

# ANAIS DO

**CE-20  
24  
NAR**

10º CONGRESSO MINEIRO DE  
ENGENHARIAS E ARQUITETURA

04 A 08 DE NOVEMBRO



ISSN: 2965-49470

 **UNIPAM**  
Educação que transforma

2024

**UNIPAM | Centro Universitário de Patos de Minas****Reitor***Henrique Carivaldo de Miranda Neto***Pró-reitora de Ensino, Pesquisa e Extensão***Maria Marta do Couto Pereira Rodrigues***Pró-reitor de Planejamento, Administração e Finanças***Pablo Fonseca da Cunha***Coordenadora de Extensão***Adriana de Lanna Malta Tredezini***Diretora de Graduação***Mônica Soares de Araújo Guimarães***Coordenador do Núcleo de Editoria e Publicações***Geovane Fernandes Caixeta***Coordenador do curso de Arquitetura e Urbanismo***Fernando Kennedy Braga Oliveira***Coordenador do curso de Engenharia Civil***Fernando Kennedy Braga Oliveira***Coordenadora do curso de Engenharia de Produção***Janaína Aparecida Pereira***Coordenador do curso de Engenharia Elétrica***Fábio de Brito Gontijo***Coordenadora do curso de Engenharia Mecânica***Janaína Aparecida Pereira***Coordenadora do curso de Engenharia Química***Janaína Aparecida Pereira***Coordenador do curso de Engenharia de Minas***Fábio de Brito Gontijo***Centro Universitário de Patos de Minas**

Rua Major Gote, 808 - Caiçaras  
38702-054 Patos de Minas-MG Brasil

**NEP | Núcleo de Editoria e Publicações**

Telefone: (34) 3823-0341  
<http://nep.unipam.edu.br>

**CENAR | IX CONGRESSO MINEIRO DE ENGENHARIAS E ARQUITETURA**

**COMISSÃO ORGANIZADORA**

**Presidente**

Fábio de Brito Gontijo

**Comissão Científica**

Fábio de Brito Gontijo

Fernando Kennedy Braga Oliveira

Janaína Aparecida Pereira

**Organização dos Anais**

Fábio de Brito Gontijo

**Revisão**

Geovane Fernandes Caixeta

**Diagramação e Formatação**

Jordana Bastos Mesavila

**SUMÁRIO**

<b>PROGRAMAÇÃO</b> .....	6
<b>RESUMOS – ENGENHARIA CIVIL</b> .....	8
Análise comparativa entre concretos de cimento Portland distintos submetidos a sulfatos marinhos .....	9
Análise da utilização do software <i>mais controle</i> no planejamento e gestão de obra residencial unifamiliar de alto padrão .....	10
Análise das propriedades do cimento asfáltico de petróleo com adição de cal .....	11
Análise de manifestações patológicas em edifício residencial de Serra do Salitre .....	12
Análise do desempenho de concreto asfáltico com a utilização de resíduos de concreto de cimento Portland britados em substituição ao fíler .....	13
Avaliação da durabilidade e vida útil nas estruturas de concreto: mediante avaliação pericial embasada em ensaios destrutivos e não destrutivos .....	14
Compatibilização de projetos de Engenharia Civil: evitando erros e conflitos.....	15
Degradação predial: estudos de patologias.....	16
Elaboração de projeto de piso estruturalmente armado para ambiente industrial .....	17
Geração de resíduos na construção civil: estudo de caso em Patos de Minas.....	18
Manifestações patológicas em fachadas: causas e soluções .....	19
<b>RESUMO – ENGENHARIA DE MINAS</b> .....	20
Desenvolvimento de tubos PEAD para alimentação de espirais concentradoras .....	21
<b>RESUMOS – ENGENHARIA ELÉTRICA</b> .....	22
Análise da qualidade de energia em uma instalação de baixa tensão no interior de Minas Gerais .....	23
Bolha-frog em ação com reciclativa .....	24
Brinquedos ecológicos movidos à criatividade reciclativa.....	25
Desenvolvimento de carrinho autônomo com sensoriamento de cores para aplicações industriais.....	26
Desenvolvimento de sistema de aquisição de sinais trifásicos de tensão e corrente para uso nos laboratórios do UNIPAM .....	27
Desenvolvimento de uma bancada de acionamento elétricos aplicando instrumentação virtual.....	28
Estudo e dimensionamento de curto-circuito trifásico presumido em instalações elétricas industriais de baixa tensão .....	29
Inovação sustentável no barquinho ecológico da reciclativa.....	30
Joaninha maluka: reinventando eletrônicos com a reciclativa.....	31
Reciclativa criativa: brinquedos a partir de lixo eletrônico .....	32
<b>RESUMOS – ENGENHARIA MECÂNICA</b> .....	33
Aplicação de redes neurais na análise preditiva de espectrogramas.....	34
Concepção de tanque térmico para processo de retirada de tinta eletrostática .....	35
Desenvolvimento de um protótipo dispersor de calcário .....	36
Desgaste de mancais deslizantes: diferentes parâmetros de montagens. ....	37

