada vez mais competitivo e dinâmico.

Este trabalho se propõe a investigar as vantagens e desvantagens percebidas pelos consumidores em ambas as modalidades bancárias, contribuindo para o entendimento das preferências do público e oferecendo subsídios para a formulação de estratégias mais eficazes no setor financeiro.

II. Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo principal identificar os atributos de valor associados aos bancos digitais e tradicionais, considerando a percepção dos consumidores sobre os fatores que influenciam sua escolha por uma determinada instituição financeira. Nesse contexto, busca-se compreender as características e facilidades que tornam essas modalidades atrativas, assim como os critérios decisivos para cada perfil de cliente.

Entre os objetivos específicos, destaca-se a identificação das principais características e facilidades oferecidas pelos bancos digitais, como praticidade, custo reduzido e inovação tecnológica, em contraponto às características dos bancos tradicionais, como segurança, atendimento personalizado e confiabilidade. Adicionalmente, o estudo busca analisar os critérios determinantes na escolha dos clientes bancários por cada modalidade e identificar as instituições financeiras preferidas, com base na avaliação comparativa entre bancos digitais e tradicionais.

III. Metodologia

A pesquisa foi realizada por meio de um survey estruturado aplicado a uma amostra composta por 206 participantes. A abordagem quantitativa foi selecionada

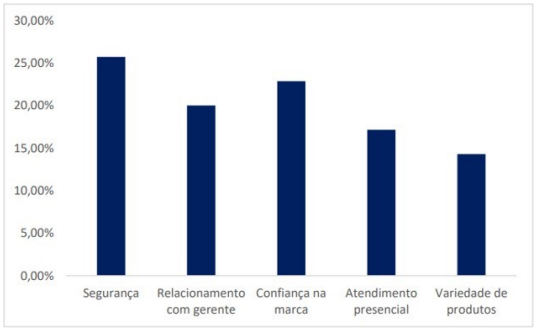
por permitir a análise estatística das percepções dos consumidores em relação aos bancos digitais e tradicionais.

Os dados coletados foram analisados com base em métricas de confiabilidade, como o coeficiente Alpha de Cronbach, e tratados estatisticamente para identificar tendências e padrões. A amostra abrangeu diferentes perfis demográficos e socioeconômicos, garantindo a representatividade dos resultados.

IV. Resultados

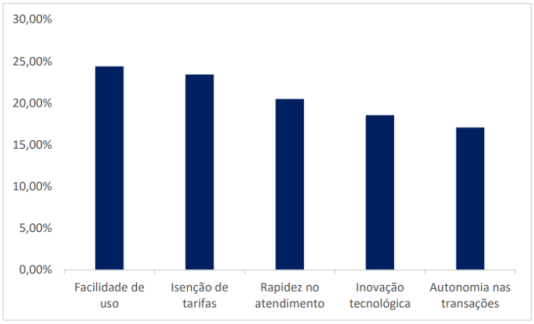
Os resultados apontaram que os bancos digitais são amplamente reconhecidos por sua praticidade, facilidade de uso e ausência de tarifas, sendo preferidos principalmente por consumidores jovens e tecnologicamente orientados. Por outro lado, os bancos tradicionais destacam-se pela segurança, solidez e pelo atendimento presencial, atributos valorizados por clientes que demandam maior confiabilidade e suporte em serviços financeiros mais complexos.

Outro aspecto relevante identificado foi a adoção de estratégias híbridas pelos consumidores, que utilizam bancos digitais para operações cotidianas, como pagamentos e transferências, e bancos tradicionais para serviços como financiamentos e investimentos. A proteção de dados e a confiança emergiram como fatores essenciais em ambas as modalidades, ressaltando a importância do investimento contínuo em segurança cibernética.



Fonte: Valor Econômico (2023)

Figura 1. Atributos de mais valor decisivos na preferência dos bancos tradicionais.



Fonte: Valor Econômico (2023)

Figura 2. Atributos de mais valor decisivos na preferência dos bancos digitais.

V. Conclusões

O estudo evidencia que os bancos digitais, apesar de sua ascensão meteórica, não substituem completamente os bancos tradicionais, mas coexistem de forma complementar. A preferência por cada modalidade está diretamente relacionada ao perfil e às necessidades do consumidor, evidenciando a importância de estratégias que combinem o melhor dos dois mundos.

Para as instituições financeiras, o desafio consiste em criar soluções que integrem inovação e eficiência com segurança e suporte humanizado, atendendo às expectativas diversificadas dos clientes em um mercado em constante evolução. Essa abordagem híbrida pode não apenas melhorar a experiência do cliente, mas também proporcionar vantagem competitiva significativa para as instituições que adotarem essa estratégia.

VI. Referências

[1] FEBRABAN. Pesquisa FEBRABAN de Tecnologia Bancária. Federação Brasileira de Bancos, 2023.

[2] KOTLER, Philip; KELLER, Kevin Lane. Administração de Marketing. 15. ed. São Paulo: Pearson, 2016..

Análise do Fluxo de Valor em uma Indústria do Setor Alimentício Localizada no Interior do Estado de São Paulo

Leonardo Guell Teixeira, Maria Júlia Carvalho
Engenharia de Produção
leonardoguell@hotmail.com, mariajliacarv@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Teixeira
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
andre.teixeira@fei.edu.br

Resumo: O principal objetivo do estudo é analisar o fluxo de valor de uma da linha de produção de uma família de *snacks* em uma indústria alimentícia localizada no interior do estado de São Paulo, utilizando da ferramenta *lean* "Mapa de Fluxo de Valor" para identifica os elos da cadeia e as atividades agregadoras e não agregadoras de valor ao cliente. Desta maneira, cria-se o Mapa de Fluxo de Valor do Estado Atual, permitindo a definição das atividades caracterizadas como CVA, BVA e NVA, possibilitando desta forma a associação aos 7 desperdícios e a sugestão de melhorias para um potencial cenário futuro juntamente da criação do Mapa de Fluxo de valor do estado futuro.

Palavras-chave: Mapeamento de Fluxo de Valor, Industria Alimentícia, *Lean*.

I. Introdução

Com o crescimento e forte concorrência no segmento de *snacks*, atrelado a avanços tecnológicos e mudanças organizacionais, as empresas do setor passam a focar em inovação e implementação eficiente de projetos [1].

Tendo em mente a relevância do segmento de *snacks* o estudo decorre da aplicação do Mapa de Fluxo de Valor (MFV) por ser uma ferramenta pertencente ao escopo do *Lean Manufacturing* que permite a visualização de todas as etapas dos fluxos de informações e de materiais, compreendendo as atividades agregadoras de valor ao cliente desde o fornecedor ao cliente [1].

O mapa de fluxo de valor muitas vezes é utilizado a fim de demonstrar "estado atual", permitindo desenvolver planos para tornar o sistema mais enxuto e subsequentemente a criação do mapa de fluxo de valor do "estado futuro" (ou ideal) [2].

Desta forma, o estudo utiliza do Mapa de Fluxo de Valor (MFV) atrelado a aplicação e conceitos *lean* a fim de entender o processo produtivo de uma família de *snacks* pertencentes ao portfólio de uma indústria alimentícia.

II. Objetivos

O objetivo do estudo consiste em analisar o fluxo de valor de uma família de produtos de batata da categoria de *snacks* em uma indústria do setor alimentício. Aplicando o MFV, atrelado a conceitos *lean* para identificar os elos da cadeia produtiva, juntamente com a identificação de atividades que agregam e não agregam valor ao cliente.

Os objetivos específicos contemplam o desenvolvimento do Mapa de fluxo de Valor, a análise dos processos por meio das ferramentas *Lean*, identificação de pontos de agregação e não agregação e valor, destaque dos pontos com possibilidades de melhoria no processo, sugestão de melhorias aos principais pontos de oportunidades.

Dentre os objetivos, as caracterizações das atividades como CVA (*Cliente Value Adding*, ou agregadoras de valor ao cliente), BVA (*Business Value Adding*, ou agregadoras de valor ao negócio) ou NVA (*Non-Value-Adding*, ou não agregadoras de valor) também são objetivos.

III. Metodologia

O trabalho é caracterizado como uma pesquisa qualitativa, sendo um estudo de caso descritivo. O estudo contempla uma temporalidade transversal e como procedimento técnico usufrui de entrevistas, análises de documentos, pesquisa bibliográfica e observação *in loco* pare compreender a linha de produção de *snacks* selecionada.

A estrutura do trabalho consistiu em uma introdução, seguida por um referencial teórico, com uma descrição da indústria de *snacks* no Brasil, por sequência tendo a etapa de metodologia, no seguinte

capítulo exibe-se o MFV e suas discussões sobre oportunidades identificadas. Por fim, propõem-se as sugestões de melhoria e o estudo conclui-se com a demonstração da conclusão e referências.

IV. Resultados

O mapeamento de fluxo de valor permitiu compreender o processo, obtendo um total de 8 atividades classificadas como CVA, 2 classificadas como BVA e 14 classificadas como NVA.

A tabela abaixo demonstra os tempos relacionados a cada classificação:

Tabela I. Tempos do MFV do estado atual.

Classificação de Atividade	Tempo (min)
CVA	8,92
BVA	1,67
NVA	14 405,2

Isto permitiu o cálculo de *Process Cycle Efficiency* (PCE):

$$PCE = CVA/Lead\ Time \quad (1)$$

Tendo em vista que endo este, indicador que demonstra quanto o tempo de agregação representa do total de tempo de um produto em processo. O PCE do MFV do estado atual é de 0,062%.

As atividades classificadas como NVA foram associadas aos 7 desperdícios, permitindo a observação das oportunidades do processo e consequentemente a sugestão de soluções ao processo, que por sua vez permitem um vislumbre de um potencial cenário futuro.

Com as sugestões ao potencial mapa do estado futuro, a entrada de matéria prima poderia potencialmente ser menor e a saída pode ser maior, considerando assim um refugo menor de materiais. Neste mesmo cenário, a comunicação entre o PCP e o chão de fábrica é mais objetivo, evitando qualquer retrabalho de informação.

Considerou-se um planejamento de demanda enxuto, desta forma diminuindo potencialmente o tamanho do estoque inicial, juntamente com o estoque final do CD.

Desta maneira, o MFV do estado futuro foi elaborado, com os novos valores foram associados como CVA, BVA e NVA.

Tabela II. Tempos do MFV do estado futuro.

Classificação de Atividade	Tempo (min)
CVA	8,92
BVA	1,67
NVA	12 153,9

Desta forma encontrando um PCE igual a 0,073%, com uma diminuição de 1,562 dia no *Lead Time*.

V. Conclusão

O presente estudo tornou possível o conhecimento da cadeia produtiva de ponta a ponta da família de produto de *snacks* de batata selecionada da indústria alimentícia.

A aplicação do Mapa de Fluxo de Valor possibilitou um entendimento mais extenso de todo o processo, identificando as atividades agregadoras e não agregadoras de valor ao cliente conforme foram mapeados os fluxos de informações e materiais.

Desta forma, o estudo cumpriu com o objetivo principal, assim como cumpriu com os objetivos específicos conforme foi desenvolvido.

Apesar de não contar com nenhuma implementação pratica de mudanças a fim de otimizar o processo, vale ressaltar que a pesquisa foi realizada com rigor e veracidade das informações garantindo que os dados e análises reflitam fielmente a realidade capturada, desta forma, com base nas oportunidades identificadas consideram-se que as potenciais soluções propostas possam ser transformadas em futuros projetos para aplicação no ambiente interno da empresa.

O estudo permite observar a existência de atividades não agregadoras de valor, entendendo quais etapas agregam valor e por fim observar como o processo é afetado, podendo assim caracterizar como um trabalho de grande valia para servir como ponto de partida para novos estudos da área ou para futuras implementações de melhorias ao processo.

VI. Referências

[1] L. P. Cadioli; L. Perlatto, *Anuário da Produção Acadêmica Docente Anhanguera*, **2** (2008) 1-21

[2] M. Rother; J. Shook, Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício, Lean Institute Brasil 2003.

Digitalização de Ativos no Contexto de uma Instituição Financeira utilizando KPI's e Mapeamento de Processos

Lucas Magalhães Lopes, Pedro Moret de Barros, Vitor Augusto Simões
Engenharia de Produção
unielulopes@fei.edu.br ; uniepebarros@fei.edu.br ; unievsimoes@fei.edu.br

Orientador: Henrricco Nieves Pujol
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
henrricco@fei.edu.br

Resumo: A digitalização de ativos financeiros tem se consolidado como uma das mais importantes inovações no setor bancário, especialmente no Brasil, onde o mercado financeiro tem experimentado transformações impulsionadas pela tecnologia. Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) explora a tokenização de fundos de investimento multimercado no contexto de uma instituição financeira, destacando o impacto dessa digitalização sobre a liquidez, custos operacionais e acessibilidade para investidores. A tokenização, que envolve a conversão de ativos financeiros em tokens digitais registrados em blockchain, tem o potencial de aumentar a transparência e a eficiência dos processos financeiros, além de reduzir a necessidade de intermediários. A pesquisa se concentra em como a tecnologia blockchain e a utilização de contratos inteligentes podem automatizar e otimizar a gestão de fundos de investimento, proporcionando uma solução inovadora para a melhoria das operações de liquidez em comparação com os processos tradicionais. Além disso, o estudo analisa o impacto regulatório e os desafios dessa tecnologia no contexto do setor financeiro brasileiro, que tem se digitalizado rapidamente com o apoio de fintechs e bancos digitais. O objetivo principal deste trabalho é apresentar um projeto de melhoria utilizando o mapeamento de processos e indicadores de desempenho, com foco na integração da blockchain para a gestão de fundos de investimento multimercado. A metodologia adotada inclui um estudo de caso, pesquisa exploratória e aplicada, com abordagem quantitativa, dentro das áreas de Engenharia Econômica e Engenharia da Qualidade.

Palavras-chave: digitalização de ativos, tokenização, blockchain, fundos de investimentos, contratos inteligentes, inovação financeira.

I. Introdução

A digitalização tem provocado mudanças significativas nos modelos de negócios no ecossistema financeiro, alterando a maneira como indivíduos interagem com instituições financeiras e com organizações de outros setores, como o varejo e empresas de tecnologia. A era digital, ao transformar diversos setores da economia, trouxe a tokenização de ativos como uma inovação central, revolucionando o mercado financeiro. Essa tecnologia está redefinindo as ope rações das instituições financeiras e ampliando o acesso a novos serviços, integrando empresas de diferentes setores no ambiente financeiro e oferecendo mais eficiência e acessibilidade aos investidores (DUARTE et al., 2020).

No Brasil, o setor bancário tem experimentado uma evolução notável ao longo dos últi mosanos. Tradicionalmente dominado por grandes instituições financeiras, o mercado bancário brasileiro está passando por uma transformação digital impulsionada pela inovação tecnológica e pela crescente demanda por serviços mais eficientes, ágeis e acessíveis. As tecnologias de Distributed Ledger Technology (DLT), sendo o blockchain o principal exemplo, têm se desen volvido ao longo de mais de 15 anos, encontrando diversas aplicações em diferentes setores econômicos. Sua principal característica é possibilitar sistemas descentralizados e bases de da dos seguras e rastreáveis, sem a necessidade de intermediários. Essa tecnologia traz ganhos de eficiência, agilidade e segurança, especialmente em contextos como o mercado financeiro e em situações que exigem a garantia de propriedade e proveniência de ativos (ACCENTURE; FEBRABAN, 2024). O progresso das fintechs, empresas que combinam tecnologia e finanças, está causando mudanças estruturais no setor financeiro ao oferecer soluções inovadoras e acessíveis. Por meio de plataformas digitais e ferramentas tecnológicas, essas entidades conseguem disponibilizar serviços financeiros de maneira mais rápida, diminuindo despesas e simplificando procedimen tos que, costumeiramente, contavam com vários intermediários. No Brasil, a presença das fin techs causa um impacto considerável devido à quantidade expressiva de indivíduos sem

acesso total aos serviços bancários. Respondendo a diversas necessidades, que vão desde pagamentos e investimentos até empréstimos e administração financeira, essas organizações não só expandem a oferta de serviços financeiros, mas também estimulam a concorrência no ramo, colaborando para uma atualização que favorece os consumidores e o mercado em geral (KAORU, 2023).

II. Figuras, tabelas e equações

A. Figuras

A tokenização de fundos multimercados simplifica e acelera significativamente o processo de liquidação de ativos. Em vez de um processo que pode durar 15 dias, a liquidação tokenizada pode ser concluída em minutos, graças à automação e à tecnologia Blockchain.

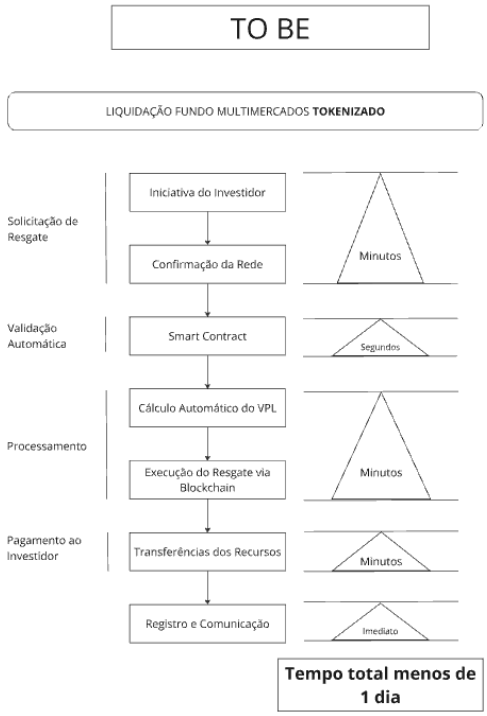


Figura 1. TO BE de Fundo Multimercado Tokenizado.

B. Tabelas

A Tabela 1 apresentada detalha os dados relacionados ao desempenho e às características do fundo multimercado tradicional e do fundo tokenizado, com foco na empresa estudada. Os dados incluem o tamanho do fundo multimercado tradicional, representado em valores financeiros, e sua custódia inicial. Com a tokenização, observa-se o tamanho do fundo após a integração do modelo tokenizado, que inclui o valor das cotas tokenizadas e a quantidade de tokens emitidos.

Tabela I. Análise de resultados após a Tokenização do Fundo Multimercado

	R$	
Tamanho de Fundo Multimercado Tradicional	R$	1.610.490.341.398,00
Custódia da empresa	R$	20.000.000.000,00
Tamanho Fundo Multimercado Empresa	R$	2.000.000.000,00
Market Share (Fundo Multimercado)		0,12%
Valor Cota Fundo Multimercado Tradicional	R$	5.000,00
Quantidade de Cotas		400.000
Tamanho Fundo Multimercado Empresa Tokenizado	R$	300.000.000,00
Valor da cota tokenizada	R$	10,00
Cotas Tokenizadas		30.000.000
Lançamento de Tokens		15,00%
Tamanho Fundo Multimercado Empresa Tradicional + Tokenizado	R$	2.300.000.000,00
Custódia Após	R$	20.300.000.000,00
%Aumento Market Share (Fundo Multimercado após tokenização)		**0,14%**
%Aumento de Custódia da Empresa		**1,50%**
%Aumento de Custódia do Fundo Multimercado		**15,00%**

Conforme a Tabela II é possível notar a vantagem financeira para a tokenização de um fundo de investimentos tradicional. Além disso, cada cargo identificado nos modelos de fundo tradicional e fundo tokenizado foi analisado detalhadamente. A análise considerou as funções desempenhadas, destacando como a tokenização impacta as atribuições desses cargos.

Tabela II. Mapeamento do custo operacional de um fundo tradicional x tokenizado.

Cargo/Área	Fundo Tradicional (nº de pessoas)	Fundo Tokenizado (nº de pessoas)	Salário Médio (mensal) - Glassdoor, 2024	Custo Total Tradicional (mensal)	Custo Total Tokenizado (mensal)	Economia no Fundo Tokenizado (%)
Gestor de Fundos (Portfolio Manager)	1	1	R$ 20.000,00	R$ 20.000,00	R$ 20.000,00	0%
Analista de Investimentos (Research)	3	1	R$ 8.000,00	R$ 24.000,00	R$ 8.000,00	67%
Trader	2	0	R$ 7.500,00	R$ 15.000,00	R$ 0,00	100%
Compliance	2	1	R$ 10.000,00	R$ 20.000,00	R$ 10.000,00	50%
Back Office (Operações e Custódia)	4	1	R$ 5.000,00	R$ 20.000,00	R$ 5.000,00	75%
Relacionamento com Clientes	2	1	R$ 6.000,00	R$ 12.000,00	R$ 6.000,00	50%
TI/Blockchain	1	2	R$ 12.000,00	R$ 12.000,00	R$ 24.000,00	-100%
Auditoria	1	0	R$ 8.000,00	R$ 8.000,00	R$ 0,00	100%
Gestão Estratégica/Executiva	1	1	R$ 15.000,00	R$ 15.000,00	R$ 15.000,00	0%
Custo Total				**R$ 146.000,00**	**R$ 88.000,00**	**40%**
Total de Funcionários				17	7	**59%**

III. Conclusões

O objetivo deste estudo foi examinar o efeito da tokenização de fundos de investimento, especialmente comparando os modelos tradicionais e tokenizados no mercado financeiro, com destaque nos fundos multimercados. Primeiramente, o método convencional de liquidação de fundos foi examinado, com o objetivo de identificar os obstáculos e a lentidão que impactam a experiência do investidor. Depois, foi utilizada a abordagem PDCA para sugerir melhorias nos procedimentos já estabelecidos, visando aprimorar a eficácia operacional através da introdução de tecnologias inovadoras, como o blockchain.

As fases da liquidação foram examinadas, apontando as falhas com clareza, e, com essas informações, sugestões foram feitas utilizando a tokenização. A utilização de tokens digitais baseados em blockchain, conhecida como tokenização, é vista como uma opção viável que pode diminuir o tempo de liquidação, melhorar a rastreabilidade das transações e reduzir o risco de erros humanos. Adicionalmente, a utilização de tokens digitais pode aumentar a transparência e a segurança nas operações financeiras, resultando em menores despesas e em uma melhor experiência para o investidor.

No entanto, embora haja vantagens na tokenização, é necessário lidar com alguns obstáculos para sua aplicação em grande escala. A ausência de regras claras e definitivas, juntamente com os altos custos de ajustar os sistemas já em uso, são desafios que dificultam a implementação completa dessa tecnologia. Além disso, é necessário resolver questões de segurança que ainda causam preocupações para assegurar a confiança do mercado.

Durante o estudo, foi evidente que a integração da tokenização com abordagens de gestão, como o PDCA, pode resultar em melhorias consideráveis na eficiência operacional no ramo financeiro, atualizando os procedimentos de liquidação e aprimorando a jornada do investidor. A tokenização, se implementada corretamente, pode ser uma solução estratégica para as instituições financeiras que desejam se destacar, conforme demonstrado pela análise.

.

IV. Referências

[1] DUARTE, Rodrigo Garcia et al. TRANSFORMAÇÃO DIGITAL EM FINANÇAS: CENÁRIO DE DUAS PERSPECTIVAS TEÓRICAS.In: 1. Congresso de Transformação Digital. [S.l.: s.n.], 2020. v. 3.

[2] ACCENTURE; FEBRABAN.Estudo de tecnologias emergentes para o setor bancário. [S.l.: s.n.], 2024. Disponível em: https://cmsarquivos.febraban.org.br/Arquivos/documentos/ PDF/ FBB_Techs_Emergentes_Relatorio_imprensa_ VF.pdf. Acesso em: 05 nov. 2024.

[3] KAUR, Guneet. O que é Bitcoin? História, características, prós e contras. [S.l.: s.n.], 2024. Disponível em: https://br.cointelegraph.com/learn/articles/what-is-bitcoin. Acesso em: 21 nov. 2024.

Análise da Aplicação da Manutenção Preditiva através de Machine Learning no Controle dos Pneus Guia do Sistema Metroviário

Artur Lopez Pinho, Kauê Poggi de Azevedo, Rodrigo Garcia Valente
Engenharia de Produção
uniearpinho@fei.edu.br, uniekazevedo@fei.edu.br, uniervalente@fei.edu.br

Orientador: Prof. Dr. José Agostinho Baitello
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
josebait@fei.edu.br

Resumo: O presente estudo teve como objetivo desenvolver um modelo preditivo capaz de identificar falhas nos pneus-guia dos monotrilhos da Linha-15-Prata do Metrô de São Paulo. Para isso, utilizou-se dados históricos de temperatura e pressão dos pneus, além de informações sobre a posição das rodas, hora do dia e temperatura média do dia. Esses dados foram processados e analisados utilizando o software RapidMiner, com foco em Machine Learning. A construção do modelo preditivo se iniciou com o tratamento dos dados no RapidMiner. Após a aplicação da regressão logística, o RapidMiner gerou coeficientes para cada variável, indicando o peso de cada uma na predição de falhas. A análise desses coeficientes, por meio da equação da regressão logística, possibilitou a criação de uma fórmula específica para o modelo em questão. A eficácia do modelo preditivo, medida pela acurácia, foi de 87,7% no RapidMiner e 89,9% no Jamovi. Esses resultados demonstram a alta capacidade do modelo em prever corretamente a ocorrência de falhas nos pneus-guia. Além disso, a análise da curva ROC e do valor AUC confirmou a precisão do modelo na identificação de falhas.

Palavras-chave: Machine Learning. Metrô. Preditivo.

I. Introdução

O Metrô de São Paulo, operando desde 1974, é responsável pelo deslocamento diário de milhões de passageiros. Contando com 6 linhas, 91 estações e 175 trens em operação, o metrô facilita o acesso a centros comerciais, industriais e de serviços.

A Linha-15-Prata, única linha que trabalha com monotrilhos, também possui uma grande função social ao transportar diariamente de forma eficaz trabalhadores da zona leste para outras áreas de São Paulo, assim contribuindo para a descentralização das atividades econômicas e sociais na cidade. Desde sua abertura, a linha 15-Prata vem registrando episódios recorrentes e significativos de falha, evidenciando a necessidade da melhoria do sistema de manutenção da linha. Nesse contexto, a manutenção preditiva surge como uma abordagem promissora para enfrentar esse desafio enfrentado pela Linha-15-Prata do metrô de São Paulo, ao permitir a identificação e correção de falhas potenciais antes que estas comprometam a operação.

II. Objetivos

- Desenvolver um modelo preditivo que possa acusar com ao menos 70% de eficácia falhas nos pneus-guia.
- Aplicar algoritmos de machine learning para análise de dados históricos.
- Validar a eficácia do modelo através de métricas estatísticas.

III. Metodologia

Os dados foram coletados dos sensores de monitoramento já existentes dos pneus-guia da linha 15-Prata. Utilizou-se o software RapidMiner para a criação do modelo preditivo e o Jamovi para a análise estatística. O algoritmo de regressão logística representado na equação (1) foi selecionado devido a sua simplicidade ao lidar com variáveis categóricas e contínuas.

$$P = \frac{1}{1+e^{-(x_0+x_1\beta_1+x_2\beta_2+x_3\beta_3\cdots x_n\beta_n)}} \quad (1)$$

A eficácia do modelo foi avaliada através das métricas de pressão, recall e análise da curva ROC, exemplificada na Figura 1

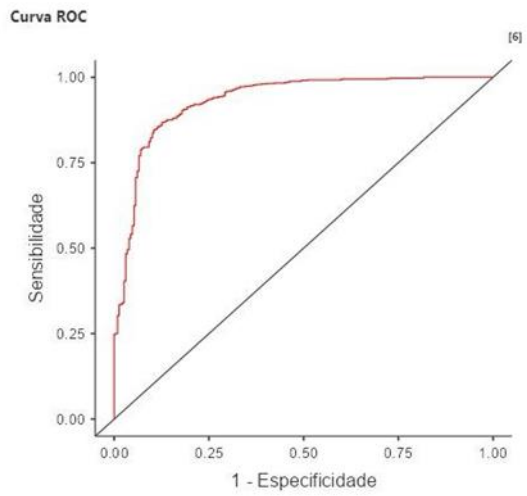


Figura 1. Curva ROC.

IV. Resultados

O modelo desenvolvido apresentou uma eficácia de 87,7% na identificação de falhas, com precisão validada por análise ROC e AUC. A análise mostrou que algoritmo de regressão logística e adequado para prever falhas nos pneus-guia com um bom grau de confiança.

V. Conclusões

Os resultados demonstram o potencial do uso de machine learning para a manutenção preditiva no setor metroviário. A implementação desse modelo pode contribuir significativamente para a redução de custos, melhoria da eficiência e aumento da segurança operacional.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a todos que tornaram possível a execução deste Trabalho de Conclusão de Curso. É com imensa gratidão e orgulho que concluímos este projeto que demonstra uma parte importante do nosso desenvolvimento enquanto alunos do Centro Universitário FEI.

Agradecemos aos colaboradores do Metrô de São Paulo, Gleyson Nascimento de Freitas, Fabio Gonçalves Cavalcante e Marcelo Dias de Campos por todo o suporte e boa vontade para auxiliar nas questões necessárias para a conclusão do projeto.

Às famílias de todos os membros do grupo que além de acreditarem no projeto, nos apoiaram encorajaram a cada momento, proporcionando a força necessária para continuar e temos a certeza de que sem eles, nada disso seria possível.

Aos amigos, namoradas e colegas que puderam fornecer apoio e ideias. Contribuições extremamente valiosas que tornaram esse caminho mais rico e significativo.

A todos os professores do Centro Universitário FEI que durante todo o curso nos passaram o conhecimento necessário para chegarmos aqui e irmos além.

Em suma, devemos nosso mais sincero agradecimento a todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste projeto.

Muito Obrigado.

Lean Manufacturing: Aplicação de Ferramentas para Reduzir Desperdícios no Processo de Cementação

Alison Ferreira, Gabryel de Queiroz Sacchi, Gustavo Miquelete Soares , Sophia do Norte Bonette
Engenharia de Produção
alisonferreira8@gmail.com, sacchi.gabryel@gmail.com, gustavo.miquelete1@gmail.com, sophiabonette8@3gmail.com

Orientador: Dra. Denise Luciana Rieg Scramim
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
derieg@fei.edu.br

Resumo: O estudo analisou a aplicação do Lean Manufacturing no processo de cementação de uma empresa de tratamento térmico, com o objetivo de identificar desperdícios e propor melhorias. Através de ferramentas como mapeamento de fluxo de valor, diagrama de espaguete, observações e entrevistas, foram identificados desperdícios de movimentação, espera e retrabalho. Como soluções, propôs-se um novo layout fabril, implementação do 5S e o sequenciamento FIFO, visando reduzir deslocamentos, melhorar a organização e aumentar a capacidade produtiva. As estimativas indicam redução de tempo de movimentação, retrabalho e aumento de capacidade. O estudo mostrou que mudanças simples e de baixo custo, alinhadas ao Lean, podem melhorar a produtividade e competitividade, embora o sucesso a longo prazo dependa de superação de resistências e engajamento dos colaboradores e liderança.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*, Desperdício, Cementação.

I. Introdução

O *Lean Manufacturing* surgiu com o propósito de desafiar o paradigma de que para aumentar a produção é necessário aumentar os gastos. Ele busca demonstrar que é viável aumentar a produção com menor esforço, reduzindo o uso de materiais ou encurtando o tempo necessário, tudo isso sem comprometer a qualidade e o valor entregue ao cliente (Dennis, 2008).

Com isso, o *Lean Manufacturing* concentra-se em eliminar sete desperdícios: superprodução, espera, super processamento, excesso de estoque, transporte e movimentações desnecessárias e defeitos. Para isso, é considerada a aplicação do *Lean Thinking*, que significa pensamento enxuto e é uma abordagem para identificar o valor para o cliente, organizando as ações de maneira otimizada, respondendo prontamente às solicitações e aprimorando continuamente a eficiência da execução das atividades (Costa; Jardim, 2010).

Além disso, é importante destacar que o *Lean Manufacturing* se vale de diversas ferramentas e técnicas específicas para identificar e mitigar os desperdícios dentro dos processos produtivos. Entre essas ferramentas, destacam-se o *5S*, o *Kaizen*, o *Kanban*, o *Just-in-Time* (JIT) e o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV).

Considerando essa perspectiva, torna-se evidente que o *Lean* excede a mera aplicação de uma metodologia. Se configura como uma filosofia abrangente que demanda uma transformação cultural completa em toda a organização para que suas práticas

Essa mudança cultural implica não apenas em adotar novos processos e procedimentos, mas também em redefinir mentalidades, comportamentos e valores fixados dentro da organização. É necessário um comprometimento em todos os níveis hierárquicos, desde a liderança até a base da pirâmide organizacional, para internalizar e incorporar os princípios do *Lean* na empresa. Só assim é possível alcançar os resultados esperados e obter a redução dos desperdícios e obter os benefícios prometidos por essa abordagem de gestão (Dennis, 2008).

II. Pergunta Problema

A pergunta problema que norteia o presente trabalho é: Quais os principais desperdícios associados ao processo produtivo de cementação na empresa de tratamento térmico estudada?

III. Figuras, tabelas e equações

Este trabalho utilizou uma abordagem qualitativa para coletar dados, por meio de entrevistas não estruturadas, cronometragens das atividades e observações diretas na fábrica. A coleta foi realizada ao longo de 28 semanas, com o auxílio de cronômetros digitais e tabelas para registrar os horários calculados, ajustando-se ao melhor momento para não prejudicar a produção.

Para analisar o fluxo físico dos operários, foram feitas medições em 23 cargas (amostra) durante uma semana, com base em uma população de 50 cargas semanais. Foi utilizado um cálculo de amostragem com 90% de taxa de confiança e uma margem de erro de 13%.

A fórmula usada para calcular o tamanho da amostra foi a seguinte, conforme Triola (2018):

$$Tamanho\ da\ amostra = \frac{z^2.p\ (1-p)}{1+\frac{z^2.\ p\ (1-p)}{e^2.N}}$$

Onde:

- zzz é o valor correspondente à confiança (normalmente 1,96 para 95% de confiança),
- ppp é a proporção estimada de sucesso,
- eee é a margem de erro,
- NNN é o tamanho da população.

Além disso, os caminhos registrados das movimentações dos operários foram analisados para identificar trajetos excessivos e possíveis melhorias no layout e na organização das operações. As distâncias percorridas e os tempos de deslocamento foram organizados em tabelas no Excel. O cálculo do desvio padrão foi realizado para cada movimento, permitindo avaliar a variabilidade do tempo gasto nas atividades e identificar oportunidades de otimização dos processos.

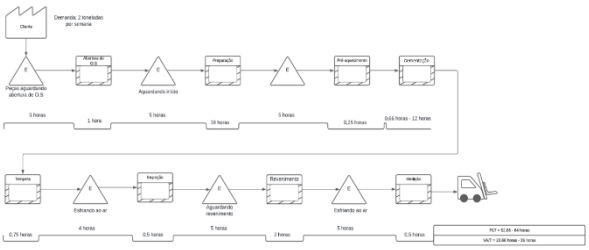


Figura 1. MFV Atual - fonte autores

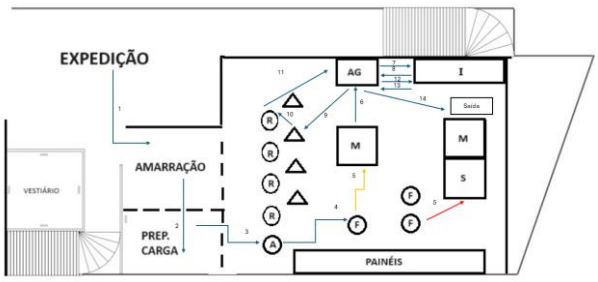


Figura 2. Diagrama de Espaguete Atual – Fonte Autores

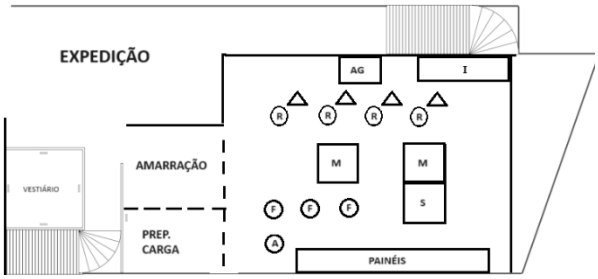


Figura 3. Proposta de novo Layout – Fonte Autores

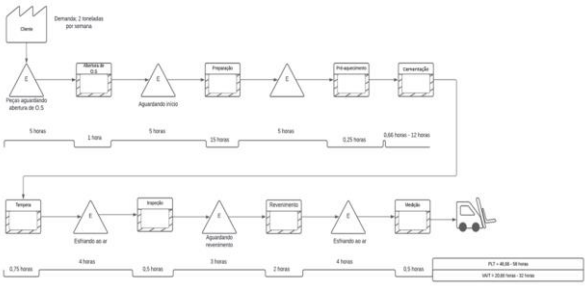


Figura 4. MFV futuro

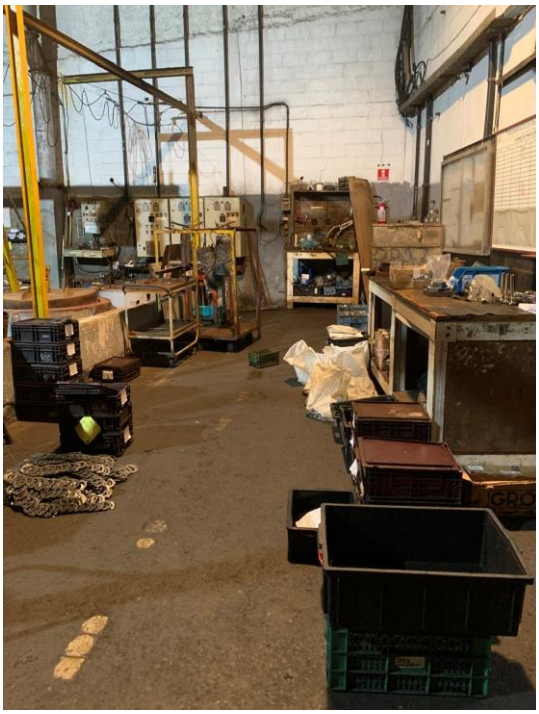


Figura 5. Foto de obstrução do caminho – Fonte foto da empresa estudo.

Tabela 1 – Dados de movimentação: forno martêmpera (caminho A)

Caminho	Descrição	Distância (m)	Repetição	Tempo (s)	Desvio Padrão
1	Pegar peças e levar até a amarração	5	1	4,17	0,21
2	Após a amarração levar até o cavalete da preparação de carga	5,5	1	4,58	0,14
3	Levar a carga preparada até o forno de pré-aquecimento	3	8	20	0,40
4	Levar a carga do pré-aquecimento para o Forno de Cementação	3,5	8	23,33	0,23
5	Levar a carga do Forno de cementação para Martêmpera	3,5	8	23,33	0,70
6	Levar a Carga da Martêmpera para aguardar a inspeção	5	8	33,33	1,67
7	Pegar as peças que estão aguardando inspeção	2,5	1	2,08	0,06
8	Retornar as peças inspecionadas para a área de espera	2,5	1	2,08	0,04
9	Levar as peças da área de inspeção para aguardar o revenimento	4	1	3,33	0,03
10	Carregar as peças que estão aguardando para o forno de revenimento	1	1	0,83	0,03
11	Remover as peças do revenimento e levar até a área para esfriar e aguardar inspeção	4	1	3,33	0,17
12	Pegar a peças que estão aguardando inspeção e levar até a inspeção	2,5	1	2,08	0,06
13	Retornar as peças inspecionadas para a área de espera	2,5	1	2,08	0,04
14	Levar peças aprovadas para o setor designado	12	1	10	0,10
Total		56,5	-	134,58	4,04

Fonte: Autores (2024).

Tabela 2 – Dados de movimentação salmoura (caminho B)

Caminho	Descrição	Distância (m)	Repetição	Tempo (s)	Desvio Padrão
1	Pegar peças e levar até a amarração	5	1	4,17	0,21
2	Após a amarração levar até o cavalete da preparação de carga	5,5	1	4,58	0,14
3	Levar a carga preparada até o forno de pré-aquecimento	3	8	20	0,40
4	Levar a carga do pré-aquecimento para o Forno de Cementação	3,5	8	23,33	0,23
5	Levar a carga do Forno de cementação para Salmoura	3,5	8	23,33	0,70
6	Levar a carga da Martêmpera para aguardar a inspeção	5	8	33,33	1,67
7	Pegar as peças que estão aguardando inspeção	2,5	1	2,08	0,06
8	Retornar as peças inspecionadas para a área de espera	2,5	1	2,08	0,04
9	Levar as peças da área de inspeção para aguardar o revenimento	4	1	3,33	0,03
10	Carregar as peças que estão aguardando para o forno de reveimento	1	1	0,83	0,03
11	Remover as peças do revenimento e levar até a área para aguarda	4	1	3,33	0,17
12	Pegar a peças que estão aguardando inspeção	2,5	1	2,08	0,06
13	Retornar as peças inspecionadas para a área de espera	2,5	1	2,08	0,04
14	Levar peças aprovadas para o setor designado	12	1	10	0,10
Total		56,5	-	134,58	4,04

Fonte: Autores (2024).

Tabela 3 – Dados de movimentação: forno Martêmpera (caminho A)

Caminho A					
Caminho	Descrição	Distância (m)	Repetição	Tempo (s)	Desvio Padrão
Caminho 1	Pegar peças e levar até a amarração	5	1	4,17	0,21
Caminho 2	Após a amarração levar até o cavalete da preparação de carga	5,5	1	4,58	0,14
Caminho 3	Levar a carga preparada até o forno de pré-aquecimento	3	1	15	0,1
Caminho 4	Levar a carga do pré-aquecimento para o Forno de Cementação	3,5	8	23,33	0,23
Caminho 5	Levar a carga do Forno de cementação para Martêmpera	3,5	8	23,33	0,70
Caminho 6	Levar a Carga da Martêmpera para aguardar a inspeção	5	1	19	0,08
Caminho 7	Pegar as peças que estão aguardando inspeção	2,5	1	2,08	0,06
Caminho 8	Retornar as peças inspecionadas para a área de espera	2,5	1	2,08	0,04
Caminho 9	Levar as peças da área de inspeção para aguardar o revenimento	4	1	3,33	0,03
Caminho 10	Carregar as peças que estão aguardando para o forno D	1	1	0,83	0,03
Caminho 11	Remover as peças do revenimento e levar até a área para aguardar	4	1	3,33	0,17
Caminho 12	Pegar a peças que estão aguardando inspeção	2,5	1	2,08	0,06
Caminho 13	Retornar as peças inspecionadas para a área de espera	2,5	1	2,08	0,04
Caminho 14	Levar peças aprovadas para o setor designado	12	1	10	0,10
Total		56,5	-	115,22	2.02

Tabela 4 – Dados de movimentação: forno Salmoura (caminho B)

Caminho B					
Caminho	Descrição	Distância (m)	Repetição	Tempo (s)	Desvio Padrão
Caminho 1	Pegar peças e levar até a amarração	5	1	4,17	0,21
Caminho 2	Após a amarração levar até o cavalete da preparação de carga	5,5	1	4,58	0,14
Caminho 3	Levar a carga preparada até o forno de pré-aquecimento	3	1	15	0,1
Caminho 4	Levar a carga do pré-aquecimento para o Forno de Cementação	3,5	8	23,33	0,23
Caminho 5	Levar a carga do Forno de cementação para a Salmoura	3,5	8	23,33	0,70
Caminho 6	Levar a Carga da Martêmpera para aguardar a inspeção	5	1	25	0,04
Caminho 7	Pegar as peças que estão aguardando inspeção	2,5	1	2,08	0,06
Caminho 8	Retornar as peças inspecionadas para a área de espera	2,5	1	2,08	0,04
Caminho 9	Levar as peças da área de inspeção para aguardar o revenimento	4	1	3,33	0,03
Caminho 10	Carregar as peças que estão aguardando para o forno D	1	1	0,83	0,03
Caminho 11	Remover as peças do revenimento e levar até a área para aguarda	4	1	3,33	0,17
Caminho 12	Pegar a peças que estão aguardando inspeção	2,5	1	2,08	0,06
Caminho 13	Retornar as peças inspecionadas para a área de espera	2,5	1	2,08	0,04
Caminho 14	Levar peças aprovadas para o setor designado	12	1	10	0,10
Total		56,5	-	94,56	1,95

Fonte: Autores (2024).