Estudo sobre têmpera: influência do tratamento térmico sobre o aço SAE 1020 .....	38
Estudos e propostas de inova�o para melhoria de mobilidade urbana: estudo de caso em avenida do Município de Patos de Minas, MG .....	39
Protótipo de um implemento dispersor de calcário .....	40
<b>RESUMOS – ENGENHARIA QUÍMICA .....</b>	<b>41</b>
Adsor�o do corante azul de metileno através de carvão ativado de palha de milho... ..	42
Análise do adensamento da polpa de rejeitos de minera�o por meio do floculante CWT 17 .....	43
Análises orçamentária e estrutural da simula�o da produ�o de amônia pelo método de Haber Bosch .....	44
Avalia�o do efeito carcinog�nico e/ou anticarcinogênico do extrato de folhas de <i>Himatanthus obovatus</i> em células somáticas de <i>Drosophila melanogaster</i> e determina�o do seu teor de fenóis e flavonoides totais .....	45
Esteriliza�o de equipamentos industriais por meio de agentes físicos.....	46
Estudo da modelagem termodinâmica aplicada no equilíbrio de fases em misturas binárias.....	47
Filtra�o de rejeitos sulfetados de chumbo-zinco.....	48
Influência do tempo de filtra�o na umidade e no abatimento de rejeitos de minério.....	49
Otimiza�o do processo de moagem de rocha fosfática em moinho de esferas .....	50
Proje�o e dimensionamento do processo de síntese do acetato de butila .....	51
Secagem de bananas-prata em secador de bandeja: avalia�o da cinética e análise de modelos matemáticos preditivos .....	52
Simula�o da produ�o de cumeno: avalia�o de eficiência energética e balanço de massa.....	53
Simula�o do processo de síntese da amônia por meio do software COCO Simulator.....	54
Simula�o e compara�o da produ�o de cumeno em reatores FCR, PFR, e CSTR no COCO Simulator.....	55
Síntese do acetato de butila: simula�o no software COCO Simulator.....	56
Tratamento de efluentes contaminados com paracetamol a partir do estudo de adsor�o em batelada usando cascas de café .....	57

# PROGRAMAÇÃO

<b>04/11 – SEGUNDA-FEIRA</b>	<p><b>Local:</b> Centro de Convenções e Eventos do UNIPAM <b>Horário:</b> 19h30m às 22h20 Palestra com Milton Roberto de Castro Teixeira <b>Abertura</b> (Todos os cursos)</p> <p><b>Local:</b> Online <b>Horário:</b> 19h30m às 22h20 Palestra com Johny Peterson <b>Comunicação na mineração – o que o mercado espera de mim</b> (Curso de Engenharia de Minas)</p>
<b>05/11 – TERÇA-FEIRA</b>	<p><b>Local:</b> Centro de Convenções e Eventos do UNIPAM <b>Horário:</b> 19h30m às 22h20 Palestra com Carlos Roberto Arango Gutiérrez <b>Experiências de planejamento urbano no contexto colombiano</b> (Curso de Arquitetura e Urbanismo)</p>
	<p><b>Local:</b> Centro de Convenções e Eventos do UNIPAM <b>Horário:</b> 19h30m às 22h20 Palestra com Matheus Alves Dariva <b>A tecnologia BIM aplicada a projetos hidrossanitários</b> (Curso de Engenharia Civil)</p>
	<p><b>Local:</b> Salão do Juri – Sede Major Gote - UNIPAM <b>Horário:</b> 19h30m às 22h20 Palestra com Higgor Olipe <b>Tecnologia aplicada na indústria: o caminho da transformação digital</b> (Curso de Engenharia Elétrica)</p>
	<p><b>Local:</b> Auditório Bloco N – Sede Major Gote - UNIPAM <b>Horário:</b> 19h30m às 22h20 Palestra com Johny Antônio Álvarez Salazar – ITM – Instituto Tecnológico Metropolitano (Medellin- Colômbia) <b>Automação na Engenharia e seu impacto social</b> (Cursos de Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção, Engenharia Química)</p>
<p><b>Local:</b> Palestra Online <b>Horário:</b> 19h30m às 22h20 Palestra com Aldison de Assis dos Santos <b>Aplicação da Engenharia na Mineração</b> (Curso de Engenharia de Minas)</p>	