IV. Conclusões

Este trabalho teve como objetivo aplicar ferramentas do Lean Manufacturing para identificar desperdícios e propor melhorias no processo de cementação em uma empresa de Tratamento Térmico. Para isso, foram realizados vários passos, como o mapeamento do fluxo de valor (MFV) atual e futuro, a identificação de desperdícios e a aplicação de ferramentas Lean para solucioná-los.

A implementação da metodologia resultou em melhorias significativas, como a redução de 15% no tempo de movimentação no fluxo do processo, diminuindo o tempo de 134,58 segundos para 115,22 segundos. Além disso, houve uma redução na distância percorrida pelos trabalhadores, passando de 56,5 para 43,5 metros em um caminho e de 56,5 para 45,5 metros em outro.

Outra proposta implementada foi o 5S, que contribuiu com a redução de 2% no índice de peças retrabalhadas mensalmente, além de proporcionar benefícios intangíveis como melhor organização, maior segurança e conforto para os trabalhadores. A implementação do sequenciamento FIFO também trouxe ganhos importantes, como o aumento da capacidade de produção em até 100 kg por dia e a redução de 3 horas de espera, resultando em uma melhoria de 20% no índice de pontualidade das ordens de serviço.

A pesquisa reforça que o Lean Manufacturing oferece soluções acessíveis e eficazes, sem demandar grandes investimentos, e é ideal para empresas em busca de competitividade. Contudo, para que os resultados se mantenham, é necessário superar resistências iniciais, especialmente dos colaboradores, e investir em treinamento e engajamento da liderança. Com a implementação do plano de ação proposto, o trabalho alcançou os objetivos estabelecidos e forneceu respostas à questão central da pesquisa sobre os desperdícios no processo de cementação.

V. Referências

[1] ROTHER, M.; SHOOK, J. Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda.
Brookline: Lean Enterprise Institute, 2003.

[2] DENNIS, Pascal. Produção Lean Simplificada: Um Guia para Entender o Sistema de Produção Mais
Poderoso do Mundo, 2. Ed, Porto Alegre : Bookman, 2008.

[3] WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. A máquina que mudou o mundo: a história do lean thinking. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.

Impacto do Cashback na Fidelização de Clientes em uma Empresa de Varejo

Yasmin Tadini Ubeid
Engenharia de Produção
yasmin.ubeid@gmail.com

Orientador: Profª. Dra. Gabriela Scur
Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI
gabriela@fei.edu.br

Resumo: O aumento da competitividade e as transformações no comportamento do consumidor exigem que as empresas se adaptem a um cenário de constante mudanças. Nesse contexto, estratégias de fidelização, como programas de *cashback*, desempenham um papel crucial na gestão do relacionamento com os clientes, tornando-os mais duradouros e lucrativos. O objetivo deste trabalho é analisar como o programa de *cashback* contribui para a fidelização dos clientes e qual o impacto dessa estratégia no desempenho de uma empresa de varejo. Para alcançar este objetivo, foi realizada uma pesquisa de caráter qualitativo, por meio de um estudo de caso, envolvendo coleta de dados e entrevista com uma empresa varejista brasileira. Os resultados mostram uma melhoria no desempenho financeiro e na retenção de clientes ao longo do tempo, a partir da criação de *Key Performance Indicators*, a fim de comparar os períodos anterior e posterior da adoção do programa de recompensas. Além disso, a análise do *Lifetime Value*, em comparação com o CAC, revela uma diferença positiva, que confirma a eficácia das estratégias de *marketing* e vendas adotadas pela empresa, o que viabiliza o sucesso da implementação do *cashback* no comércio.

Palavras-chave: fidelização, *cashback*, competitividade, *lifetime value*, indicadores de desempenho.

I. Introdução

O avanço tecnológico e a maior competitividade entre as empresas exigem que estas foquem no relacionamento com os clientes para se destacarem no mercado. O CRM (*Customer Relationship Management)* engloba estratégias essenciais para entender as necessidades dos consumidores e criar vínculos duradouros. Mais especificamente, o *cashback*, que oferece benefícios financeiros, é uma das estratégias mais usadas atualmente para fidelizar clientes [4]. No entanto, apesar da popularidade dessa prática, há uma escassez de pesquisas acadêmicas sobre o impacto do *cashback* na fidelização de clientes [1].

Diante do tema apresentado, tem-se como objetivo geral deste trabalho compreender de que maneira o programa de *cashback* promove a fidelização de clientes e qual o seu impacto no desempenho de uma empresa de varejo [2]. Para isso, verificam-se os resultados do programa de *cashback* em uma empresa brasileira de varejo, analisam-se indicadores chave de desempenho e calcula-se o *Lifetime Value* (LTV) da empresa, antes e depois da aplicação do programa de *cashback*.

II. Referencial Teórico

A gestão estratégica é essencial para o sucesso das empresas, pois permite a adaptação contínua às mudanças do mercado e a definição de prioridades a longo prazo, envolvendo a implementação de estratégias focadas em atender às necessidades do ambiente competitivo [3]. No contexto atual, onde a competição é intensa e o foco no cliente se torna fundamental, a Gestão do Relacionamento com o Cliente (CRM) é crucial, visto que é voltada para o fortalecimento do vínculo com os clientes e a criação de valor para a empresa [4]. A fidelização de clientes consiste na criação de relacionamentos duradouros e de confiança entre empresas e consumidores, garantindo que os clientes continuem consumindo da marca e não da concorrência. Isso é alcançado por meio de uma combinação de satisfação contínua, superação de expectativas e oferta de valor, o que pode incluir benefícios como programas de fidelidade e *cashback*. Essas estratégias visam não apenas manter o cliente, mas também o transformar em um defensor da marcam gerando benefícios mútuos a longo e curto prazo [2].

Tais benefícios devem ser mensurados, a fim de providenciar para a liderança dados concretos que comprovem sua eficácia. Para medir o desempenho de forma mais precisa, as organizações passaram a adotar Indicadores Chave de Desempenho (KPIs), como o Custo de Aquisição de Clientes (CAC) e o *Lifetime Value* (LTV), que somados a outros KPIs importantes, oferecem uma visão clara sobre a eficácia das estratégias empresariais [5].

III. Metodologia

O presente trabalho é um estudo de caso de caráter qualitativo e exploratório com temporalidade

transversal, realizado através de pesquisa de campo em uma empresa de varejo brasileira. A coleta de dados se deu através de entrevistas com a liderança e a análise de documentos. Para preservar a confidencialidade dos dados da empresa, foram utilizados nomes fictícios.

IV. Estudo de Caso

O estudo de caso aborda o Grupo X, empresa de varejo brasileira fundada em 1994, com 206 lojas físicas e três online, que trabalha com grandes marcas como Nike e Adidas. Em 2018, o grupo implementou um programa de *cashback* em parceria com a Mais Bônus, com o objetivo de aumentar vendas e fidelizar clientes. O programa oferece 10% de *cashback* aos seus clientes, que pode ser aumentado para até 15%, gerado em qualquer compra em lojas físicas da marca. O bônus pode ser resgatado em compras futuras, com algumas restrições, como a exigência de um valor mínimo de compra (3,33 vezes o total do bônus a ser resgatado). Atualmente, o sucesso do programa é medido por três indicadores: NPS, Engajamento (percentual de vendas que geraram bônus) e Taxa de Resgate (percentual de bônus utilizados).

A proposta de novos indicadores de desempenho para o Grupo X visa aprofundar a análise do impacto do programa de *cashback*, além dos indicadores atualmente usados. Foram sugeridos KPIs como: Taxa de Retorno, Tempo de Retorno, Idade Média dos Clientes e Valor Médio das Vendas. Além de métricas especificas para o *cashback*, como: Valor Médio das Vendas e Taxa de Retenção. Também foi proposta a inclusão do cálculo do *Lifetime Value* (LTV) e do Custo de Aquisição de Clientes (CAC).

A análise dos resultados dos indicadores propostos para a marca AW do Grupo X foi dividida em dois períodos: antes e depois da implementação do programa de *cashback*. Para o primeiro período (junho, julho e agosto de 2018), foi observado que a Taxa de Retorno foi de 9%, com um Tempo de Retorno médio de 10 dias, indicando boa fidelização. A Idade Média dos clientes foi de 40 anos, e o Valor Médio das Vendas ficou em torno de R$387,00. A segmentação de compras indicou que a maioria das vendas se concentrou em faixas de valor entre R$250,00 e R$500,00. Porém, a limitação de dados (apenas três meses) dificultou uma análise mais robusta.

Já no período após a implementação do *cashback* (julho de 2023 a setembro de 2024), a Taxa de Retorno foi de 18%, o que representa um aumento significativo e relação ao período anterior, e o Tempo de Retorno médio subiu para 56 dias, reflexo de um tipo de produto com maior ticket médio (como tênis), que exige mais tempo para recompra. A Idade Média dos consumidores foi de 35 anos, e a análise de Engajamento e Resgate mostrou que 89% das vendas geraram bônus, mas apenas 8,8% desses bônus foram efetivamente resgatados, abaixo da meta de 15%. O Valor Médio das Vendas foi de R$740,00, e as compras com resgates de bônus apresentaram valores mais elevados, principalmente em transações acima de R$1.000,00.

A Taxa de Retenção, indicador de fidelização, foi de 6,5%, mostrando que embora o *cashback* gere um retorno positivo, a taxa de recompra após o resgate ainda é baixa. O cálculo do LTV revelou que, no período de 2024, o LTV foi de R$1.083,09, mais que o dobro do valor de 2018 (R$496,72), sugerindo que os clientes estão gastando mais e permanecendo por mais tempo com a marca. Esse aumento no LTV reflete o sucesso das estratégias de fidelização, que também são corroboradas pela redução da Taxa de *Churn*, que caiu de 91% em 2018 para 88% em 2024.

Por fim, o CAC em 2024 foi de R$57,87, inferior ao LTV, indicando que a empresa está adquirindo clientes de forma econômica e gerando um retorno positivo com a fidelização desses consumidores. A análise sugere que, com o aumento do LTV e a redução do CAC, a empresa está em uma trajetória de rentabilidade sustentável, com espaço para investir ainda mais nas estratégias de *marketing* e fidelização, garantindo um crescimento contínuo na rede de consumidores fiéis e elevando ainda mais os resultados financeiros. Em suma, o programa de *cashback* tem se mostrado eficaz para o Grupo X, ampliando a base de clientes e aumentando a receita.

V. Conclusões

Este estudo analisou o impacto do programa de *cashback* na fidelização do Grupo X, seus resultados mostraram melhoria no desempenho financeiro e na retenção de clientes, além de indicar que as estratégias de *marketing* e vendas são eficazes. No entanto, foram encontradas algumas limitações no estudo devido à falta de dados históricos. Além disso, sugere-se para pesquisas futura o desenvolvimento de um *survey* com a população para entendimento da aceitação do *cashback*.

VI. Referências

[1] A. A. Souza, Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2009.
[2] C. Moutella, Fidelização de Clientes como Diferencial Competitivo, 2002.
[3] D. Peppers; M. Rogers, CRM Series – Marketing 1 to 1, 2004.
[4] L. C. Zenone, Customer Relationship Management (CRM): Conceitos e estratégias mudando a estratégia sem comprometer o negócio, 2001.
[5] N. Patel, NP Digital, 2023.

Engenharia Química

Avaliação de Processo de Secagem para Subproduto de Alto Forno

Carolline Souza Chagas, Fernanda Soares, Letícia Cavalini Dias, Lucas Andreoli Checon, Nicole Barba Basilio
Engenharia Química
cachagas705@outlook.com, fehsoares99@gmail.com, leticia-cavallini@hotmail.com , lucaschecon@gmail.com, nick.bbasilio@hotmail.com

Orientador: Rodrigo Condotta
Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI
rcondotta@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho desenvolve e avalia um processo de secagem para o pó de balão, subproduto gerado nos altos-fornos siderúrgicos. A proposta é aprimorar o design e a eficiência de um secador que possibilite a redução da umidade do material, otimizando seu manejo e viabilizando a reutilização do composto como uma possível fonte energética. A metodologia incluiu análises laboratoriais para caracterização física do pó, modelagem no software ASPEN® para avaliar diferentes configurações de secadores e validação técnica com base em parâmetros operacionais. Os resultados indicaram que o secador rotativo apresentou o melhor desempenho em termos de eficiência térmica, uniformidade da secagem e menor tempo de operação. Conclui-se que o processo desenvolvido contribui para a otimização do manejo de resíduos industriais no setor siderúrgico.

Palavras-chave: Pó de balão. Secagem. Fonte alternativa de energia. Modelagem. Simulação.

I. Introdução

O pó de balão é um subproduto industrial gerado no processo de limpeza de gases do alto-forno, caracterizado por partículas ricas em ferro e carbono. Este material apresenta potencial para reaproveitamento em diversos contextos industriais, mas seu alto teor de umidade, agravado pelo armazenamento inadequado, dificulta o manuseio, transporte e utilização. Por isso, torna-se essencial desenvolver um processo de secagem eficiente que atenda às especificações técnicas exigidas pela indústria, reduzindo custos operacionais e otimizando sua integração em cadeias produtivas. Este trabalho buscou o desenvolvimento de um secador específico para o pó de balão, explorando seu desempenho por meio de simulações computacionais e estudos laboratoriais.

II. Objetivos

A. Objetivo Geral

Desenvolver e simular um processo de secagem para o pó de balão, reduzindo sua umidade e viabilizando seu uso como fonte energética.

B. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram: caracterizar o pó de balão quanto à composição química, granulometria e teor de umidade; determinar parâmetros cinéticos e condições ideais de secagem; simular o processo em diferentes configurações de secadores utilizando o software ASPEN®; e avaliar a eficiência técnica e econômica do processo proposto.

III. Metodologia

As etapas apresentadas na metodologia são exemplificadas em um fluxograma na Figura 1.

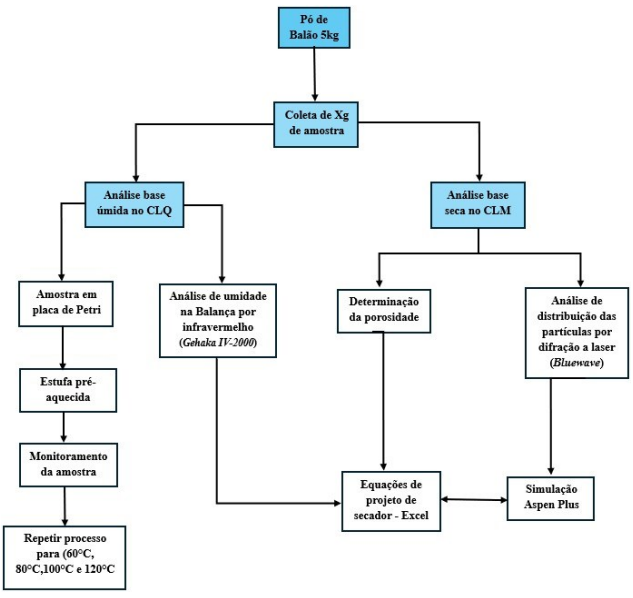
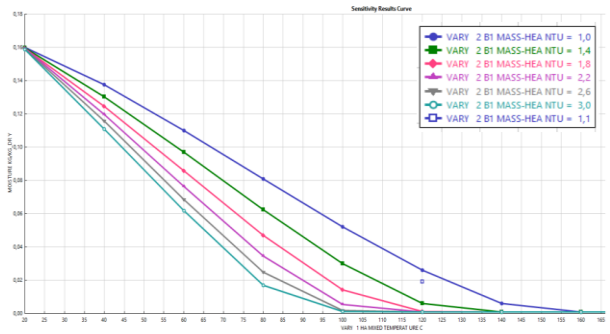


Figura 1. Fluxograma da metodologia.

IV.Resultados

Os resultados e discussões deste trabalho foram fundamentais para avaliar e comparar o desempenho de dois tipos de secadores – esteira contínuo e rotativo contínuo – visando otimizar a secagem do pó de balão, um subproduto siderúrgico com elevado teor de umidade inicial (13,9%) e granulometria média de 195 µm. Essa umidade inviabiliza seu uso direto como fonte energética, tornando essencial o desenvolvimento de processos de secagem eficientes. Testes preliminares em estufa indicaram que a temperatura de 100 °C era a mais adequada, garantindo a remoção eficiente de umidade e preservando as características físicas do material.

A simulação do secador tipo esteira contínuo no software Aspen Plus foi conduzida com base em parâmetros iniciais obtidos por cálculos manuais. Os primeiros modelos apresentaram ineficiência energética, mas, após ajustes iterativos, o secador foi configurado com vazão de ar reduzida para 31.312,25 kg/h, comprimento otimizado de 4,08 m e área transversal de 6,12 m². Esse modelo final reduziu o teor de umidade para menos de 5%, alcançando uma secagem uniforme e com alta eficiência energética, ideal para a aplicação pretendida no alto-forno da CSN, nota-se de acordo com a Figura 2, a temperatura em relação ao NTU.



Fonte: Aspen Plus 14V (2024).

Figura 2. Análise de sensibilidade da variação de NTU.

O secador rotativo contínuo, por sua vez, foi configurado com 16 m de comprimento e apresentou desempenho satisfatório na redução de umidade, mas com consumo energético elevado e menor uniformidade na transferência de calor. Essas limitações o tornaram menos vantajoso em relação ao modelo de esteira.

A análise comparativa mostrou que o secador tipo esteira contínuo é a solução mais eficiente, sustentável e economicamente viável. Além de consumir menos energia e ocupar menos espaço, ele garante uma secagem homogênea do pó de balão, adequando-o para reaproveitamento como fonte energética. Essa escolha está alinhada com os objetivos de economia circular e redução de impacto ambiental, contribuindo para o aproveitamento sustentável de resíduos industriais.

V .Conclusões

O estudo projetou e validou um secador eficiente para o pó de balão, utilizando simulações no Aspen Plus e testes laboratoriais. O secador tipo esteira, em contracorrente, foi a solução mais adequada, alcançando uma umidade final de 1%, essencial para a viabilização comercial do subproduto. A otimização do processo garante eficiência energética e qualidade do material, possibilitando seu uso como fonte alternativa de energia. Esse trabalho demonstra que é possível integrar soluções tecnológicas avançadas, como a simulação no ASPEN®, com práticas de engenharia aplicada, resultando em processos otimizados e sustentáveis. Para trabalhos futuros, recomenda-se implementação de testes em escala-piloto para validar os resultados obtidos e realizar ajustes na temperatura e vazão de ar para aprimorar o processo e explorar futuras aplicações.

VI. Referências

ALENCAR, J. P. S. G. de (2024) – Estudos sobre o uso de pó de balão em briquetes e aplicações siderúrgicas. AMORIM, F. et al. (2012) – Aproveitamento de resíduos na siderurgia.
ASPEN TECH (2019) – Manual e documentação técnica do software Aspen Plus.
BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (2024) – Normas ambientais e regulamentações.
FERREIRA, M.; GONÇALVES, D. (2023) – Relatórios e análises comparativas de combustíveis. GEANKOPLIS, C. J. (2003) – Transport Processes and Separation Process Principles.
PERRY, R. H.; GREEN, D. W. (2008) – Perry's Chemical Engineers' Handbook.
SILVA, J. C. (2013) – Eficiência energética e estudos de processos industriais.

Agradecimentos

Agradecemos ao Centro Universitário FEI pelo suporte técnico e acadêmico durante o desenvolvimento deste trabalho, à equipe do laboratório de Engenharia Química pela infraestrutura fornecida, e à Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) pelo fornecimento das amostras de pó de balão.