<b>06/11 – QUARTA-FEIRA</b>	<b>Apresentação de Trabalhos Científicos</b> <b>Local:</b> Campus Major Gote - UNIPAM <b>Horário:</b> 19h30m às 22h00
<b>07/11 – QUINTA-FEIRA</b>	<b>Local:</b> Centro de Convenções e Eventos do UNIPAM <b>Horário:</b> 19h30m às 22h00 Palestra com Diogo Mendes Gonçalves <b>Práticas e reflexões sobre o projeto arquitetônico – Estúdio João de Barro</b> (Curso de Arquitetura e Urbanismo)
	<b>Local:</b> Centro de Convenções e Eventos do UNIPAM <b>Horário:</b> 19h30m às 22h00 Palestra com Carlos Roberto Arango Gutiérrez <b>Experiências com infraestrutura urbana no contexto colombiano</b> (Curso de Engenharia Civil)
	<b>Local:</b> Auditório Bloco N – Sede Major Gote UNIPAM <b>Horário:</b> 19h30m às 22h00 Palestra com Johny Antônio Álvarez Salazar <b>Automação na Engenharia Elétrica e seu impacto social</b> (Curso de Engenharia Elétrica)
	<b>Local:</b> Salão do Juri – Sede Major Gote UNIPAM <b>Horário:</b> 19h30m às 22h00 Palestra com Sérgio Ricardo <b>Inicie hoje os caminhos para um futuro de prosperidade e sucesso</b> (Curso de Engenharia de Produção, Engenharia Química e Engenharia Mecânica)
<b>08/11 – SEXTA-FEIRA</b>	<b>Encerramento e Confraternização</b> <b>Local:</b> Centro de Convenções e Eventos do UNIPAM <b>Horário:</b> 19h30m às 22h00

## RESUMOS – ENGENHARIA CIVIL

## **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE CONCRETOS DE CIMENTOS PORTLAND DISTINTOS SUBMETIDOS A SULFATOS MARINHOS**

Pedro Henrique Vieira Soares<sup>1</sup>; Sheilla Pereira Vieira<sup>2</sup>; Marcello Simão de Moraes<sup>3</sup>

Desde a antiguidade, a engenharia tem buscado desenvolver inovações para mitigar os efeitos do ambiente marinho agressivo sobre estruturas. O contato com esse meio é tratado com elevada importância devido à intensidade dos ataques, sobretudo aqueles causados por sulfatos presentes em sua composição, cujo mecanismo de deterioração ainda não é plenamente compreendido. Nesse contexto, o presente estudo realizou experimentos comparativos utilizando amostras de concreto produzidas com dois tipos de cimento: um convencional e outro com resistência a sulfatos. As amostras foram submersas em solução sulfatada com concentração equivalente à encontrada em ambientes reais. Após o cumprimento dos procedimentos metodológicos, foram realizados ensaios físicos, químicos e mecânicos em diferentes idades. Os resultados obtidos indicaram que, apesar de algumas variações, houve progressão e comportamento semelhante entre as amostras avaliadas. Em um período de 90 dias de submersão, não foram observadas divergências significativas que desqualificassem o uso do cimento convencional, contrariando diversas publicações que utilizaram métodos de ensaio acelerado. Conclui-se que a avaliação do desempenho dos concretos frente à ação de sulfatos deve considerar exposições de longa duração, uma vez que ensaios acelerados podem induzir comportamentos artificiais, não representativos das condições reais de deterioração.

**Palavras-chave:** cimento; concreto; meio agressivo; sulfatos.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Civil (UNIPAM). E-mail: pedrohenrique123@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: sheilapv@unipam.edu.br

<sup>3</sup> Engenheiro Civil, especialista em Geotecnia E-mail: marcellosimao@unipam.edu.br

## **ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE *MAIS CONTROLE* NO PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRA RESIDENCIAL UNIFAMILIAR DE ALTO PADRÃO**

Matheus Queiroz Corrêa Andrade<sup>1</sup>; Bruno Batista Gonçalves<sup>2</sup>

A indústria da construção civil enfrenta o constante desafio de adotar métodos mais eficazes de planejamento orçamentário e de gestão de obras, visando à obtenção de lucros para a empresa e à redução de custos para o cliente, sem comprometer a qualidade dos serviços prestados. No Brasil, estima-se que cerca de 80% das obras resultam em prejuízos decorrentes da ausência de planejamento adequado e de projetos executivos consistentes, incluindo as obras públicas. Nesse contexto, o planejamento e o controle tornam-se fundamentais para alcançar maior eficiência e previsibilidade. Este estudo teve como objetivo analisar a aplicação do software *Mais Controle* no planejamento e na gestão de uma obra residencial de alto padrão, com área construída de 125,97 m<sup>2</sup>, localizada no município de Patos de Minas – MG. A metodologia baseou-se na utilização do referido software, que permite a criação detalhada de composições de custo e a elaboração do orçamento da obra, utilizando dados reais de preços de materiais e mão de obra locais. O acompanhamento da execução foi realizado por meio de atualizações diárias no sistema, com o registro das evoluções físicas e financeiras do projeto. Esse monitoramento contínuo possibilitou a identificação precoce de desvios em relação ao cronograma e ao orçamento planejados, permitindo a adoção de medidas corretivas em tempo hábil. Os resultados demonstraram que a ferramenta atendeu satisfatoriamente às exigências da gestão, com variação de apenas 1,4% em relação ao valor inicialmente orçado, evidenciando sua eficácia na racionalização dos custos e no controle da execução da obra.

**Palavras chave:** gestão; orçamento; planejamento; software *Mais Controle*.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Civil (UNIPAM). E-mail: matheusqcandrade@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: brunobg@unipam.edu.br

## **ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DO CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO COM ADIÇÃO DE CAL**

Brenda Cristina Rodrigues<sup>1</sup>; Estefani Antoniety da Silva<sup>1</sup>; Gabriela Ferreira Carvalho<sup>1</sup>; Thalles Soares de Sousa<sup>1</sup>; Vinícius Vieira Sousa<sup>2</sup>.

Os ligantes asfálticos estão entre os materiais de construção mais antigos e versáteis utilizados pela engenharia, com aplicação histórica como aglutinante em alvenaria, pavimentação de estradas e impermeabilização de reservatórios. No Brasil, aproximadamente 95% das vias pavimentadas utilizam revestimento asfáltico. O Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), derivado de alta viscosidade obtido do refino do petróleo, apresenta propriedades adesivas e impermeabilizantes, sendo amplamente empregado como ligante na formulação de misturas asfálticas. O presente estudo teve como objetivo analisar as propriedades do CAP convencional 50/70 e investigar os efeitos da adição de cal em seu ponto de amolecimento, com vistas à otimização do desempenho em pavimentação rodoviária. A metodologia baseou-se na preparação de amostras conforme a Norma DNIT 131/2010, utilizando o ensaio de ponto de amolecimento pelo método Anel e Bola, conduzido em ambiente controlado. Foram avaliadas duas composições: CAP 50/70 convencional e CAP modificado com 7% de cal. Os resultados indicaram que o ponto de amolecimento do CAP convencional foi de 50,4 °C, enquanto o do CAP com adição de cal foi de 50,05 °C, evidenciando uma leve redução. Embora essa diminuição seja considerada tecnicamente pequena e dentro dos limites normativos, ressalta-se que os efeitos mecânicos da cal podem ser positivos, dependendo de sua qualidade e de outros parâmetros da mistura. Conclui-se que a adição de cal ao CAP pode modificar suas propriedades térmicas e mecânicas, sendo necessária a investigação complementar de outras características para melhor compreensão do seu comportamento em campo.