Startup de Vendas de Detergente Sustentável e Concentrado

André Mariano L. Gómez, Amanda Fantini Pedreira, Beatriz Darcie, Glauber Couto Passos
Engenharia Química
anlugo62@hotmail.com, amandafantini1@hotmail.com, beatrizdarcie@hotmail.com, glaubercoutopassos@gmail.com

Orientador: Rodrigo Cella
Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI
r.cella@fei.edu.br

Resumo: O trabalho apresenta o desenvolvimento de uma *startup* para produção e comercialização de detergente sustentável e concentrado no mercado brasileiro. O foco está na formulação de um detergente em gel, utilizando glicerina como diferencial para promover eficiência e sustentabilidade, alinhado às necessidades do mercado. A proposta inclui estratégias de *marketing* direcionadas ao setor gastronômico e parcerias estratégicas para consolidar a presença no mercado. Testes de desempenho confirmaram as qualidades esperadas do produto, como alta eficiência e baixo impacto ambiental. Combinando inovação e custo-benefício, a startup busca atender demandas de forma competitiva e ética.

Palavras-chave: *Startup*, Concentrado, Custo-benefício, *Storytelling*, Formulação, Sustentável.

I. Introdução

O estudo aborda a evolução dos detergentes, desde os primeiros sabões, criados por reações químicas simples, até os detergentes sintéticos desenvolvidos durante a Segunda Guerra Mundial, como alternativa à escassez de gorduras naturais. O uso desses produtos gerou impactos ambientais significativos devido a compostos não biodegradáveis derivados de petróleo. Com a crescente conscientização ambiental e a demanda por alternativas mais sustentáveis, este trabalho propõe o desenvolvimento de um detergente concentrado, inovador e eficiente [1]. A formulação utiliza glicerina e tensoativos diferenciados, com foco em minimizar impactos ambientais e atender às necessidades de consumidores que buscam produtos de alto desempenho e sustentabilidade. O projeto integra eficiência técnica, viabilidade econômica e responsabilidade ambiental, contribuindo para avanços no setor de produtos de limpeza.

II. Objetivos

O trabalho tem como objetivo criar uma startup dedicada à produção e venda de detergentes concentrados e sustentáveis, buscando unir inovação, eficiência e responsabilidade ambiental. A ideia é explorar formas de desenvolver uma fórmula que seja altamente eficiente na limpeza, mas com menor impacto ao meio ambiente. Além disso, o projeto busca entender melhor o mercado, identificando as necessidades dos consumidores e as oportunidades para se destacar. Outro foco importante é estruturar um plano estratégico que contemple desde a produção até a distribuição, pensando em como tornar o negócio viável e sustentável financeiramente. Mais do que oferecer um produto, o objetivo é contribuir para um mercado mais consciente e alinhado às demandas por soluções sustentáveis.

III. Metodologia

A metodologia do trabalho foi dividida em etapas para estruturar a *startup* e desenvolver o detergente sustentável. Inicialmente, foram definidos os princípios de missão, visão e valores, além da criação de um *storytelling* para conectar o produto às necessidades dos consumidores. O modelo de negócios foi elaborado com o uso de um Canvas, mapeando proposta de valor, público-alvo, canais de distribuição e estratégias de crescimento.

No laboratório, foram realizadas formulações de detergente concentrado utilizando tensoativos e solventes biodegradáveis, ajustando proporções para otimizar eficiência, estabilidade e impacto ambiental. As amostras foram submetidas a testes como formação de espuma, pH, viscosidade, ponto de turvação e concentração micelar crítica. Esses procedimentos garantiram o desenvolvimento de um produto com alta performance e sustentabilidade, alinhado aos objetivos do projeto.

A CMC (Concentração Micelar Crítica) é identificada pelo ponto em que a curva de condutividade muda de inclinação. Antes da CMC, a condutividade aumenta linearmente com a concentração do tensoativo devido ao aumento de íons livres na solução. Após atingir a CMC, os tensoativos formam micelas, estabilizando a condutividade. No caso da amostra A, a CMC está entre 0,02 e 0,025 mol/L, indicando o início da formação de micelas.

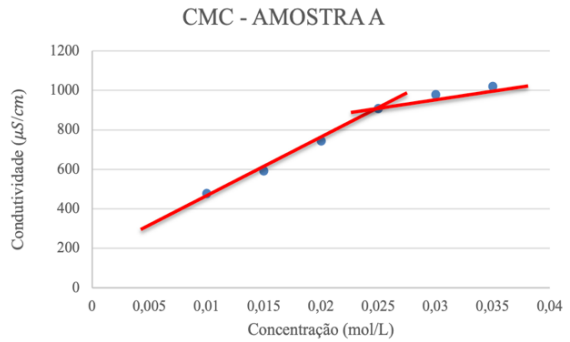


Figura 1. Condutividade em função da concentração A.

A CMC da amostra B é estimada entre 0,015 e 0,02 mol/L. Após essa faixa, o aumento da condutividade é menor, indicando que a maioria dos tensoativos já está em micelas. Comparada à amostra A, a amostra B possui uma CMC ligeiramente menor, possivelmente devido a diferenças em sua composição e características físico-químicas.

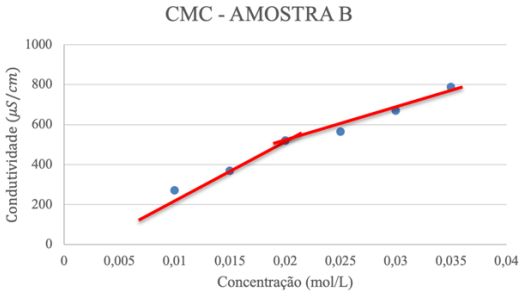


Figura 2. Condutividade em função da concentração B.

A composição da amostra B, com menor teor de água (15%) e maior concentração de tensoativos e agentes solubilizantes, como Propileno Glicol e Glucosurf, influencia suas propriedades físico-químicas. Esses componentes favorecem a interação entre moléculas, promovendo maior estabilidade em solução.

Tabela I. Formulações desenvolvidas – Amostra A.

Amostra A	
Material	Quantidade (mL)
Monoetanolamina	6
Glicerina	3
Glucosurf	9
Lauril Sulfato de Sódio	6
Água	36

Tabela II. Formulações desenvolvidas – Amostra B.

Amostra B	
Material	**Quantidade (mL)**
Propileno Glicol	10,8
Glucosurf	25,2
Lauril Sulfato de Sódio	15
Água	9

IV. Conclusões

Os resultados e discussões do trabalho mostram que o detergente concentrado desenvolvido apresentou alta eficiência e sustentabilidade, validando sua formulação por meio de testes laboratoriais como formação de espuma, pH, viscosidade e estabilidade térmica. O produto demonstrou ser competitivo em relação a detergentes tradicionais, destacando-se por utilizar componentes biodegradáveis e sustentáveis, como glicerina e tensoativos inovadores, garantindo menor impacto ambiental.

O projeto alcançou seus objetivos ao desenvolver um detergente eficiente e alinhado às demandas do mercado por sustentabilidade. O modelo de negócios da *startup* foi estruturado de forma robusta, integrando estratégias de *marketing* e parcerias para viabilizar a comercialização. O trabalho contribui para o avanço de soluções sustentáveis no setor de limpeza, destacando o potencial de impacto positivo para consumidores e meio ambiente.

V. Referências

[1] UNILEVER N.V. Cleaning compositions. Pedido de patente internacional WO1993003129A1. Publicado em 18 de fevereiro de 1993

Avaliação Técnico-Econômica da Produção de Hidrogênio por Reforma a Vapor da Mistura Acetona Butanol-Etanol Derivada da Fermentação de Bagaço de Cana-De-Açúcar

Carolina Dini, Gabriela Nakamura, João Muniz, Pedro Botelho
Engenharia Química
carolinadinids@gmail.com, nakamura_gabi@hotmail.com, joaomunizv@outlook.com, phtrufem@gmail.com.

Orientador: Bruna Pratto
Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI
brunapratto@fei.edu.br

Resumo: O presente estudo propõe uma análise técnico-econômica para produção de hidrogênio via reforma a vapor de uma mistura de solventes (acetona, butanol e etanol, ou ABE) derivada da fermentação do bagaço de cana-de-açúcar. A pesquisa investiga a análise de sensibilidade de variáveis operacionais, como temperatura, pressão e vazão de água, utilizando simulações realizadas no software Aspen Plus para otimizar o rendimento de hidrogênio. A simulação revelou que, com uma carga inicial de 10 ton/h de bagaço, o processo é capaz de gerar até 381 kg/h de hidrogênio com eficiência térmica de 58,3%. Em relação a análise econômica, foram considerados CAPEX e OPEX, que compreendem o custo de capital para instalação dos equipamentos e o custo operacional para manutenção e consumo de insumos. O estudo demonstra que se obteve custo operacional de US$12,7 M por ano e custo de capital de US$16,8 M, com receita anual calculada de US$22,9 M, avaliando que este processo se torna rentável a partir do sexto ano de operação sob as condições explicitadas.

Palavras-chave: Etanol, butanol, acetona, hidrogênio, eficiência, custo, rentabilidade.

I. Introdução

A utilização de combustíveis fósseis tem dominado a matriz energética global desde a Segunda Guerra Mundial, mas a crescente preocupação com o aquecimento global e a volatilidade do mercado de petróleo tem impulsionado o interesse por fontes renováveis [1, 2]. Nesse contexto, os biocombustíveis surgem como alternativa, especialmente os de segunda geração (2G), produzidos a partir de biomassa residual.

Dentre as rotas de produção, a fermentação ABE (acetona, butanol e etanol), mediada por bactérias do gênero Clostridium, permite o uso de diversas fontes de biomassa e apresenta potencial para a geração de combustíveis e solventes de valor agregado. Contudo, o processo enfrenta desafios relacionados aos altos custos energéticos, devido à necessidade de destilação para purificação dos produtos [3].

Simultaneamente, o hidrogênio, reconhecido como uma fonte de energia limpa, ganha destaque por suas diversas vantagens, como alta eficiência energética, versatilidade de uso e emissão zero de carbono quando utilizado em células a combustível.

Neste trabalho, realiza-se uma análise técnico-econômica da produção de hidrogênio por reforma a vapor de solventes ABE obtidos da fermentação do bagaço de cana-de-açúcar, considerando variáveis como temperatura, pressão e vazão de água, com o objetivo de otimizar a produção e avaliar custos de operação e capital.

II. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo avaliar técnica e economicamente a produção de hidrogênio via reforma a vapor dos solventes ABE, obtidos pela fermentação do bagaço de cana-de-açúcar, englobando pesquisa bibliográfica sobre as propriedades dos solventes e sua produção, simulação do processo no Aspen Plus, análise de rendimento produtivo e sensibilidade a variáveis operacionais, além da avaliação econômica e do impacto da variação de custos no retorno financeiro.

III. Metodologia

O estudo detalha o processo de produção de hidrogênio por reforma a vapor dos solventes acetona, butanol e etanol (ABE), utilizando o bagaço de cana-de-açúcar como matéria-prima principal. O processo começa com o pré-tratamento do bagaço, que inclui uma etapa física de moagem para reduzir o tamanho das partículas e um tratamento químico com ácido diluído. Essa etapa promove a separação dos principais componentes da biomassa, como celulose, hemicelulose e lignina, facilitando o acesso das enzimas na etapa subsequente. A biomassa tratada segue para a hidrólise enzimática, onde enzimas específicas convertem celulose e hemicelulose em açúcares fermentáveis. Após a separação dos resíduos sólidos, a solução rica em açúcares é direcionada à fermentação, onde os açúcares são transformados em solventes ABE por meio da ação de bactérias do gênero Clostridium.

Esses solventes são então submetidos à reforma a vapor, uma etapa em que são misturados com água em alta temperatura (entre 973 K e 1273 K) e pressão atmosférica. Nos reatores, as condições de operação otimizam a conversão dos solventes em hidrogênio e dióxido de carbono, minimizando a formação de subprodutos indesejáveis como monóxido de carbono e metano. O hidrogênio produzido é purificado por meio de uma solução de monoetanolamina (MEA), que captura o dióxido de carbono, resultando em um produto final de alta pureza.

Todas essas etapas foram simuladas detalhadamente no software Aspen Plus. Para a modelagem do processo, fluxogramas específicos foram desenvolvidos, representando cada operação unitária e suas interações. Foi utilizado o pacote termodinâmico NRTL para representar misturas líquidas não ideais, devido à presença de compostos polares como butanol, etanol e acetona. Para os reatores de reforma a vapor (modelados como reatores de Gibbs), foi utilizado o modelo IDEAL, considerando as condições de equilíbrio químico.

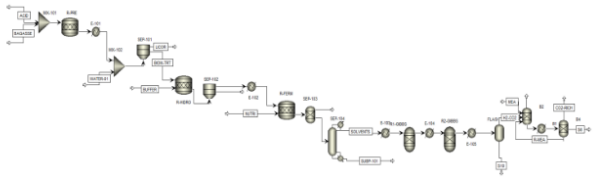


Figura 1. Fluxograma do processo no software Aspen Plus.

Os equipamentos modelados incluem misturadores, reatores, separadores sólido-líquido, trocadores de calor e colunas de absorção e regeneração de MEA. As condições operacionais, como temperaturas, pressões e taxas de conversão, foram ajustadas com base em referências da literatura, assegurando a precisão de dados. Além disso, foram simuladas correntes específicas, como a biomassa tratada, soluções tampão para hidrólise, e a mistura de solventes ABE com vapor de água, garantindo que cada etapa estivesse adequadamente representada. Além disso, foi realizada uma análise de sensibilidade, variando parâmetro como temperatura, pressão e vazão de água, identificando as condições operacionais mais favoráveis.

A análise econômica foi integrada às etapas técnicas, considerando custos de capital (CAPEX), operacionais (OPEX) e receitas projetadas com base nos rendimentos otimizados. Além disso, uma análise de sensibilidade avaliou como variações no preço do hidrogênio e nos custos operacionais afetam a performance econômica do projeto.

IV. Conclusões

Foi desenvolvido uma análise técnico-econômica detalhada para a produção de hidrogênio a partir da reforma a vapor da mistura acetona-butanol-etanol (ABE), derivada da fermentação do bagaço de cana-de-açúcar. Para sustentar o projeto, foi realizada uma simulação no software Aspen Plus, iniciando com a entrada de 10 ton/h de bagaço de cana e contemplando todas as etapas, desde o pré-tratamento até a reforma a vapor e, por fim, a separação de H_2 e CO_2 para viabilizar o processo. Dessa forma, obteve-se a formação de 381 kg/h de H_2 ao fim do processo, com baixa emissão de CO_2 devido à integração de um sistema de captura de carbono.

Durante o projeto, foi realizada uma análise de sensibilidade, que desempenhou um papel central na otimização do processo, ajustando variáveis como temperatura, pressão e vazão de água. Essa análise permitiu identificar condições ideais que maximizam a produção de hidrogênio e minimizam a formação de subprodutos indesejáveis, como o monóxido de carbono, promovendo um processo mais eficiente e sustentável.

Em termos econômicos, a análise revelou um CAPEX de 16,8 milhões de dólares e um OPEX anual de 12,7 milhões de dólares, com uma receita projetada de 22,9 milhões de dólares por ano. Esses números mostram que o Valor Presente Líquido (VPL) do projeto se torna positivo a partir do 6º ano de operação, indicando sua viabilidade econômica no médio prazo. Entretanto, o projeto é sensível a variações no preço de venda do hidrogênio e no custo de matérias-primas, como a monoetanolamina (MEA), utilizada na captura de CO_2, e as enzimas empregadas no pré-tratamento, que se mostraram fatores significativos no custo operacional.

Conclui-se, portanto, que este estudo integra modelagem técnica e análise econômica para propor uma rota promissora e sustentável para a produção de hidrogênio. A utilização de resíduos agroindustriais, como o bagaço de cana-de-açúcar, reforça o potencial do processo para a transição energética de baixo carbono, destacando a importância de políticas de incentivo e estabilidade econômica para viabilizar projetos inovadores como este.

V. Referências

[1] QUERESHI, Nasib; EZEJI, Thaddeus C. Butanol, a superior biofuel' production from agricultural residues (renewable biomass): recent progress in technology. Biotechnology and Bioengineering, Mar. 2008.

[2] GARCÍA, Verônica et al. Challenges in biobutanol production: How to improve the efficiency. Renewable and Sustainable Energy Review, Fev. 2011.

[3] KUMAR, B. et al. Thermodynamic and energy analysis of renewable butanol–ethanol fuel reforming for the production of hydrogen. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2017.

Agradecimentos

O agradecimento é destinado a toda a equipe de professores que apoiaram processo de desenvolvimento desse estudos, em especial a orientadora Dra. Bruna Pratto.

Determinação da Concentração de Sólidos em um Reator de Polimerização Utilizando um Sensor Virtual

João Pedro Ravara, Pedro Neri, Pedro Durigam, Vinicius Leite
Engenharia Química
jpravara@gmail.com, pedromamoneneri@hotmail.com, pedromdurigam@outlook.com, viniciusp.leite99@gmail.com

Orientador: Luís Fernando Novazzi
Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI
lnovazzi@fei.edu.br

Resumo: O Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e o Polietileno de Média Densidade (PEMD) são amplamente utilizados na indústria, sendo sintetizados em reatores *Loop Slurry* sob condições controladas. Este trabalho desenvolveu um sensor virtual baseado em Redes Neurais Artificiais (RNAs) para estimar a concentração de sólidos no reator, variável crítica para o processo. Foram coletados e analisados dados históricos de operação, normalizados e utilizados para treinar modelos no *Matlab*, com algoritmos como *trainlm* e funções de ativação como *tansig* e *purelin*. Foi utilizado o Teste de Hagan para otimização e foram treinados diferentes grupos de RNAs com configurações diferentes, obtendo-se um modelo com correlação de 0,999235 e capaz de prever a concentração de sólidos com erro inferior a 0,2%. Destacam-se o desempenho do algoritmo *trainlm* e a função *purelin* na camada de saída.

Palavras-chave: polietileno, redes neurais artificiais, concentração de sólidos, sensor virtual, eteno, matlab.

I. Introdução

A produção de PEAD e um processo essencial na indústria de plásticos, sua produção pode ocorrer através da tecnologia de um reator do tipo *Loop Slurry*, no qual o monômero de eteno e conduzido por um diluente (isobutano), entrando em contato com os sítios ativos do catalisador cromo adicionado, promovendo assim sua polimerização [1].

A operação do reator é realizada pela análise de diversas variáveis de processo e suas tendências no tempo. Uma dessas variáveis é a concentração de sólidos, no qual corresponde a quantidade de massa polimérica formada e controlada dentro de reator.

A medição da *CS* é realizada por um sistema físico de radiação ionizante instalado em umas das curvas do reator. Sua má funcionalidade ou a perda do equipamento pode gerar grandes instabilidades no controle do reator e assim levando até o entupimento dele.

Uma das alternativas encontradas para medição de parâmetros críticos são os sensores virtuais, que são algoritmos matemáticos que possibilitam uma estimativa em tempo real de variáveis de interesse, feita a partir de outras variáveis disponíveis [2].

Para realização dos sensores virtuais, esse trabalho fez a utilização de Redes Neurais Artificiais (RNAs) que são técnicas computacionais que realizam a previsão de cálculos complexos de forma computacional e iterativa.

II. Objetivo

Determinar a concentração de sólidos de um reator de polimerização de eteno tipo *loop slurry* numa planta petroquímica real de PEAD a partir de um sensor virtual.

A. Objetivos Específicos

- Obtenção da base de dados da planta;
- Tratamento e normalização dos dados;
- Construção gráfica das variáveis de processo e suas influências;
- Estruturação e treinamento das redes neurais;
- Validação do sensor virtual com os dados da planta;

III. Metodologia

Segundo [3], a Análise de Componentes Principais selecionou as 8 variáveis mais influentes para a estimativa da concentração de sólidos, reduzindo as 11 iniciais ao eliminar aquelas com menor relevância e maior interdependência.

A base de dados coletada em regime estacionário, abrangendo resinas de alta densidade de diversas campanhas, será utilizada para treinar a RNA e possibilitar a medição online da concentração de sólidos, oferecendo uma alternativa ao sistema atual.

Tabela I. Variáveis de entrada e de saída.

Variável de processo	Símbolo	Unidade
Potência da bomba de circulação	*PtB*	kW
Temperatura do reator	*Tr*	°C
Delta de temperatura do reator	*Dtr*	°C
Vazão de monômero	*VzM*	t/h
Vazão de diluente	*VzD*	t/h
Taxa de produção horária	*TxP*	t/h
Tempo de residência	*Tao*	min
Concentração de monômero	*CcM*	wt%
Concentração de sólidos	*CS*	%

Os dados foram organizados em uma planilha contendo 9 variáveis (8 de entrada e 1 de saída) para 11 resinas de PEAD, com a maioria com 2 campanhas por resina. Campanhas com maior duração foram priorizadas, excluindo períodos de partida, parada e transições. Após seleção, os dados foram normalizados para uma escala de 0 a 1. A normalização foi seguida de randomização para evitar que a RNA aprenda padrões específicos da ordem dos dados, garantindo maior generalização do modelo.

O Teste de Hagan foi usado para definir a quantidade ideal de neurônios nas RNAs, analisando a relação entre o erro de simulação e o número de neurônios treinados. Para isso, foram criadas RNAs no *Matlab* com uma camada, utilizando diferentes algoritmos de treinamento e funções de ativação, abrangendo 3600 RNAs com até 20 neurônios.

Na etapa de treinamento e simulação, foram designados quatro grupos de RNAs, organizados com diferentes números de camadas e configurações de neurônios para otimizar o treinamento e reduzir a complexidade computacional. Os grupos 1 e 2, com uma camada oculta, e os grupos 3 e 4, com duas camadas ocultas, divididas com diferentes configurações na faixa de 1 a 20 neurônios.