**Palavras-chave:** adição de cal; CAP; pavimentação; estrutura de estradas; ponto de amolecimento.

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Civil (UNIPAM). E-mail: [brendacristina@unipam.edu.br](mailto:brendacristina@unipam.edu.br)

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: [viniciusvieiras@unipam.edu.br](mailto:viniciusvieiras@unipam.edu.br)

## ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE SERRA DO SALITRE

Gabriela Ferreira Carvalho<sup>1</sup>; Brenda Cristina Rodrigues<sup>1</sup>; Flavia Jaqueline Fonseca Alves<sup>1</sup>; Sheilla Pereira Vieira<sup>2</sup>; Daiane Teodoro de Andrade Reis<sup>3</sup>.

O presente estudo tem como foco a análise de manifestações patológicas nas fachadas de um edifício residencial situado em Serra do Salitre, MG. O objetivo principal deste trabalho é identificar, catalogar e propor intervenções corretivas para as falhas encontradas, destacando que as manifestações patológicas não comprometem apenas a estética, mas também a segurança e a durabilidade da edificação. A metodologia adotada constitui-se em inspeções visuais detalhadas, que permitiram um mapeamento das patologias visíveis presentes. Realizou-se uma análise criteriosa das manifestações patológicas detectadas, analisando os níveis de ocorrência e localização em função da fachada da edificação. Durante as vistorias, foram identificadas infiltrações, deslocamentos, fissuras e eflorescências. A infiltração, em particular, se destacou como a patologia mais recorrente, afetando áreas críticas, como banheiros e sacadas, onde a umidade é mais intensa. Essa ocorrência é frequentemente ligada a falhas na impermeabilização e na execução das obras, o que evidencia a importância de um cuidado adequado durante a construção e manutenção das fachadas. Com base nos achados, propuseram-se intervenções corretivas específicas, incluindo reparos localizados e readequação das técnicas de impermeabilização. A pesquisa evidencia a importância da manutenção preventiva e corretiva como estratégia fundamental para preservar a integridade das fachadas, prevenir deteriorações avançadas e mitigar custos elevados de recuperação. Conclui-se que a gestão eficiente da manutenção predial é essencial para assegurar a longevidade e a segurança das edificações, destacando a relevância do monitoramento contínuo e das boas práticas construtivas.

**Palavras-chave:** patologia predial; manifestações patológicas; fachadas; durabilidade

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Civil (UNIPAM). E-mail: gabrielafc@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: sheilapv@unipam.edu.br

<sup>3</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: daianeteodoro@unipam.edu.br

## ANÁLISE DO DESEMPENHO DE CONCRETO ASFÁLTICO COM A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND BRITADOS EM SUBSTITUIÇÃO AO FÍLER

Jordana Carvalho<sup>1</sup>; Vinícius Vieira Sousa<sup>2</sup>

A pavimentação representa um componente essencial para a economia e a infraestrutura de um país, uma vez que a qualidade das vias influencia diretamente o transporte terrestre, afetando o conforto dos usuários e impulsionando o desenvolvimento socioeconômico dos municípios. Nos últimos anos, a busca por materiais que respeitem os princípios da sustentabilidade tem se intensificado, em virtude da crescente preocupação com a preservação ambiental. Nesse contexto, os resíduos da construção civil (RCC), em especial os resíduos de concreto de cimento Portland, surgem como alternativa viável para reaproveitamento em obras viárias. O presente estudo, desenvolvido no Laboratório de Pavimentação do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), teve como objetivo principal investigar o reaproveitamento de resíduos de concreto Portland como substituto do fíler no Concreto Asfáltico (CA), também conhecido como concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ). A metodologia consistiu na definição de um traço de referência, coleta e caracterização dos resíduos, preparação das misturas asfálticas e execução de ensaios físicos e mecânicos, conforme as normas técnicas vigentes. Os resultados obtidos demonstraram que o RCC, ao substituir o fíler convencional, atendeu plenamente aos critérios normativos, superando em mais de 200% os valores mínimos exigidos para as propriedades analisadas. Tais resultados indicam que a utilização do RCC em misturas asfálticas é tecnicamente viável e ambientalmente benéfica, promovendo práticas construtivas sustentáveis e contribuindo para a redução dos impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de resíduos de construção.

**Palavras-chave:** concreto asfáltico (CA); concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ); concreto portland; pavimentação; resíduos de construção civil (RCC).