Na etapa de simulação, foram selecionados 215 conjuntos de dados da base de dados normalizada de modo único para cada Grupo, conjuntos estes distintos dos utilizados nos treinamentos das RNAs para analisar a capacidade de predição de resultados da concentração de sólidos.

IV. Resultados

O Teste de Hagan obteve um perfil característico decrescente, porém não foi eficaz para o modelo proposto, já que não evidencia em qual neurônio que se obtém o menor erro de simulação, aparentando erros baixos e constantes na faixa de 2 a 20 neurônios, mantendo a escolha de trabalhar com essa larga faixa nos grupos de RNAs.

Tabela II. Resultados das simulações dos grupos

Análise	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
R^2	0,999184	0,999183	0,999172	0,999235
Erro (%)	0,21109	0,21893	0,21040	0,1965

Comparando todas as RNAs, o Grupo 4 se destacou como a melhor arquitetura geral. Ele apresentou a mais alta correlação e o menor valor de erro médio de simulação. Sua estrutura de duas camadas, mais robusta e complexa, garantiu maior precisão nas previsões da concentração de sólidos do reator. Apesar do tempo de simulação ter sido maior (10 horas em comparação com 0,75 horas dos Grupos 1 e 2), isso não afeta o tempo de resposta na aplicação real, pois a complexidade impactou apenas a etapa de treinamento. Assim, o Grupo 4 oferece a maior confiabilidade e precisão, tornando-se a melhor escolha entre todas as arquiteturas avaliadas.

Além disso, o algoritmo de treinamento *trainlm* e a função de ativação *purelin* na camada de saída foram predominantes nos grupos de simulação de RNAs.

V. Conclusão

A determinação da concentração de sólidos em reatores de polimerização utilizando sensores virtuais baseados em RNAs mostrou-se promissora para otimizar a produção de PEAD. A análise demonstrou a viabilidade do método, identificando variáveis críticas do processo que foram analisadas e construindo modelos confiáveis com dados tratados e normalizados, que garantiram precisão e evitaram influência de outliers.

Os gráficos apresentados confirmaram o regime permanente, assegurando a estabilidade do reator e a consistência da base de dados utilizada, composta por aproximadamente 2000 horas de produção.

O Teste de Hagan evidenciou que redes com 2 a 20 neurônios são adequadas para o modelo, sem diferenças significativas entre elas, e confirmou-se a eficácia das RNAs treinadas. A melhor RNA do estudo foi encontrada no Grupo 4, com duas camadas ocultas, neurônios intercalados entre ímpares e pares, correlação de 0,999235 e erro médio de 0,1965%, destacando-se como a mais eficiente para estimar a concentração de sólidos no reator.

Os resultados apontam que a implementação do sensor virtual poderá aumentar a confiabilidade do processo, melhorar a segurança operacional da planta de PEAD.

VI. Referências

[1] ALLEMEERSCH, P. Polymerisation of Ethylene in Slurry Loop Reactors. 1° ed. [S.L.], 2015.

[2] JAMES, S. C.; LEGGE, R. L.; BUDMAN, H.
Reviews in Chemical Engineering, v.16, p.311-340, 2000.

[3] MATTOS, M. F. C. de.
Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2022.

Estudo do Processo da Captura de Dióxido de Carbono por Adsorção Química e Produção de Hidrogênio Azul para Geração de Energia Sustentável

Gabriel Carvalho da Silva, Isabella Rodrigues Moscardo Vieira, Juan Victor Souza Guerra, Yasmim Carvalho Torres da Costa
Engenharia Química
gbielcarvalho010301@gmail.com, isarodriguesmv@gmail.com, juansoft13@gmail.com, yasmimctorresdacosta@gmail.com

Orientador: João Guilherme Rocha Poco
Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI
jgrpoco@fei.edu.br

Resumo: Nos últimos anos, o aumento da temperatura global tem se tornado uma preocupação crescente. O dióxido de carbono é o principal gás do efeito estufa, responsável por grande parte da mudança climática. Neste contexto, a captura de carbono emerge como uma solução promissora para mitigar o aquecimento global. Este trabalho foca na captura de dióxido de carbono e no aproveitamento do hidrogênio azul, um subproduto desse processo, para a geração de energia sustentável. A metodologia empregada utiliza o processo *CryocapH₂*, desenvolvido pela *Air Liquide*, e a simulação da planta é conduzida no software *Aspen Plus®,* com foco na reforma do metano a vapor (SMR) e a reação *Water Gas Shift* (WGS). Os resultados indicam que o processo foi eficiente para maximizar a produção de dióxido de carbono e purificar e separar o hidrogênio dos demais componentes. Diante disso, o objetivo é demonstrar que a captura, associada à produção de hidrogênio azul, é uma alternativa viável tecnicamente para mitigar as mudanças climáticas e promover uma geração de energia sustentável.

Palavras-chave: Mudança climática, Dióxido de Carbono, Hidrogênio azul, *Water Gas Shift*, Reforma do metano a vapor, *Pressure Swing Adsortion*.

I. Introdução

Nos últimos anos, o aumento da temperatura da terra tem sido uma questão gradativamente mais alarmante. Em consequência das emissões de gases do efeito estufa e do fenômeno *El Niño*, pesquisadores definiram que há uma probabilidade de 66% que seja ultrapassado o limite de aquecimento anual até 2027. [1] Segundo a ONU, as atividades humanas têm sido cruciais para o aumento da temperatura global, em consequência da queima de combustíveis fósseis, que emite gases do efeito estufa, aumentando então a temperatura.

O dióxido de carbono é um dos principais gases emitidos no efeito estufa, responsável por cerca de 60% dele e proveniente da queima de combustíveis fósseis, queimadas e desmatamentos. De acordo com a ONU, esses gases estão nas concentrações mais altas desde 2 milhões de anos atrás, e continuam aumentando [2].

II. Metodologia

A. Estudo dos componentes e do processo

Inicialmente, foi realizado um levantamento dos principais componentes e operações envolvidos no processo, e a análise incluiu as etapas de reforma a vapor de metano (SMR), reação *Water Gas Shift* (WGS), desidratação e separação criogênica.

B. Diagrama de Operações

Um fluxograma de operações (Figura 01) foi obtido para ilustrar o processo. O método *CryocapH₂* inicia com a compressão do gás de escape do PSA, seguida por purificação criogênica para separar o dióxido de carbono sob pressão, otimizando o consumo energético. A separação por membranas aumenta a taxa de captura do dióxido de carbono, alcançando 97% de eficiência e melhora a recuperação do hidrogênio do gás de síntese.

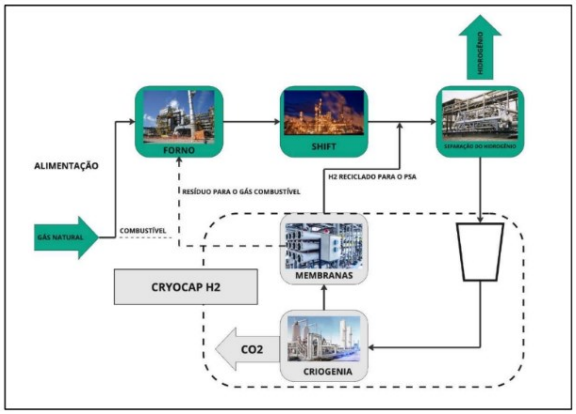


Figura 1. Fluxograma de Operações [3].

C. Simulação Computacional

As operações unitárias e os componentes do processo foram modelados no *software Aspen Plus®*. A simulação considerou as condições operacionais descritas no fluxograma.

D. Modelo Termodinâmico

Foi adotado o modelo PR-BM ajustado com função alfa de Boston-Mathias, devido à sua capacidade de representar com precisão o equilíbrio líquido-vapor em altas pressões e temperaturas.

III. Resultados

A. Construção do Fluxograma de Processos

O primeiro passo do estudo foi a elaboração do fluxograma do processo utilizando o *software Aspen Plus®*, conforme ilustrado na Figura 2. Esse diagrama detalhou as principais etapas envolvidas na captura de dióxido de carbono e na produção de hidrogênio azul, desde a entrada de metano e vapor no reator de reforma a vapor de metano (SMR), até a separação criogênica e purificação por membranas. Cada operação foi representada com as condições de operação estabelecidas, garantindo uma visão clara da integração entre as unidades operacionais.

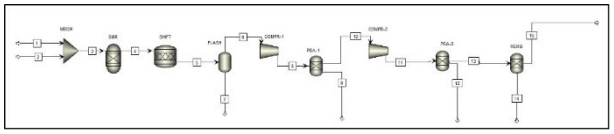


Figura 2. Fluxograma final do processo no *Aspen Plus*.

B. Desempenho da Etapa SMR e SHIFT

O reator de reforma a vapor de metano (SMR) operou isotermicamente a 700 °C e foi responsável pela conversão do metano em monóxido de carbono e hidrogênio por meio da seguinte reação endotérmica:

$CH_4 + H_20 \rightarrow CO + 3H_2$ (Equação 1)

Na sequência, o fluxo foi direcionado ao reator de *Water Gas Shift* (WGS), onde o monóxido de carbono foi convertido em dióxido de carbono e hidrogênio adicional por meio da reação exotérmica:

$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$ (Equação 2)

Essa configuração mostrou-se eficiente, com aumento significativo na vazão de hidrogênio, alinhando-se aos parâmetros industriais de produção. A combinação dessas reações garantiu uma maximização da produção de hidrogênio e a captura de dióxido de carbono, atendendo aos objetivos do processo.

C. Eficiência do Sistema de Separação

Durante a etapa de desidratação e separação criogênica, o uso do *FLASH* para remover a água reduziu a vazão em 99,9%, otimizando o fluxo para as demais etapas. A operação no PSA alcançou uma taxa de captura de dióxido de carbono superior a 97%, com alta pureza nos produtos separados, e as membranas aumentaram a pureza do hidrogênio em 15%.

O estudo demonstrou que a integração das etapas do processo é tecnicamente viável. Nas tabelas I e II abaixo, esses resultados reforçam a robustez do método utilizado.

Tabela I. Relação inicial dos componentes do processo.

Componentes	Entrada	Saída SMR	Saída SHIFT
H_2O	300,00	170,83	105,71
CO	0,00	70,79	5,66
H_2	0,00	329,11	394,22
CO_2	0,00	29,19	94,31
CH_4	100,00	0,028	0,028

Tabela II. Relação final dos componentes do processo.

Componentes	Captura de Carbono	Captura de Carbono	Saída de H2
H_2O	0,00	0,00	4,52
CO	3,96	0,34	1,08
H_2	0,00	0,00	394,22
CO_2	84,87	8,59	0,047
CH_4	0,00	0,00	0,022

IV. Conclusões

A análise mostrou que o método *Cryocap™* é viável e eficiente na captura do dióxido de carbono e purificação de hidrogênio. Simulações no software *Aspen Plus®* reproduziram condições operacionais essenciais, como a reforma do metano a vapor (SMR), a reação *Water Gas Shift* (WGS), processo *FLASH*, a adsorção por oscilação de pressão (PSA) e, por fim, a separação por membranas, otimizando a integração dos processos e confirmando a viabilidade dos objetivos relacionados à captura e purificação dos gases.

V. Referências

[1] Carvalho, J. *El Niño deve durar ao menos até abril de 2024, aponta Organização Meteorológica Mundial*. Disponível em: https://bit.ly/4d4M3KW. Acesso em: 18 abr. 2024.

[2] G1 - O portal de notícias da globo. *Temperaturas globais devem subir a níveis recordes nos próximos cinco anos, diz ONU*, 2023. Disponível em: Acesso em: 09 abr. 2024

[3] Pichot, D et al., *Energy Procedia*, 114 (2017) 2682–2689. [2] M. Rocha, Conceitos Fundamentais, Spring-Verlag, 1999.

Análise Econômica do Processo de Epoxidação do Óleo de Soja

Maria Tartarini, Maysa Nesti, Otávio Duarte e Rafaela Cotrufo
Engenharia Química
mariaftartarini@gmail.com, maysa.nesti@gmail.com, orollo146@gmail.com e rafaela.cotrufo@outlook.com

Orientador: Gustavo Vieira Olivieri
Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI
gustavo.vo@fei.edu.br

Resumo: O trabalho avaliou a viabilidade econômica da produção de óleo de soja epoxidado (OSE), um aditivo para plásticos, como alternativa aos ftalatos. Utilizando o Brasil, grande produtor de óleo de soja, como contexto, o objetivo é aplicar modelos econômicos ao processo de epoxidação. A pesquisa envolvou a simulação e dimensionamento de equipamentos com o software Aspen Plus, análise de custos operacionais e de capital, e cálculo da margem de lucro. O processo inclui reator tubular, decantação e purificação do OSE. A análise econômica resultou em uma margem de lucro líquida de 92,5%, comprovando a viabilidade do processo.

Palavras-chave: Processo contínuo, simulação, óleo de soja, óleo de soja epoxidado (OSE), plásticos, viabilidade econômica.

I. Introdução

A indústria química enfrenta desafios para adotar os princípios da Química Verde, e o Brasil, como o terceiro maior produtor de óleo de soja, se destaca nesse contexto. O óleo de soja é amplamente utilizado, especialmente na produção de biodiesel, um combustível sustentável [1]. Além disso, o óleo de soja é cada vez mais empregado em reações químicas, como a epoxidação, que resulta no óleo de soja epoxidado (OSE), uma alternativa sustentável aos ftalatos, plastificantes tóxicos usados no PVC [2].

O processo de epoxidação envolve reações com peróxido de hidrogênio e ácido carboxílico, em um sistema bifásico, seguido de purificação do OSE [2]. Este trabalho visa avaliar economicamente o processo contínuo de epoxidação, que oferece maior eficiência em comparação com o método de batelada, promovendo a sustentabilidade e atendendo à demanda da indústria de plásticos por alternativas mais seguras e ecológicas.

II. Metodologia

O processo de epoxidação proposto envolve um reator tubular para a reação, seguido de um decantador para separar a fase aquosa da fase orgânica. Em seguida, são sugeridas operações de purificação, como torre de lavagem, filtros, secador e destilação flash, para remover resíduos de ácidos, perácidos e peróxido. No entanto, para a análise econômica e simulação no software Aspen, a quantidade de operações unitárias foi reduzida, seguindo uma abordagem de literatura, eliminando a torre de lavagem, filtro e secador [3]. Isso permitiu focar nos aspectos mais relevantes do processo sem comprometer a viabilidade da simulação.

A. Simulação Reator

O reator tubular foi escolhido para a simulação devido à sua capacidade de reduzir o tempo de residência e aumentar a produtividade em comparação ao reator batelada [4]. Para a simulação no Aspen Plus, foram selecionados componentes e imputados dados como métodos de propriedade, variáveis de estado, composições molares, configurações do reator e dados de cinética. O modelo NRTL foi escolhido para calcular o coeficiente de atividade, pois é eficaz para sistemas não ideais e parcialmente imiscíveis. As dimensões do reator foram fornecidas por um profissional da área, e a equação de velocidades, combinada com a equação de Arrhenius, foi utilizada para obter os resultados do reator, com dados de cinética coletados de artigos especializados [4-5].

B. Simulação Bombas e Trocador de Calor

O processo utilizou três bombas, posicionadas estrategicamente: uma antes do reator, uma entre o reator e o decantador, e uma antes da coluna de destilação. As pressões aplicadas foram baseadas em artigo publicado [4]. O reator foi subdividido em trechos menores para reduzir a perda de carga e melhorar a dispersão das fases, aumentando a área de contato e evitando limitações de transferência de massa. O cenário proposto envolvia uma perda de carga total de 26,5 bar no reator, com pressão de entrada de 27,5 bar e saída de 1 bar. As pressões nas bombas 2 e 3 foram ajustadas para garantir a transferência de energia. Após

a bomba do reator, foi adicionado um trocador de calor para resfriar a corrente antes da bomba 2.

C. Simulação APEA

Primeiramente, calcularam-se os custos das correntes de entrada e saída do processo, utilizando os preços e frações mássicas simuladas no Aspen Plus. Os preços das substâncias foram obtidos em sites comerciais. Com os custos dos componentes e as vazões mássicas simuladas, foi possível calcular o potencial econômico do processo, verificando se ele tinha viabilidade econômica positiva.

Em seguida, o arquivo foi exportado para o APEA, onde foi feito o mapeamento e a avaliação do processo de epoxidação do óleo de soja. Por fim, com os resultados do APEA, foi determinada a margem de lucro líquido, seguindo a equação 1.

$$Margem\ de\ Lucro\ Líquido = \frac{Lucro\ Líquido}{Receita\ Total} * 100 \quad (1)$$

III. Resultados e Discussão

Como resultado final da simulação, pudemos obter o seguinte fluxograma do processo, demonstrado na Figura 1.

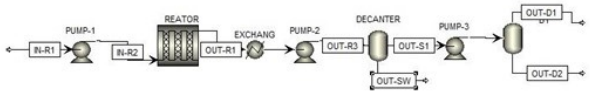


Figura 1. Fluxograma do Processo via Aspen

A. Resultado Reator

Um fluxo de calor negativo relevante indica que a reação é fortemente exotérmica, liberando calor significativo que precisa ser removido para evitar o superaquecimento do sistema. Isso é feito com água de resfriamento, mantendo a temperatura ideal e garantindo a segurança e eficiência do processo. Em reatores tubulares, a análise dos perfis de vazões molares ao longo do reator é crucial para entender a progressão da reação [6].

B. Resultado APEA

Tabela I. Resultados Aspen Plus Economic Analyzer.

Investimento	Valor
Custo Total de Capital ($)	4.770.642,45
Custo Total de Operação ($/ano)	38.420.356,97
Custo Total de Matéria Prima ($/ano)	34.762.585,79
Custo Total com Utilidades ($/ano)	34.633,81
Valor Total de Vendas ($/ano)	512.366.462,50
Porcentagem de Retorno (%/ano)	20

Embora os resultados tenham sido satisfatórios, com o valor de vendas superior aos custos, destaca-se que os custos de capital e com utilidades podem estar abaixo do esperado, pois foram baseados em dados do banco de dados do Aspen Plus, que provavelmente subestimam os valores em um cenário real. Além disso, o Aspen não calcula o custo do reator, pois seu comprimento ultrapassa 120 metros, o limite do software, o que também reduz os custos calculados, tornando-os menores do que os valores reais esperados.

IV. Conclusões

O processo foi simulado no Aspen Plus, confirmando sua viabilidade e o retorno anual mínimo de 20% sobre o investimento. A análise econômica reforça o potencial financeiro da tecnologia e seu alinhamento com a química verde. Recomenda-se a realização de testes laboratoriais e simulações comparativas entre diferentes processos para otimizar o desempenho e a eficiência do sistema.

V. Referências

[1] G. Knothe et al., Manual do biodiesel, Edgard Blucher, 2007.

[2] G. V. Olivieri; J. V. de Quadros Jr.; R. Giudici, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, **59** (2020) 18808-18823.

[3] F. Haitz et al., *Applied Biochemistry And Biotechnology*, **158** (2017) 13-33.

[4] G. V. Olivieri; J. V. de Quadros Jr.; R. Giudici, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, **60** (2021) 14099-14112.

[5] V. de Quadros Jr.; R. Giudici, *Chemical Engineering and Processing: Process, Intensification*, **100** (2016) 87-93.

[6] H. S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Pearson, 2016.

Análise e Simulação Acerca da Viabilidade do Desenvolvimento de uma Planta de Produção de Hidrogênio Via Rota Fotocatalítica

Fernanda L. Brito, Guilherme T. Escocard, Mariana G. S. Ramos, Mariana P. Vieira
Engenharia Química
uniefernbrito@fei.edu.br, uniemarramos@fei.edu.br, uniegsouza@fei.edu.br, uniemavieira@fei.edu.br

Orientador: Bruno Ramos
Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI
brunoramos@fei.edu.br

Resumo: O hidrogênio representa uma transformação na mentalidade política, industrial e corporativa, graças ao seu potencial como combustível limpo e renovável. Nesse contexto, o hidrogênio verde se contrapõe aos processos de produção tecnologicamente defasados em uso atualmente, destacando a cisão fotocatalítica da água como um método promissor para sua obtenção. Tal meio produtivo esbarra em obstáculos acerca de sua eficiência e de sua viabilidade, seja de ordem econômica ou técnica. Ao longo do presente estudo, por meio de simulações no *software Aspen Plus*® e análises financeiras pelos conceitos de *CAPEX* e *OPEX,* foi comprovada a inviabilidade econômica do processo, gerada majoritariamente pelos altos custos em utilidades da planta e pela necessidade de implementação de um reagente de sacrifício, responsável pelo aumento das despesas operacionais. Ao longo do trabalho, discorre-se minuciosamente pelos tópicos de simulação, balanços materiais, análise de custos e, principalmente, fotocatálise, demonstrando a viabilidade técnica e o caráter sustentável do processo, ainda que ele não seja economicamente rentável.

Palavras-chave: hidrogênio verde, cisão fotocatalítica, combustível limpo.

I. Introdução

Nos últimos anos, a sustentabilidade tem sido um tema de destaque, com a descarbonização industrial ganhando importância nas metas de acordos internacionais. Nesse contexto, o hidrogênio verde surgiu como uma alternativa viável, atendendo às necessidades energéticas globais e contribuindo para o combate ao aquecimento global.

A produção de hidrogênio verde atualmente é baseada na eletrólise da água, embora novas tecnologias, como a cisão fotocatalítica da água, estejam sendo pesquisadas. Esse processo utiliza energia luminosa e um catalisador para dissociar a água em hidrogênio e oxigênio.

Diante da crescente demanda por hidrogênio, este projeto visa analisar e simular a viabilidade de uma planta de produção de hidrogênio via fotocatálise, focado em balanços materiais, dimensionamento de equipamentos e viabilidade econômica.

II. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo a verificação da viabilidade técnica e econômica da implantação de uma planta produtiva a partir da cisão fotocatalítica da água com produção igual ou superior as necessidades de consumo de um ônibus movido à hidrogênio. Tal objetivo foi motivado pelas tendências globais de descarbonização, e pelo viés econômico trazido pelo aumento da demanda de hidrogênio no Brasil e no mundo.

III. Metodologia

A metodologia do trabalho foi estruturada em três eixos principais: processo fotocatalítico e suas bases comparativas, construção do fluxograma do processo e modelagem dos equipamentos e análise econômica. Inicialmente, foi determinado a demanda produtiva a ser suprida, resultando no valor de 1 kmol/h de hidrogênio, com base na distância a ser percorrida e na eficiência do processo.

O processo fotocatalítico foi modelado com premissas fundamentadas em estudos prévios e dados experimentais, considerando reagentes de sacrifício e catalisadores. Além disso, foram comparadas diferentes rotas de produção de hidrogênio, destacando a reforma do metano - rota mais utilizada para a produção de hidrogênio, que utiliza o metano como matéria prima e gera CO_2 como subproduto da reação - como base de referência para avaliar a sustentabilidade, e eficiência.

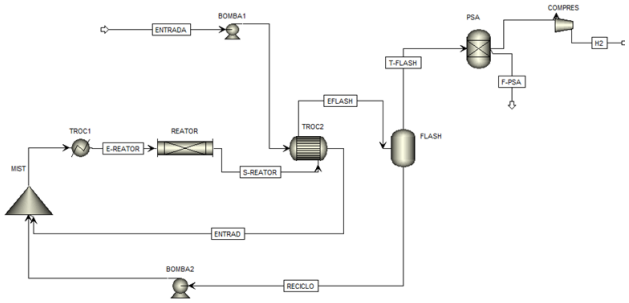
Simultaneamente, o fluxograma do processo foi elaborado, destacando a modelagem do reator e as etapas de separação e purificação do hidrogênio. Esses fluxos foram simulados de forma individual e conjunta, no *software Aspen Plus*® para verificar a viabilidade técnica e ajustar as condições operacionais.

Por fim, a análise econômica abordou os custos de implantação (CAPEX) e operação (OPEX), calculados com ferramentas especializadas como o Aspen Economic Analyzer. Assim, o estudo combinou fundamentação técnica, modelagem avançada e viabilidade econômica para propor um processo de produção de hidrogênio sustentável e aplicável ao transporte público.

IV. Resultados

A verificação de viabilidade técnica da planta ocorreu via simulação, a qual garantiu o funcionamento de todos os equipamentos de forma adequada e a determinação de seus parâmetros de operações, demonstrando sua aplicabilidade enquanto um processo industrial, a Figura 1 apresenta o fluxograma gerado a partir dessa simulação, mostrando cada uma das operações realizadas. Por sua vez, a viabilidade econômica foi analisada levando em consideração a margem de lucro, o potencial econômico, os investimentos de capital (*Capex*) e os custos operacionais (*Opex*). Essa avaliação demonstrou a inviabilidade financeira da implementação do processo, o qual traria um prejuízo de U$ 472,00 por hora de operação e uma perda de capital aproximada de 360 vezes o valor das receitas. Os números levantados de Capex e Opex foram coletados e confrontados com os valores oriundos do processo de reforma de metano, estabelecido como base comparativa os quais estão compilados na Tabela I.

Figura 1. – Fluxograma completo da produção de hidrogênio pelo processo fotocatalítico.



Fonte: Autores (*Software Aspen Plus* ®)

Tabela I. Comparação financeira entre processos.

	Opex	***Capex***
Ref. de metano	U$ 1.405.780,00	U$ 3.180.250,00
Fotocatálise	U$ 8.927.506,98	U$ 9.905.716,00
Variação	+ 535,1 %	+ 220,7 %

Também foram obtidos a partir das simulações feitas, dados que evidenciam todo o potencial avanço sustentável que o processo fotocatalítico traria, tais dados são as emissões de dióxido de carbono emitidos diretamente pelo processo, desconsiderando o lançamento de CO_2 gerado pela cadeia produtiva fora da planta, esses valores constam na Tabela II, novamente com a variação entre os meios de produção.

Tabela II. Comparação de emissões processuais.

	Emissões de CO_2 (em ton_{CO2}/ton_{H2})	***Emissões de CO_2 (em ton_{CO2}/ano)***
Ref. de metano	14,819	259,94
Fotocatálise	0	0
Variação	– 100 %	– 100 %

V. Conclusões

Após o desenvolvimento completo da proposta de verificação da viabilidade técnico econômica, é possível aferir o sucesso deste estudo, com base nos resultados e simulações apresentados anteriormente. Com todas as otimizações realizadas, o reator atingiu uma taxa de conversão de 20%, enquanto a planta completa conseguiu converter 78,1% da entrada do etanol, o qual é o reagente de sacrifício e limitante da reação.

Portanto, tecnicamente, a planta é viável. Sob a ótica financeira, contudo, a implementação de uma planta de produção de hidrogênio nestes moldes ocasionaria prejuízos severos. A partir das análises monetárias feitas não restam dúvidas quanto a impossibilidade de aplicação deste projeto.

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que, embora a planta fotocatalítica apresente vantagens ambientais irrepreensíveis, os desafios econômicos são um obstáculo significativo à sua implementação em larga escala. Portanto, a aplicação da tecnologia fotocatalítica é mais apropriada como uma solução de nicho ou em um momento em que essa sustentabilidade seja apoiada por políticas públicas, necessitando ainda de avanços tecnológicos para se tornar uma alternativa realmente competitiva dentro do mercado industrial.

VI. Referências

HUA, T. et al. Status of hydrogen fuel cell electric buses worldwide. **Journal of Power Sources**, v. 269, p. 975–993, 10 dez. 2014.

Estudo de Alternativas à Aplicação de Reator Batelada para a Produção de Solução de Acetato Butirato de Celulose

Bárbara Beltran, Guilherme Cervone, Jéssica Nacarelli, Laura Jardim, Sabrina Matos
Engenharia Química
barbara.16beltran@gmail.com, guilhermecervonearap@gmail.com, jessica.s.nacarelli04@gmail.com, laurajfrocha@gmail.com, sabrinamatos63@gmail.com

Orientador: Gustavo Vieira Olivieri
Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI
gustavo.vo@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho analisou o processo produtivo da solução de acetato butirato de celulose (CAB), um polímero derivado da celulose amplamente usado na indústria. O processo atual ocorre em reator batelada, com duração de cerca de 6 horas, mas poderia ser otimizado com foco na produção de resinas. Foram realizadas análises laboratoriais com diferentes tipos de impelidores, incluindo inox e modelos impressos em 3D com polipropileno (PP) e ácido polilático (PLA). Dentre os testes com impressão 3D, os impelidores de PP apresentaram melhor desempenho, permitindo dimensionar um tanque e um dispersor para atender aos padrões de qualidade da empresa. Foi constatado que a produção seria mais econômica em um tanque sem aquecimento, com um dispersor *cowles*, ajustando a velocidade conforme as variações de viscosidade. O estudo resultou em um diagrama de processo (PFD) e no layout inicial do projeto usando o software *SketchUp*.

Palavras-chave: Acetato Butirato de Celulose (CAB). Tintas. Tanque. Dispersão. Impelidores.

I. Introdução

A tinta é composta por resinas, pigmentos, solventes e aditivos, formando um revestimento que proporciona resistência, proteção e acabamento às superfícies. A resina, parte não volátil da tinta, é fundamental para a adesão, resistência, brilho e controle do fluxo, podendo definir o tipo de tinta, como acrílicas, epóxis ou lacas. Já os pigmentos, partículas sólidas moídas, conferem cor, opacidade e outras características às tintas. Os solventes, líquidos voláteis, dissolvem os componentes, garantindo a viscosidade ideal, enquanto os aditivos oferecem funções específicas, como evitar sedimentação e melhorar a secagem [1].

Historicamente, diversos materiais foram usados na produção de tintas, como a nitrocelulose, muito empregada em lacas devido à secagem rápida, brilho e aderência. Porém, é altamente inflamável e apresenta riscos de explosão, sendo controlada pelo Exército Brasileiro devido à sua produção e transporte perigosos. Em resposta a esses riscos, materiais como a solução de acetato butirato de celulose (CAB) ganharam espaço no mercado. Este termoplástico é mais seguro, não inflamável, estável e compatível com diversos solventes e resinas, além de oferecer resistência, flexibilidade e durabilidade [2]. Existe a possibilidade, inclusive, de a solução de CAB substituir não apenas a nitrocelulose, mas também resinas poliésteres em alguns processos industriais. Atualmente, é produzida em reatores batelada, onde a baixa eficiência da agitação é compensada pelo aquecimento. Contudo, por ser uma solução, poderia ser fabricada em tanques com agitação eficiente, liberando o reator para outros produtos. Este estudo foca no dimensionamento de um tanque adequado para a produção de CAB, otimizando o processo e aumentando a eficiência da planta industrial.

II. Objetivos

Estudar a viabilidade da substituição do reator batelada por um tanque na produção de solução de acetato butirato de celulose (CAB) em uma indústria de tintas, com ênfase na comparação entre diferentes geometrias de agitadores. O foco do estudo será a melhoria do processo, visando a qualidade do produto e o aumento da eficiência no tempo de produção.

III. Metodologia

O projeto foi desenvolvido a partir de uma situação real identificada na produção de acetato butirato de celulose (CAB) em uma indústria de tintas, sendo assim, a metodologia do projeto compreendeu desde a visita técnica para observar e coletar dados da planta, até experimentos laboratoriais, com foco na avaliação de alternativas de agitação e dispersão para substituir o atual reator batelada por um tanque dispersor.

Para a etapa de coleta de dados, que ocorreu durante as visitas, foram obtidas informações como o volume, tempo de reação, temperatura de operação e especificações da solução padrão. Essas informações foram fundamentais para a análise do processo atual e para o desenvolvimento de alternativas. Já nos estudos laboratoriais, foram realizados testes com diferentes tipos de impelidores, incluindo hélices navais, pás retas e variações de discos *Cowles* (feitos em impressora 3D em polipropileno e ácido polilático para a realização dos testes), avaliando a eficiência de cada configuração na dispersão do CAB. Os dispersores utilizados podem ser vistos na figura a seguir:

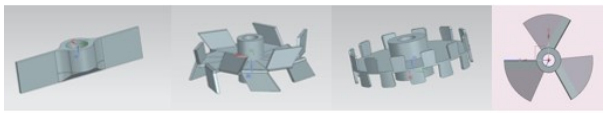


Figura 1. Geometria dos impelidores desenhados em 3D no Software NX CAD

Após os testes mencionados foram avaliados e investigados os impactos do aquecimento na eficiência da dispersão, considerando a relação da temperatura e viscosidade do fluido, assim como testes com alteração no nível do fluido, distância entre o impelidor e o fundo do béquer e combinações diferentes de impelidores.

Por fim, foram feitos alguns testes de qualidade (tais como teste de aspecto, viscosidade gardner, teor de sólidos, fineza e peso específico) para que, dessa forma, fosse possível realizar a escolha do impelidor mais adequado com base nos dados obtidos através deles. Então, depois de escolhido o impelidor mais eficiente para o processo em questão, foram calculados os parâmetros para o tanque de processo, incluindo as dimensões do tanque e do impelidor, além da velocidade de rotação mais adequada também.

IV. Resultados e conclusões

Os testes revelaram que o ácido polilático (PLA) não apresentou desempenho satisfatório com os solventes utilizados nesse estudo. Observou-se que os solventes dissolveram as ligações entre as camadas do PLA, resultando em uma deformação estrutural, conforme pode ser ilustrado na Figura 2.

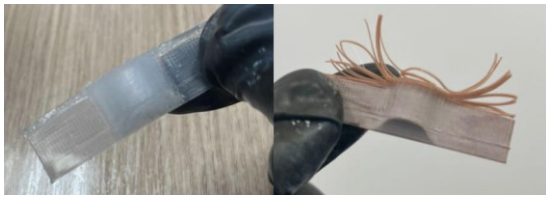


Figura 2. Comparação das análises dos impelidores em PP (esquerda) e PLA (direita) após contato com solvente.

Adicionalmente, os resultados dos testes de qualidade citados acima estão representados na Tabela I.

Tabela I. Comparativo dos resultados obtidos nos testes de qualidade

Testes	Padrão	*Cowles* (sem aquecimento)	Hélice naval (70°C)	Pá reta (70°C)
Aspecto	Ausência de pontos	Ausência de pontos	Ausência de pontos	Ausência de pontos
Viscosidade Gardner	Z2 - Z3/3500 cP - 4500 cP	Z2/3500 cP	Z3+/5000 cP	Z6/15000 cP
Teor de sólidos	14% - 20%	16,92%	19,55%	20,4%
Fineza (H)	7 - 8	8	7,5	7,5
Peso Específico (g/cm³)	0,905 - 0,925	0,925	0,93	0,935

Por meio dos experimentos, observou-se a melhor performance em dispersão por parte do impelidor do tipo *cowles*, inclusive em uma situação sem aquecimento aplicado. Isso se deve à sua geometria, que favorece o cisalhamento, promovendo tanto o aquecimento natural da mistura (pelo atrito das partículas) quanto para uma homogeneização eficiente decorrente da separação mecânica do material particulado.

Com base nesses dados, o tanque foi dimensionado em aço carbono, com formato cilíndrico vertical, teto fixo, sem chicanas e sem aquecimento, operando sob pressão atmosférica. Baseado na demanda solicitada pela empresa, o tanque terá capacidade de 6,9 m³ (raio de 0,85 m e altura de 2,65 m) com um volume útil de 6 m³ e será equipado com um impelidor *cowles* de inox, com 0,57 m de diâmetro, operando entre 606 e 775 rpm para garantir uma mistura eficiente e dispersão dos sólidos.

Além do dimensionamento, foi elaborado um layout inicial do projeto no software *SketchUp*, considerando as dimensões fornecidas pela empresa, atendendo à NR12 e levando em consideração também a exaustão e ergonomia no processo. Os resultados evidenciam uma solução eficiente e segura para otimizar a produção de CAB, podendo ser evidenciado na figura a seguir.

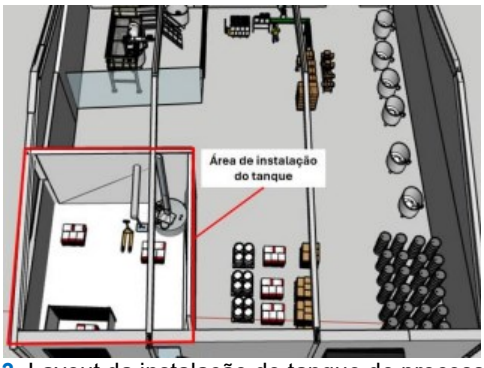


Figura 3. Layout da instalação do tanque de processo.

V. Referências

[1] J. M. R. Fazenda, Tintas e Vernizes: Ciência e Tecnologia (2ª Edição), Abrafati, 1995.

[2] J. R. Fried, Polymer science technology, Prentice Hall, 2013.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer todo o apoio institucional do Centro Universitário FEI e a todas as empresas que nos ajudaram ao longo do projeto.

Desenvolvimento de um *Soft Sensor* para Medição do Índice de Correlação *Bureau Of Mines* de Óleo Bte Utilizando Sistema de Inferência Neuro-*Fuzzy* Adaptativo

Davi Fernando Rodrigues Ferreira, Gabriel Matias Moser, Helena Brandão de Almeida Adamo, Lucas Eduardo da Silva Estevan, Ricardo Seiffert Goulart, Ryadh de Paula Oliveira
Engenharia Química
uniedavferreira@fei.edu.br, uniegmoser@fei.edu.br, uniehadamo@fei.edu.br, unielestevan@fei.edu.br, uniergoulart@fei.edu.br, unieryaoliveira@fei.edu.br

Orientador: Ivan Carlos Franco
Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI
icfranco@fei.edu.br

Resumo: O trabalho desenvolvido propõe um *soft sensor* baseado no Sistema de Inferência *Neuro-Fuzzy Adaptativo* (ANFIS) para estimar o Índice de Correlação *Bureau of Mines* (BMCI) do óleo de baixo teor de enxofre (BTE), produzido por uma planta da Braskem S.A., uma empresa brasileira multinacional do setor químico e petroquímico. A metodologia envolveu a análise de dados históricos, limpeza e seleção de variáveis relevantes por meio de correlações, através dos coeficientes de Pearson e Chatterjee para identificar o grau de relação de cada variável com o BMCI, além de modelagem utilizando técnicas de inteligência artificial. Os modelos ANFIS foram desenvolvidos a partir de um script autoral no *Matlab*®, onde o valor ideal de cada parâmetro foi ajustado isoladamente; ele mostrou resultados promissores, destacando o modelo 2, devido ao número inicial de funções de pertinência já ser menor antes do ajuste; o mesmo apresentou VAF de 82,98%, PRESS de 0,78 e R^2 de 0,84, após validações. A pesquisa concluiu que o modelo é eficiente na predição do BMCI, viabilizando seu uso em sistemas automatizados para controle de qualidade e tomada de decisão em tempo real.

Palavras-chave: ANFIS, BMCI, Correlações, *Matlab®,* óleo BTE, *Soft Sensor.*

I. Introdução

Com o crescimento acelerado das aplicações de instrumentação e controle de processos, tem havido uma demanda crescente por sistemas de medição de alta complexidade. Isso reflete a evolução dos parâmetros de processos industriais, exigindo novas tecnologias, como os sistemas de sensores [1]. Nesse contexto, os *soft sensors* desempenham um papel fundamental, contribuindo para a sinergia entre os componentes computacionais e físicos.

Os *soft sensors*, definidos como *softwares* que inferem propriedades complexas a partir de variáveis de fácil medição, têm se mostrado uma alternativa viável quando os sensores convencionais não são práticos ou economicamente viáveis [2].

A indústria de BTE ilustra bem essa necessidade. Com regulamentações ambientais mais rigorosas, o foco na produção destes óleos tem crescido significativamente, demandando análises laboratoriais detalhadas e demoradas para caracterizar propriedades como o BMCI. Contudo, essas análises laboratoriais podem levar até 24 horas [3]. Nesse cenário, o uso destes *softwares* para inferir propriedades complexas como o BMCI em tempo real se torna altamente relevante, representando uma solução eficiente e inovadora para a otimização de processos industriais e controle de qualidade.

Este trabalho contou com dados reais fornecidos pela Braskem, dados obtidos ao longo de um período significativo de operação, refletem as condições reais de processo, garantindo que os resultados apresentados fossem diretamente aplicáveis à realidade operacional da empresa.

II. Objetivos

O objetivo deste trabalho é desenvolver um soft sensor baseado no Sistema de Inferência Neuro-Fuzzy Adaptativo (ANFIS) para realizar a estimativa precisa do Índice de Correlação Bureau of Mines (BMCI) do óleo de baixo teor de enxofre (BTE), utilizando dados de uma planta petroquímica real, visando otimizar o monitoramento e controle do processo produtivo.

III. Metodologia

A elaboração consistiu, inicialmente, na identificação de 66 variáveis do processo produtivo,

seguida de limpeza dos dados e seleção das mais relevantes, utilizando os coeficientes de Pearson e Chatterjee para identificar o grau de correlação de cada variável com o BMCI, além da análise de impacto do número de variáveis utilizadas na predição através do coeficiente de determinação (R^2). Após essas análises foi desenvolvida a estrutura do ANFIS, implementada via código autoral no Matlab®. Após o treinamento inicial, realizou-se um ajuste fino nos modelos gerados, refinando as funções de pertinência e otimizando os parâmetros das regras fuzzy, de maneira isolada para cada parâmetro, para melhorar a precisão. Também foi considerada a inclusão do BMCI (K-1) como variável de entrada, e os critérios de desempenho foram definidos para validação do modelo.

IV. Resultados

Após avaliar a relação entre o número de variáveis e o coeficiente de determinação (R^2) foram selecionadas 9 variáveis para elaboração do modelo ANFIS. Foram elaborados 2 modelos com alteração entre seus parâmetros. Estes modelos desenvolvidos apresentaram resultados promissores, destacando-se o modelo 2, que obteve VAF de 82,98%, PRESS de 0,78 e R^2 de 0,84, sendo superior aos demais.

Tabela I. Comparativo dos Modelos ANFIS.

Modelo	VAF (%)	PRESS	R^2
Modelo 1	78,50	1,25	0,76
Modelo 2	82,98	0,78	0,84
Modelo BMCI(K-1)	80,45	1,10	0,81

Esses índices demonstram a precisão e a confiabilidade do modelo na predição do BMCI. O ajuste fino realizado foi essencial para refinar as funções de pertinência e otimizar os parâmetros das regras fuzzy, resultando em uma melhora significativa no desempenho.

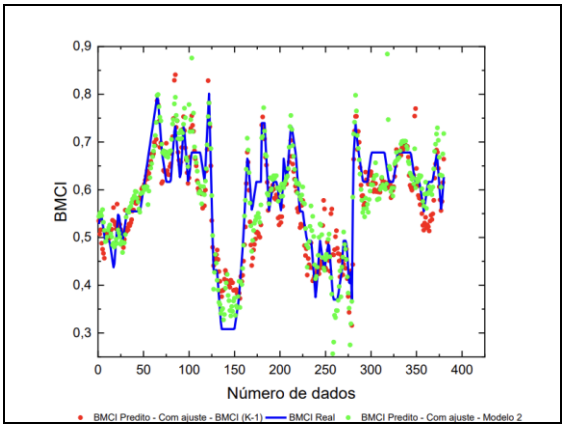


Figura 1. Comparativo do modelo 2 e o modelo BMCI(K-1) perante o BMCI real.