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Civil (UNIPAM). E-mail: jordanacarvalho@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: viniuciusvieiras@unipam.edu.br

## **AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE E VIDA ÚTIL NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO: MEDIANTE AVALIAÇÃO PERICIAL EMBASADA EM ENSAIOS DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS.**

Amanda Cristina de Melo<sup>1</sup>; Rogerio Borges Vieira<sup>2</sup>

Este estudo tem como objetivo avaliar a durabilidade e a vida útil de estruturas de concreto armado expostas ao abandono e à ação prolongada de intempéries, com foco na edificação do Centro Social Urbano (CSU) localizado em Patos de Minas, a qual se encontra desativada há mais de duas décadas. A pesquisa investigou os mecanismos de degradação das estruturas por meio da aplicação de ensaios destrutivos e não destrutivos, com vistas à identificação de anomalias estruturais e à análise da viabilidade de recuperação do empreendimento. A metodologia adotada incluiu inspeções visuais sistemáticas, coletas de dados em campo e a execução de ensaios laboratoriais, tais como esclerometria, ultrassonografia, compressão axial e carbonatação. O ensaio esclerométrico foi utilizado para estimar a resistência superficial do concreto, enquanto o ultrassom permitiu avaliar a homogeneidade interna da estrutura e detectar possíveis descontinuidades. Ensaios de compressão axial foram realizados em corpos de prova extraídos da estrutura, e a carbonatação foi mensurada para determinar a profundidade de avanço do fenômeno. Os resultados indicaram a presença de diversas manifestações patológicas, incluindo fissuras, corrosão das armaduras, desagregação superficial do concreto e carbonatação significativa. A média de resistência à compressão obtida (10,41 MPa) revelou comprometimento da integridade mecânica do concreto. Embora os ensaios de esclerometria e ultrassom tenham indicado resistência superficial e interna moderada, a profundidade de carbonatação evidenciou alta suscetibilidade à corrosão das armaduras. Conclui-se que a degradação observada é predominantemente decorrente da exposição prolongada às intempéries e da ausência de manutenção preventiva, comprometendo de forma severa a segurança e a vida útil da edificação. Recomenda-se a adoção de medidas corretivas, como intervenções de reforço estrutural e técnicas de proteção superficial, a fim de restaurar a integridade da estrutura e prolongar sua durabilidade. A pesquisa ressalta a relevância de práticas de inspeção periódica e manutenção em edificações desativadas para prevenir colapsos e perdas patrimoniais.

**Palavras-chave:** estruturas abandonadas; deterioração; inspeção predial; intempéries; ensaios não destrutivos.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Civil (UNIPAM). E-mail: amandacm@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: rogeriobv@unipam.edu.br

## COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA CIVIL: EVITANDO ERROS E CONFLITOS

Felipe Soares Tavares<sup>1</sup>; Luisa Clasen Pich<sup>1</sup>; Daiane Teodoro de Andrade Reis<sup>2</sup>

A compatibilização de projetos surge como uma estratégia essencial para mitigar falhas recorrentes na construção civil, contribuindo para a racionalização de processos e a melhoria do desempenho global dos empreendimentos. Nesse contexto, a elaboração de projetos torna-se um componente decisivo frente à crescente demanda por eficiência no setor. A compatibilização visa integrar, de forma mais eficaz, as etapas de projeto e execução, promovendo a redução de retrabalhos, custos e prazos, além de agregar valor ao produto final. Dentre as abordagens disponíveis, destaca-se a modelagem da informação da construção (*Building Information Modeling* – BIM), cujas características diferem substancialmente daquelas observadas em softwares baseados em *Computer-Aided Design* (CAD), como o AutoCAD. A principal distinção reside na utilização de objetos paramétricos, os quais apresentam geometrias integradas e não redundantes, regras associadas que alteram suas propriedades automaticamente, além da capacidade de armazenar uma ampla gama de atributos e informações que favorecem a integração multidisciplinar. O presente estudo foi conduzido com base em revisão bibliográfica especializada e análise normativa sobre métodos de elaboração e compatibilização de projetos arquitetônicos e complementares. Foram exploradas as potencialidades e limitações do CAD na compatibilização, bem como estabelecida uma comparação crítica com a tecnologia BIM, com vistas à identificação dos softwares mais adequados para diferentes tipos de projetos. Os resultados evidenciaram que, em projetos de maior complexidade, como os sistemas hidráulicos e hidrossanitários, a aplicação da metodologia BIM demonstrou maior eficácia, especialmente no que se refere à visualização tridimensional e à detecção de interferências. Em contrapartida, para projetos de menor complexidade, ambas as abordagens se mostraram eficientes na identificação de falhas e inconsistências. Conclui-se, portanto, que a escolha da ferramenta deve considerar o nível de detalhamento exigido e a complexidade das disciplinas envolvidas, sendo o BIM preferencial em contextos de elevada integração e detalhamento técnico.