Esta disparidade de resultados se deve ao equilíbrio entre o número de variáveis de entrada e a capacidade de generalização do ANFIS. O modelo 2 foi desenvolvido com menos funções de pertinência, o que resultou em uma estrutura mais simplificada. Esse equilíbrio permitiu ao modelo capturar de forma mais eficiente os padrões e relações entre as variáveis de entrada e o BMCI.

Quando o BMCI (K-1) foi utilizado como variável de entrada, os índices de desempenho pioraram, mesmo com a redução do erro médio de predição. Isso sugere que, com esta adição foi introduzida uma maior complexidade ao modelo, tornando a metodologia adotada não eficiente para este modelo. É possível que os parâmetros iniciais não fossem adequados para um sistema com 9 variáveis de entrada, indicando a necessidade de ajustes ou de uma abordagem metodológica diferente para melhorar os resultados.

IV. Conclusões

O soft sensor desenvolvido com o Sistema de Inferência Neuro-Fuzzy Adaptativo (ANFIS) demonstrou ser eficiente na predição do Índice de Correlação Bureau of Mines (BMCI) do óleo de baixo teor de enxofre (BTE). A seleção de 9 variáveis foi essencial para equilibrar a complexidade do modelo e a precisão das predições, com o modelo 2 apresentando o melhor desempenho.

O ajuste fino aprimorou os parâmetros fuzzy e as funções de pertinência, garantindo maior precisão. Entretanto, a inclusão do BMCI (K-1) como variável resultou em índices inferiores, indicando a necessidade de ajustes ou metodologias alternativas para sistemas mais complexos.

Os resultados confirmam a viabilidade do modelo ANFIS para integração em sistemas automatizados, oferecendo uma solução eficaz para controle de qualidade e otimização de processos em tempo real.

V. Referências

[1] BHUYAN, M. Instrumentação inteligente: Princípios e aplicações. Editora LTC, 2013.

[2] GONZAGA, J. C. B.; MELEIRO, L. A. C; KIANG, C.; MACIEL FILHO, R. ANN-based soft-sensor for real-time process monitoring and control of an industrial polymerization process. Computers & Chemical Engineering, v. 33, n. 1, p. 43-49, 2009.

[3] BRASKEM S.A. Óleo BTE: Ficha de Dados de Segurança. 2021. Disponível em: https://www.braskem.com.br/cms/usa/ModuloProduto/DownloadFolhaDados?idFolha=1FGPf8ax/Y0=&idIdioma=YrItVniimrc=&idTipo=YrItVniimrc=&idProduto=AqhLjQOdvn8=&pasta=T46EDfq+gkM=. Acesso em: 01 abr. 2024.

Agradecimentos

Nosso sincero agradecimento à Braskem pela disponibilização dos dados industriais para o desenvolvimento deste trabalho.

Avaliação da Viabilidade do Uso de Carvão Obtido por Resíduos Têxteis no Cultivo de Hortaliças

Bianca Ribeiro Binelli
Engenharia Química
binellibt18@outlook.com

Orientador: Bruno Ramos
Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI
brunoramos@fei.edu.br

Resumo: A crescente urbanização traz desafios na gestão de resíduos urbanos, como a destinação adequada e a necessidade de tecnologias para estimular a circularidade dos produtos. Este projeto investiga o impacto ambiental dos resíduos têxteis e a possibilidade de convertê-los em carvão por pirólise, para uso na agricultura, em particular para o cultivo de hortaliças. Para isso, foi avaliado o rendimento dos carvões a partir de diferentes matrizes têxteis, e os carvões preparados foram analisados por fluorescência de Raios-x, para avaliar a presença de metais potencialmente tóxicos aos cultivos. Notou-se a presença de titânio na amostra do carvão de tecido sintético, enquanto o tecido de algodão trouxe apenas metais tipicamente encontrados em biomassa (K, Ca, Fe). Os carvões foram utilizados no cultivo de rabanete (Raphanus sativus) em um solo escolhido por suas características específicas: ausência de nutrientes, excesso de ferro e titânio, e uma textura argilosa. Essas condições foram selecionadas com o objetivo de analisar o efeito do carvão no desenvolvimento das plantas

Palavras-chave: Carvão, hortaliças, solo, resíduos têxteis

I. Introdução

Os materiais têxteis são formados pela interconexão de fibras longas e finas, proporcionando características como elasticidade, resistência e hidrofilidade, que os tornam amplamente utilizados em diversas aplicações industriais[1]. Contudo, a indústria da moda contribui significativamente para a poluição global, principalmente devido ao desperdício de tecidos nos processos de corte e à destruição de peças que não atendem às variações de tendências sazonais, gerando grandes quantidades de resíduos têxteis

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a viabilidadeda utilização de carvão obtido a partir de resíduos têxteiscomo melhorador de solo para fins de cultivo. Para isso,serão avaliadas as propriedades do carvão obtido a partir da pirólise de resíduos têxteis, assim como o efeito da incorporação desse carvão no plantio de rabanete, como cultivar-modelo, será realizado também uma comparação entre o efeito do carvão de resíduos têxteis e o carvão ativado obtido a partir da borra de café.

Nesse contexto, o projeto busca desenvolver estratégias para lidar com descarte inadequado dos resíduos de tecidos, com foco específico nos tecidos de algodão e o poliéster, promovendo ações que respeitem a sustentabilidade e minimizem os impactos ambientais. A adoção de práticas sustentáveis, aliadas ao uso de tecnologias limpas, se faz necessária dentro de uma indústria, pois demonstra o compromisso da empresa com a responsabilidade socioambiental, além de favorecer a construção de uma sociedade equitativa e saudável.

II. Metodologia

Essa seção detalha os materiais e os métodos que serão utilizados na execução do projeto. O trabalho envolve a produção do carvão, a base de resíduos têxteis,por três diferentes metodologias e duas matérias-primas,além de um substrato vegetal para comparação (borra decafé). O processo é conduzido através da pirólise.

A. Processamento do Tecido

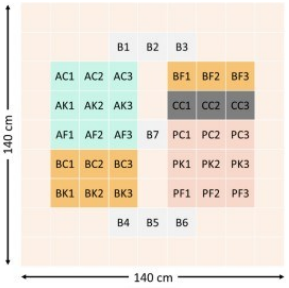


B. Caracterização dos Carvões

Os carvões preparados foram inspecionados através das análises de FRX e FTIR.

C. Planejamento Experimental

A avaliação do desempenho dos carvões foi verificada a partir do delineamento experimental de blocos casualizados (DBC).



AMOSTRA	MATÉRIA-PRIMA	TRATAMENTO
B	Testemunha	
CC	Carvão ativado comercial	
AC	Algodão	Pirólise
AK	Algodão	Pirólise com $KHCO_3$
AF	Algodão	Pirólise com $Fe(NO_3)_2$
PC	Poliéster	Pirólise
PK	Poliéster	Pirólise com $KHCO_3$
PF	Poliéster	Pirólise com $Fe(NO_3)_2$
BC	Borra de café	Pirólise
BK	Borra de café	Pirólise com $KHCO_3$
BF	Borra de café	Pirólise com $Fe(NO_3)_2$

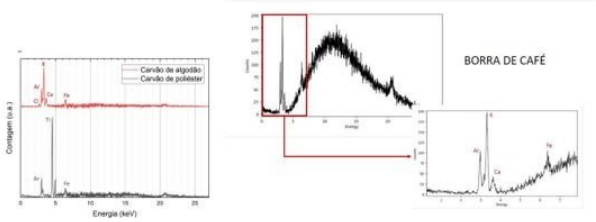
III. Resultados

Nessa seção será apresentado os resultados obtidos ao longo do projeto.

A. Carvões obtidos através da pirólise



B. Análise dos componentes



C. Solo após o plantio



D. Análise de crecimento

CARVÃO	NOMENCALTURA	MASSA	AREA	PLANTIO 21/10
ALGODÃO 1	AC1	1.184g	1.780 cm	BROTOU APOS 2 DIAS (qtd = 3)
ALGODÃO 2	AC2	0.228g	0.850 cm	BROTOU APOS 2 DIAS (qtd = 2)
ALGODÃO 3	AC3	1.238g	2.593 cm	
ALGODÃO SÓDIO 1	AK1	0.381g	0.945 cm	
ALGODÃO SÓDIO 2	AK2	1.184g	2.100 cm	
ALGODÃO SÓDIO 3	AK3	0.404g	1.738 cm	
ALGODÃO FERRO 1	AF1			
ALGODÃO FERRO 2	AF2			
ALGODÃO FERRO 3	AF3			
CAFÉ 1	BC1	0.737g	1.319 cm	
CAFÉ 2	BC2	0.382g	1.019 cm	BROTOU APOS 2 DIAS (qtd = 2)
CAFÉ 3	BC3	0.543g	2.578 cm	
CAFÉ SÓDIO 1	BK1	0.157g	1.231 cm	
CAFÉ SÓDIO 2	BK2	0.710g	1.056 cm	
CAFÉ SÓDIO 3	BK3	1.043g	2.087 cm	
CAFÉ FERRO 1	BF1			BROTOU APOS 2 DIAS (qtd = 1)
CAFÉ FERRO 2	BF2			BROTOU APOS 2 DIAS (qtd = 2)
CAFÉ FERRO 3	BF3	0.090g	0.730 cm	
POLIESTER 1	PC1			
POLIESTER 2	PC2	0.265g	0.805 cm	BROTOU APOS 2 DIAS (qtd = 3)
POLIESTER 3	PC3	0.260g	1.691 cm	
POLIESTER SÓDIO 1	PK1	0.196g	1.788 cm	
POLIESTER SÓDIO 2	PK2	0.378g	2.002 cm	
POLIESTER SÓDIO 3	PK3	0.064g	1.197 cm	
POLIESTER FERRO 1	PF1			
POLIESTER FERRO 2	PF2	0.536g	0.716 cm	BROTOU APOS 2 DIAS (qtd = 1)
POLIESTER FERRO 3	PF3	0.506g	1.152 cm	
BRANCO 1	B1	0.530g	2.481 cm	
BRANCO 2	B2	1.362 g	2.252 cm	
BRANCO 3	B3	0.169g	1.046 cm	
BRANCO 4	B4			BROTOU APOS 2 DIAS (qtd = 1)
BRANCO 5	B5			BROTOU APOS 2 DIAS (qtd = 2)
BRANCO 6	B6	0.463g	1.752 cm	

IV. Conclusões

A escolha do rabanete como cultura experimental se mostrou adequada devido ao seu rápido ciclo de crescimento, permitindo uma avaliação eficaz das condições de cultivo em um período relativamente curto. Contudo, o solo argiloso utilizado, com características de compactação e excesso de ferro, demonstrou ser um fator limitante significativo, dificultando a interação eficiente entre o carvão e os nutrientes disponíveis, o que resultou em toxicidade para as plantas e a necessidade de substituição do substrato para dar continuidade ao estudo.Com base nas análises realizadas, foi possível concluir que os carvões produzidos a partir dos tecidos de algodão, poliéster e da borra de café apresentam composições químicas distintas, influenciando de maneira específica o crescimento das plantas. O carvão proveniente do algodão, por exemplo, mostrou-se mais eficaz devido à presença de nutrientes essenciais como potássio e cálcio, o que resultou em um desempenho superior no desenvolvimento das plantas em comparação ao carvão de poliéster e ao carvão de borra de café. Dessa forma, os carvões têxteis e de borra de café emergem como alternativas sustentáveis e promissoras, compotencial para contribuir tanto para a redução do impacto ambiental quanto para o aprimoramento das práticas agrícolas. A escolha do tipo de carvão e a inclusão de aditivos específicos devem ser estrategicamente consideradas, levando em conta as necessidades nutricionais do cultivo e os objetivos do agricultor, para otimizar o desempenho e a produtividade das culturas.

V. Referências

[1] PEZOLLO, Dinah Bueno. Tecidos: história, tramas, tipos e usos.1. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo,2007

Engenharia de Robôs

IRIS ROBOT:
Intelligent Restaurant Interactive Service Robot

Daniella de Godoy Camargo, Flora Machado Aidar, Nicole de Camillis Lestingi , Pedro Thormeyr Geraldo
Engenharia de Robôs danigc_2000@outlook.com, flomaidar@gmail.com nickdecamillis18@gmail.com pedrothormeyr12@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Plinio Thomaz Aquino Junior
Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
plinio.aquino@fei.edu.br

Resumo: O projeto *IRIS Robot* propõe o desenvolvimento de um robô garçom, capaz de realizar e entregar pedidos, destacando-se por seu diferencial de custo e contextualização. Considerando que as grandes potências estão adotando esse sistema em países desenvolvidos a preços inacessíveis, torna-se crucial o desenvolvimento e pesquisa dessa área no Brasil, com foco em soluções de baixo custo. Dessa forma, possibilita-se a disseminação dessa tecnologia globalmente, e não apenas em grandes potências, como ocorre atualmente.

Palavras-chave: Robótica de serviço, Navegação de robôs móveis, Robô Garçom, ROS2, Raspberry Pi 4, Hoverboard.

I. Introdução

A robótica de serviço foca no desenvolvimento de robôs para tarefas repetitivas, complexas ou perigosas, utilizando inteligência artificial e automação para aumentar a eficiência e a segurança. No setor de restaurantes, essa tecnologia melhora o atendimento ao cliente e otimiza processos, desde a recepção até a entrega de pedidos, reduzindo esperas e sobrecarga de funcionários. Em resumo, o desenvolvimento de robôs de serviço para restaurantes melhora a operação interna, além de também responder às necessidades do mercado e às exigências de um ambiente mais seguro e eficiente.

II. Objetivos

O objetivo deste trabalho de conclusão de curso é criar um robô de serviço autônomo de baixo custo, projetado para atuar em restaurantes, integrado a um sistema que possibilite uma comunicação eficiente entre o robô e o usuário.

III. Metodologia

O projeto é estruturado em três áreas principais: elétrica, mecânica e software, garantindo integração e funcionalidade. Na parte elétrica, o robô utiliza componentes de hoverboard, como motores e sensores Hall, alimentados por uma bateria de 36V que, por meio de reguladores de tensão, fornece energia também ao Raspberry Pi e ao Arduino. O Raspberry Pi gerencia o sistema central, enquanto o Arduino controla motores e sensores. Botões de emergência e liga/desliga asseguram segurança e controle, integrando todos os componentes.

Na mecânica, a estrutura combina MDF e perfis de alumínio, priorizando resistência e custo acessível. A base diferencial, equipada com rodas controladas individualmente e rodas castores, garante estabilidade e navegação precisa. Sensores LIDAR são posicionados para ampla detecção de obstáculos. O corpo do robô conta com prateleiras ajustadas a alturas ergonômicas e uma interface no topo para interação com os usuários.

O software embarcado, baseado no ROS2 [1] integrado ao Raspberry Pi, gerencia navegação e controle de forma modular e escalável. O NAV2 [2] fornece navegação autônoma avançada, com mapeamento, planejamento de rotas e desvio de obstáculos, utilizando SLAM. A escolha de versões LTS do ROS2 assegura estabilidade e suporte de longo prazo. Esse conjunto garante um sistema confiável, capaz de executar entregas seguras e eficientes.

IV. Implementações

Dessa forma, o robô foi montado e estruturado conforme o projetado. Também foi desenvolvido aplicativos para facilitar a comunicação entre cliente e restaurante, usando WebSocket, APIs, integração com banco de dados e interface gráfica. Os aplicativos permitem a realização dos pedidos por parte dos clientes, e gerenciamento e entrega dos mesmos pelo restaurante.



Figura 1. Robô IRIS finalizado.



Figura 2. Interface do aplicativo para o restaurante.



Figura 3. Interface do aplicativo para o cliente.

V. Testes e Resultados

Os testes foram projetados para validar todo o fluxo operacional, desde o momento em que o cliente realiza o pedido no aplicativo até a entrega na mesa. Esses ensaios foram realizados tanto em ambiente simulado quanto em ambiente real.

Os testes em ambiente simulado foram realizados utilizando uma URDF baseada no projeto mecânico do robô e simulados nas plataformas Gazebo e RViz. Com o ambiente modelado como uma residência, o mapeamento foi feito usando a SLAM Toolbox [3] para gerar uma imagem estática do local, permitindo a navegação do robô entre pontos pré-definidos, como mesas. O NAV2 foi empregado para planejar rotas e evitar obstáculos, com ajustes no mapa para lidar com as limitações do LIDAR. Essa etapa validou o funcionamento integrado dos sistemas em um cenário controlado, simulando desafios reais.

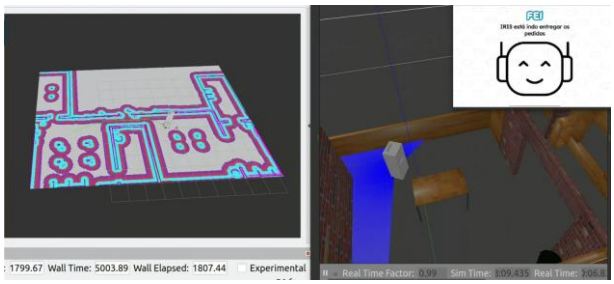


Figura 4. Teste em ambiente virtual.

Em ambiente real, realizados no restaurante universitário, o robô foi avaliado em condições próximas ao uso operacional, incluindo navegação entre mesas e interação com obstáculos dinâmicos. O mapeamento do local foi ajustado com o SLAM Toolbox, e desafios como desvios iniciais, perda de tração e erros de localização foram resolvidos com ajustes no hardware e na configuração do software. Essas melhorias colaboraram com um resultado mais preciso do que os vistos nos testes iniciais.



Figura 5. Teste Restaurante MAC FEI.

VI. Conclusões

Conclui-se que o robô apresenta possíveis fontes de melhoria, como a inclusão de sensores diferentes afim de deixar a navegação autônoma mais precisa. Contudo, o fluxo integrado do aplicativo com o robô mostrou-se satisfatório, atendendo as necessidades dos usuários finais.

VII. Referências

[1] S. Macenski, T. Foote, B. Gerkey et al., "Robot Operating System 2: Design, architecture, and uses in the wild", *Science Robotics*, vol. 7, maio 2022.

[2] S. Macenski, F. Martín, R. White et al., "The Marathon 2: A Navigation System," *arXiv (Cornell University)*, 2020.

[3] S. Macenski, I. Jambrecic. SLAM Toolbox: SLAM for the dynamic world. **Journal of Open Source Software**, v. 6, n. 61, p. 2783, 13 maio 2021.

BUDDY: Assistente de Carga

André Lourenço Marques, Bruno Cabrera Garcia, Henrique Barros Simões, Otávio Augusto Bragalha de Oliveira, Pedro Henrique Silva Reis
Engenharia de Robôs
andrelm3009@gmail.com, brunocgarcia10@gmail.com, henrique_barros_simoes@hotmail.com, tatochigusto@gmail.com, pedrohreis1005@gmail.com

Orientador: Danilo H. Perico
Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
dperico@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um robô com capacidade de acompanhamento e carga, projetado para seguir uma pessoa e carregar pesos para aliviar esforços. Utilizando visão computacional e IA, o robô é capaz de seguir uma pessoa de forma autônoma, utilizando sensores e algoritmos de controle para manter uma distância segura e estável. O objetivo principal é fornecer um sistema robótico versátil, capaz de auxiliar em diversas tarefas cotidianas, logísticas ou industriais. O projeto envolve a integração de componentes mecânicos, eletrônicos e de software, incluindo a construção da estrutura do robô, a seleção e implementação de sensores de detecção de movimento e a programação de algoritmos de seguimento e carga. Os resultados alcançados incluem a demonstração da funcionalidade do robô em testes práticos, avaliação da precisão do seguimento e da capacidade de carga, bem como análise do desempenho em diversos cenários. Este projeto contribui para o avanço da robótica móvel, oferecendo uma solução prática e versátil para aplicações de acompanhamento pessoal e logística em ambientes diversos.

Palavras-chave: Autônomo, Versátil, Acompanhamento, Robô de Carga.

I. Introdução

Pessoas com deficiências físicas e idosos apresentam uma série de dificuldades em seu dia a dia causadas por limitações físicas. Essas dificuldades afetam significativamente as suas capacidades de realizar tarefas cotidianas que envolvem o transporte de objetos, impactando sua independência e qualidade de vida. A força muscular é reduzida, a capacidade de equilíbrio é afetada e a mobilidade é um empecilho. Esses obstáculos dificultam ou até mesmo impedem o suporte e o transporte de objetos, sendo eles pesados ou não.

A motivação para este projeto é a carência de uma tecnologia assistiva autônoma que possa auxiliar pessoas a carregar e transportar cargas em maior quantidade.

II. Objetivo

O objetivo principal deste trabalho é construir um robô, desenvolvendo do zero sua estrutura mecânica, circuito eletrônico e software de programação. No qual o protótipo consiga, de forma autônoma, acompanhar uma pessoa através da visão computacional, utilizando um algoritmo de detecção de objetos em tempo real chamado YOLO (YOU ONLY LOOK ONCE) enquanto, simultaneamente, utiliza um sensor óptico LiDAR para evitar colisões com obstáculos dentro de um ambiente de mercado. Sua estrutura é construída com capacidade de carregamento de carga, com um *payload* estimado em 20 quilos.

III. Metodologia

A. Mecânica

A estrutura principal do robô é composta por perfis estruturais de alumínio 20x20 e 40x40, conectados e fixados com cantoneiras de alumínio, parafusos Allen abaulados M4x12 e porcas martelo (M4 - canal 6). A carcaça, responsável por proteger os componentes eletrônicos e conferir um design adequado, é confeccionada em chapas de MDF (Medium-Density Fiberboard) de 6 mm de espessura.



Figura 1. Buddy.

O chassi do robô é formado por três perfis de alumínio dispostos em formato de "I", garantindo o suporte necessário tanto para a estrutura quanto para a carga transportada. A locomoção é assegurada por duas rodas motorizadas de um *Hoverboard*, enquanto quatro rodízios giratórios proporcionam estabilidade e equilíbrio sem comprometer a mobilidade. Na parte

superior, há uma caixa de MDF que simula uma cesta de supermercado, permitindo testar a funcionalidade do robô sob a carga estimada de aproximadamente 20 quilos.

B. Eletrônica

Buddy é composto de uma *Main Board* proveniente de um *Hoverboard* para controle de suas rodas, um *Notebook*, que tenha poder de processamento suficiente para sua programação, uma *WebCam* e um LiDAR.

A alimentação dos sensores é realizada através da bateria interna do *Notebook* de Lítio Polímero com 86 Wh. Para a alimentação dos motores do *Hoverboard* foi utilizada sua bateria original, com especificação: Íon de lítio com 36V de tensão e 4400mAh de capacidade. Espera-se que o gasto, considerando uso máximo, seja em torno de 100W para o *Notebook* e sensores, e 150W para o conjunto do *Hoverboard*.

Para uso contínuo do robô, foi estimada uma autonomia de aproximadamente 50 minutos para o *Notebook* e 64 minutos para a placa *Main* do *Hoverboard*.

C. Programação

A programação utiliza o *middleware* ROS 2 na distribuição *Humble Hawksbill*, em conjunto com o sistema operacional Ubuntu 22.04, utilizado como unidade central do robô e sendo responsável por integrar os diferentes subsistemas e coordenar as principais funcionalidades.

Para o controle das rodas do robô foi adaptado um pacote disponível na plataforma *GitHub* [1]. Esse pacote possibilita a comunicação eficiente com a placa do *Hoverboard*, habilitando o envio de comandos de movimentação, leitura de *Feedback* sensorial e ajustes de parâmetros operacionais.

Para identificar e seguir uma pessoa, Buddy utiliza visão computacional. Por meio de uma *WebCam*, ligada ao *Notebook*, é possível gerar imagens do ambiente em que o robô está navegando, tal como processá-las para identificação de pessoas; com isso, é possível definir a orientação e o controle da velocidade do Buddy ao longo do trajeto.

A integração das tecnologias é a chave para movimentação do Buddy, enquanto o YOLO fornece as direções, baseado nas imagens da câmera, o LiDAR atua como mecanismo de segurança. Por exemplo, caso seja indicada a direção "*go_straight*", o algoritmo verifica se o caminho à frente está livre de obstáculos usando o histórico de leituras do LiDAR, se for detectado um obstáculo, seja à frente ou nas laterais, o robô ajusta sua trajetória, interrompendo o movimento e priorizando a segurança. Essa abordagem híbrida consegue equilibrar eficiência e segurança.

IV. Resultados

Com um trajeto de pouco mais de 5 minutos, Buddy foi capaz de acompanhar uma pessoa que seguiu uma rota predefinida, fazendo curvas e evitando colisões com as paredes [2]. O objetivo foi validar a eficácia da navegação, combinando os sensores com a visão computacional para o rastreamento do usuário. Durante o trajeto, foram analisados pontos como: curvas, múltiplas pessoas no campo de visão e retomada do rastreamento após interrupções.

Os resultados experimentais demonstraram que o sistema de navegação foi eficaz na realização do trajeto estabelecido. Foram realizados 23 testes no total, dentre os quais, 10 tiveram um resultado negativo. Nestas 10 ocasiões, as rodas motorizadas não estavam em contato com o solo, fazendo com que o robô deslizasse e girasse de maneira brusca; consequentemente, perdendo o usuário do campo de visão da câmera.

Rodada de Teste	Giro em Falso	Resultados
1	4	Falha
2	1	Falha
3	4	Falha
4	2	Falha
5	3	Falha
6	1	Falha
7	1	Falha
8	1	Falha
9	1	Falha
10	1	Falha
11	1	Sucesso
12	0	Sucesso
13	0	Sucesso
14	0	Sucesso
15	0	Sucesso
16	0	Sucesso
17	0	Sucesso
18	0	Sucesso
19	0	Sucesso
20	0	Sucesso
21	0	Sucesso
22	0	Sucesso
23	0	Sucesso

Média de Falhas
43,48%

Média Sucesso
56,52%

Média de giros
0,8695652

Giros Totais
20

Figura 2. Tabela de testes.

Após ajustar a altura das rodas, Buddy obteve sucesso nos testes, demonstrando um desempenho significativamente superior.

V. Conclusões

A conclusão final do trabalho enfatiza seus resultados: Um *Payload* de mais de 20 quilos com uma boa locomoção, sensores para otimização da navegação, alimentação do circuito com uma autonomia satisfatória e uma programação capaz de seguir autonomamente um ser humano considerando sua imprevisibilidade e o ambiente em sua volta.

O estudo completo pode ser encontrado em [3].

VI. Referências

[1] A. Makarov, hoverboard-driver, GitHub. Acesso em: 14 fev. 2025. 2022. Disponível em: github.com/hoverboard-robotics/hoverboard-driver/tree/humble.

[2] H. B. Simões et. al., BUDDY: Assistente de Carga, YouTube. Acesso em: 14 fev. 2025. 2025. Disponível em: https://youtu.be/iZy_DRdRtlU.

[3] H. B. Simões et. al., BUDDY, GitHub. Acesso em: 14 fev. 2025. 2024. Disponível em: github.com/Glistore/BUDDY.

Agradecimentos

À instituição *Centro Universitário FEI* e ao projeto *RoboFEI* pelo empréstimo de equipamentos.

HERA 2.0: Evolução da Plataforma Robótica de Serviço Doméstico

Alisson Moriyasu Pinto[1], Victor Caetano Oliveira Barbalho Silva[1], Leonardo Martins Qualharello[1], Victor Godoy Gaspar[1], Pedro Natário Nogueira[2], Thiago Francisco de Oliveira[2]
[1] Engenharia de Robôs
[2] Engenharia Elétrica
moriyasualisson@gmail.com, victorcaetano.silva@gmail.com, leonardomqua@hotmail.com, victorgodoy.10@gmail.com, pedro.natario.nogueira@gmail.com, thiagofrancisco.25@hotmail.com

Orientador: Plinio Thomaz Aquino Junior
Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
plinio.aquino@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho tem como objetivo aprimorar o robô Hera para aplicações domésticas e para competições da categoria @Home, focando na interação humano-robô e em tarefas assistivas. Foram realizadas melhorias no sistema mecânico, como a implementação de um motor de passo NEMA 23 e fuso de rosca trapezoidal, garantindo precisão em movimentos verticais. No aspecto computacional, a integração do ROS e o uso de hardware mais eficiente, como o Jetson Orin Nano, aumentaram o desempenho e a autonomia do robô. Além disso, a implementação de uma face dinâmica tornou a interação mais natural, promovendo maior aceitação pelos usuários e destacando a Hera como uma plataforma robusta e inovadora em robótica assistiva.

Palavras-chave: Robótica assistiva, Robot Operating System, Interação Humano-Robô, Otimização Estrutural, Manipulação robótica

I. Introdução

A robótica assistiva tem se destacado como uma área essencial para a automação de tarefas domésticas e o suporte a pessoas com necessidades específicas, promovendo maior autonomia e qualidade de vida. Robôs assistivos desempenham papéis fundamentais em tarefas como manipulação de objetos, navegação e interação com seres humanos. Estudos mostram que esses robôs são especialmente importantes em sociedades com populações envelhecidas ou com alta demanda por cuidados personalizados (Brose et al., 2010; Siciliano & Khatib, 2016).

A robô Hera, desenvolvida pela equipe RoboFEI do Centro Universitário FEI, representa um avanço significativo na robótica assistiva brasileira. Projetada para participar da RoboCup@Home, a competição estimula o desenvolvimento de soluções inovadoras que podem ser aplicadas a contextos reais, como residências e espaços de convivência.

Este trabalho apresenta as melhorias realizadas na Hera, que englobam avanços mecânicos, computacionais e interativos. O objetivo é consolidar o robô como uma plataforma versátil, capaz de atender às exigências da competição e, simultaneamente, contribuir para o avanço da robótica assistiva no Brasil e no mundo. A combinação de precisão, eficiência e interação natural a posiciona como um exemplo prático de integração entre tecnologia de ponta e aplicações cotidianas.

II. Materiais e Métodos

O desenvolvimento da robô Hera envolveu a integração de sistemas mecânicos, eletrônicos e computacionais, com foco em atender aos requisitos das competições da categoria @Home e às demandas de um robô assistivo funcional para ambientes domésticos. Os materiais e métodos utilizados são descritos a seguir.

A. Estrutura Mecânica

A estrutura da Hera foi reformulada com o objetivo de reduzir seu peso e melhorar a eficiência. Originalmente composta por perfis de alumínio e revestimentos pesados, a nova estrutura utilizou acrílico, reduzindo o peso total de 25,26 kg para 13,85 kg. Essa redução permitiu maior portabilidade e eficiência energética, sem comprometer a estabilidade do robô. A redistribuição dos componentes internos, como as baterias posicionadas na base, melhorou o centro de gravidade e a robustez durante os movimentos.

Para o manipulador, foi utilizado um motor de passo NEMA 23, acoplado a um fuso de rosca trapezoidal e controlado pelo driver TB6600. Essa configuração garantiu precisão e confiabilidade nos movimentos lineares, essenciais para alcançar objetos em diferentes alturas. O fuso foi escolhido por sua capacidade de auto-travamento, dispensando sistemas adicionais de freio,

enquanto o motor de passo oferece maior controle posicional em comparação a outras opções, como motores DC ou servomotores.

B. Sistema Computacional

O sistema computacional da Hera foi atualizado com a substituição de um notebook por uma combinação de Jetson Orin Nano e NUC. A Jetson Orin Nano, devido à sua eficiência em processamento paralelo e redes neurais, foi dedicada a tarefas intensivas de aprendizado de máquina e visão computacional. Já o NUC foi utilizado para operações complementares, otimizando o gerenciamento do sistema.

Essa nova configuração resultou em maior eficiência energética e desempenho, permitindo que a Hera processasse dados em tempo real e realizasse tarefas complexas de navegação e interação com o ambiente de forma eficaz.

C. Interface Humano-Robô

A interface humano-robô foi completamente renovada com a implementação de uma face dinâmica, projetada para melhorar a interação por meio de expressões faciais animadas e sincronização labial. Utilizando tecnologias de deep learning, como Wav2Lip, o robô agora sincroniza os movimentos labiais com áudios gerados em tempo real.

A entrada de áudio do usuário é captada pelo modelo Whisper, que transcreve perguntas e comandos, enquanto a resposta é gerada pela API do ChatGPT. Após isso, a biblioteca gTTS converte o texto em áudio, que é reproduzido enquanto o Wav2Lip ajusta os movimentos labiais. A face é exibida em uma tela conectada à Jetson, que gerencia as animações de forma fluida. Essa abordagem visa tornar o robô mais humanizado e acessível, promovendo empatia e aceitação pelos usuários.

C. Integração e Testes

Todos os sistemas foram integrados e testados em ambientes que simulavam tanto competições, quanto o uso doméstico. Os testes avaliaram a precisão dos movimentos do manipulador, a qualidade das respostas geradas pela interface humano-robô e a capacidade de processamento em situações de alta demanda. Essas validações confirmaram a robustez e a funcionalidade da Hera, alinhando-o aos objetivos do projeto.

III. Resultados

O desenvolvimento do robô Hera resultou em melhorias significativas em sua estrutura, sistema computacional e interação humano-robô. A estrutura redesenhada, utilizando acrílico, reduziu o peso total de 25,26 kg para 13,85 kg, aumentando a eficiência energética e a estabilidade. O sistema de fusos, acoplado ao motor de passo NEMA 23, demonstrou precisão ao manipular objetos em alturas de até 1,6 metros, como ilustrado na Figura 01. No âmbito computacional, a Jetson Orin Nano melhorou o desempenho em tempo real, otimizando as operações do robô.

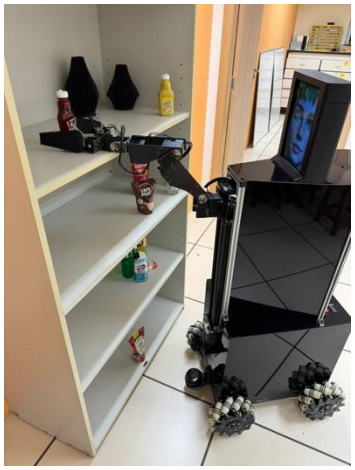


Figura 1. Hera 2.0

A nova interface facial, apresentada na Figura 02, trouxe expressividade e interação humanizada por meio de sincronização labial e respostas naturais. Essas melhorias consolidam o Hera como uma plataforma eficiente e funcional para aplicações assistivas e competitivas.



Figura 2. Face desenvolvida.

IV. Conclusão

O projeto do robô Hera apresentou avanços significativos, combinando precisão mecânica, eficiência computacional e interação humanizada. As melhorias implementadas consolidam sua funcionalidade em contextos domésticos e competitivos, demonstrando o potencial da robótica assistiva para atender às demandas do cotidiano com inovação e eficiência.

V. Referências

[1] BROSE, S. W., WEBER, D. J., SALATIN, B. A., et al. (2010). The role of assistive robotics in the lives of persons with disability. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 89(6), 509-521.

[2] SICILIANO, B.; KHATIB, O. Springer Handbook of Robotics, Springer, 2016.

Trabalhos Premiados

Administração

1º colocado

Empreendedorismo Feminino no Setor de Beleza: Marketing Digital para Pequenas e Médias Empresas Lideradas por Mulheres

Catarina Araujo Barbosa Silva, Larissa Simonatto Ramos
Orientadora: Profa. Dra. Maria Laura Ferranty Mac Lennan

2º colocado

Adaptação e Validação da Escala de Bem-Estar Emocional no Consumo de Marcas Verdes

Gabriela da Silva Lopes, Luiza Vieira Lima
Orientador: Prof. Dr. Aimãn I. Mourad

Ciência da Computação

1º colocado

HoneyDashes: Dashboards para Análise de Segurança Cibernética

Gianpietro Malheiros Braga, Lucca Kirsten da Costa, João Lucas Freitas de Almeida Rocha
Orientador: Prof. Dr. Danilo Hernani Perico

2º colocado

Previsão de Casos de Dengue no Estado de São Paulo: Uma Abordagem Baseada em Modelos de Séries Temporais

Amanda Pollo Sarlo, Marcella Rappoli Bedinelli, Guilherme Vieira Silva Gonçalves, Kenzo Sugai
Orientadora: Profa. Dra. Leila Cristina Bergamasco

Engenharia de Automação e Controle

1º colocado

Sistema de Visão Computacional para Mapeamento de Via

Fellipe Augusto Alvaíde Mesquita, Giovana Bettoni Rossi, Gustavo Henrique Saraiva Barbosa Da Silva, Pedro Conti Hernandez
Orientador: Prof. Dr. Renato Giacomini

2º colocado

Gêmeo Digital de Manipulador Robótico para Controle e Monitoramento Via Conexão IoT

Diego Ortega Fialho Cesário, Diego Sanchez D'Amaro, Danilo Alves de Lima, Filippe Franca Neves Filho, Luiz Antonio Conte Takahashi, Rafael Pires Rozzatti
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Janes

Engenharia Civil

1º colocado

Elaboração Do Polígono De Tolerância De Dirigibilidade De Uma Tuneladora

Amanda Pereira, Victor Castro, Victor Tavares
Orientador: Prof. Me. Fernando Ribeiro
Departamento de Engenharia Civil, Centro Universitário FEI

2º colocado

Análise do Dimensionamento do EMAS de Congonhas: Uma Abordagem Utilizando Método dos Elementos Finitos

Gabriela Coronado, Guilherme Medeiros, Julia Maravalhas
Orientador: Prof. Me. Felipe Cava

Engenharia Elétrica

1º colocado

Projeto Boitatá: Monitoramento De Queimadas

André Gomes Moreno, Bianca Brandalezi Ramos, Christian Ferreira Teixeira, Guilherme Almeida Anunciato, Victor Martins de Oliveira
Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Assis de Melo

2º colocado

Aplicação de Sistemas Embarcados em Ambulâncias e Semáforos para Otimização do Trânsito em Emergências

Isabella Silva De Araújo Abreu, Rodrigo Filipuci Da Silva, Sarha Imaculada Carvalho Silva, Thiago Borges Moraes Silva, Vinicius Rodrigues Prates
Orientador: Prof. Dr. André Luiz Perin

Engenharia Mecânica Automobilística

1º colocado

Belteen: Segurança no Trânsito para o Passageiro Infantil

Aline Stelly Colevati, André Luiz Prazeres Santana, Caio Beltrão Moraes Rolemberg, Gabriela Galindo Pereira, Giovanni Alencar Bloise, Higor Oliveira de Souza, João Pedro Agresta e Silva Leão e Lucas de Oliveira Lobo
Orientador: Prof. Me. Jairo de Lima Souza

2º colocado

AAS – Auto Aqua Safe: Sistema de Prevenção de Aquaplanagem

Artur Gonçalves de Oliveira, César Tadeu Theodoro, Fellipe Machado Daniel, Johann August Ramcke, Lucas de Arruda Gare, Mario Akira de O. Hukuhara, Otávio Menocci Guz, Otavio Carmello Gomes, Alexsander Roldão Tamahe
Orientador: Prof. Me. Cleber William Gomes

Engenharia Mecânica Plena

1º colocado

HTSS - Hand Tremor Suppression System: Dispositivo de Efeito Giroscópico para a Supressão de Tremores Patológicos

Andrew De Almeida Passos, Guilherme Fella De Lima, Igor De Castro Oliveira, Renan De Souza Ferreira, Vinicius Beleti Cabeça
Orientador: Prof. Dr. Wellington Cassio Pinheiro

2º colocado

HEFESTO: Desenvolvimento do Projeto Mecânico de um Veículo Terrestre Não Tripulado para Combate a Incêndios Industriais Classe A

Cláudio José Cândido Junior, Gabriel Augusto Cerne Salvajoli, Lucas Souza de Melo, Murilo de Barros Santos, Vinicius Ruiz Lima, Wallace Albert da Silva Antonio
Orientador: Prof. Me. Taylor Mac Intyer Fonseca Junior

Engenharia de Produção

1º colocado

Lean Manufacturing: Aplicação de Ferramentas para Reduzir Desperdícios no Processo de Cementação

Alison Ferreira, Gabryel de Queiroz Sacchi, Gustavo Miquelete Soares, Sophia do Norte Bonette
Orientador: Profa. Dra. Denise Luciana Rieg Scramim

2º colocado

Impacto do Cashback na Fidelização de Clientes em uma Empresa de Varejo

Yasmin Tadini Ubeid
Orientadora: Profa. Dra. Gabriela Scur

Engenharia Química

1º colocado

Determinação da Concentração de Sólidos em um Reator de Polimerização Utilizando um Sensor Virtual

João Pedro Ravara, Pedro Neri, Pedro Durigam, Vinicius Leite
Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando Novazzi

2º colocado

Estudo de Alternativas à Aplicação de Reator Batelada para a Produção de Solução de Acetato Butirato de Celulose

Bárbara Beltran, Guilherme Cervone, Jéssica Nacarelli, Laura Jardim, Sabrina Matos
Orientador: Prof. Dr. Gustavo Vieira Olivieri

Engenharia de Robôs

1º colocado

Hera 2.0: Evolução da Plataforma Robótica de Serviço Doméstico

Alisson Moriyasu Pinto[1], Victor Caetano Oliveira Barbalho Silva[1], Leonardo Martins Qualharello[1], Victor Godoy Gaspar[1], Pedro Natário Nogueira[2], Thiago Francisco de Oliveira[2]
Orientador: Prof. Dr. Plinio Thomaz Aquino Junior

2º colocado

IRIS Robot: Intelligent Restaurant Interactive Service Robot

Daniella de Godoy Camargo, Flora Machado Aidar, Nicole de Camillis Lestingi , Pedro Thormeyr Geraldo
Orientador: Prof. Dr. Plinio Thomaz Aquino Junior

Categoria Inovação

1º colocado

Elaboração Do Polígono De Tolerância De Dirigibilidade De Uma Tuneladora

Amanda Pereira, Victor Castro, Victor Tavares
Orientador: Prof. Me. Fernando Ribeiro

2º colocado

Determinação da Concentração de Sólidos em um Reator de Polimerização Utilizando um Sensor Virtual

João Pedro Ravara, Pedro Neri, Pedro Durigam, Vinicius Leite
Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando Novazzi

3º colocado

HTSS - Hand Tremor Suppression System: Dispositivo de Efeito Giroscópico para a Supressão de Tremores Patológicos

Andrew De Almeida Passos, Guilherme Fella De Lima, Igor De Castro Oliveira, Renan De Souza Ferreira, Vinicius Beleti Cabeça
Orientador: Prof. Dr. Wellington Cassio Pinheiro