**Palavras-chave:** AutoCad; BIM; compatibilização

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Civil (UNIPAM). felipetavares@unipam.edu.br;  
luisaclasenpich@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: daianeteodoro@unipam.edu.br

## DEGRADAÇÃO PREDIAL: ESTUDO DE PATOLOGIAS

Eduardo Mateus da Silva Oliveira<sup>1</sup>; Daiane Teodoro de Andrade Reis<sup>2</sup>

O presente estudo tem como objetivo investigar as patologias na construção civil, com ênfase nas falhas e anomalias que comprometem a segurança, durabilidade e funcionalidade das edificações. As patologias foram classificadas conforme sua origem – física, química, biológica e mecânica – e segundo sua localização nas edificações, abrangendo estruturas de concreto, alvenarias, revestimentos, coberturas e fundações. A metodologia adotada consistiu em revisão bibliográfica de obras clássicas e contemporâneas, bem como de normas técnicas, visando analisar os mecanismos de degradação e os métodos de reparo disponíveis. Foram identificadas diversas manifestações patológicas, incluindo corrosão, fissuração, infiltração e desgaste de elementos estruturais e não estruturais. A análise desses mecanismos foi conduzida a partir de variáveis ambientais, condições de uso e agentes de deterioração, permitindo compreender sua influência direta na durabilidade das construções e na definição de estratégias preventivas. O estudo também contemplou os principais métodos de intervenção e recuperação, avaliando sua eficácia técnica, viabilidade econômica, tempo de execução e impacto ambiental. A partir dessa abordagem, evidenciou-se que as causas mais recorrentes das patologias estão relacionadas a falhas de projeto, execução inadequada, utilização de materiais com desempenho inferior e ausência de manutenção preventiva. Casos emblemáticos de colapsos estruturais, como os ocorridos no Edifício Palace II (Brasil), Ponte Morandi (Itália) e Sampoong Department Store (Coreia do Sul), foram analisados como exemplos da gravidade decorrente da negligência frente às patologias construtivas. O estudo aponta que a adoção de práticas preventivas – como o uso de materiais normatizados, controle rigoroso de execução, dimensionamento adequado e planejamento de manutenção – é essencial para mitigar riscos, prolongar a vida útil das edificações e reduzir custos com intervenções corretivas. Conclui-se que o fortalecimento das normativas técnicas, aliado à fiscalização eficiente e à difusão de boas práticas, constitui fator determinante para assegurar a segurança, a durabilidade e a sustentabilidade do ambiente construído.

**Palavras-chave:** degradação predial; manutenção preventiva; vida útil.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Civil (UNIPAM). E-mail: eduardomateusso@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: daianeteodoro@unipam.edu.br

## ELABORAÇÃO DE PROJETO DE PISO ESTRUTURALMENTE ARMADO PARA AMBIENTE INDUSTRIAL

Gian Carlos da Cunha<sup>1</sup>; Renata de Oliveira Melo<sup>2</sup>

Considerando a relevância dos pavimentos industriais no contexto da infraestrutura produtiva, entende-se que essas estruturas devem apresentar desempenho funcional adequado, especialmente quanto à resistência, durabilidade e capacidade de suporte de cargas. No entanto, observa-se que grande parte dos pavimentos rígidos executados no Brasil apresenta deficiências de projeto e execução. Com base nesse cenário, o presente estudo tem por objetivo aprofundar o conhecimento sobre pavimentos rígidos por meio do dimensionamento de um piso industrial em concreto armado, com foco nos procedimentos de cálculo e nos métodos executivos aplicáveis. Inicialmente, foi elaborado um layout do piso, determinando-se os tipos de carregamento atuantes e os parâmetros físicos e geométricos do sistema estrutural. Em seguida, foi desenvolvido o referencial teórico que subsidiou as decisões de projeto, culminando na elaboração dos memoriais de cálculo e descritivo técnico. Esses documentos fundamentaram a produção da prancha de projeto e da lista de materiais. A partir dos resultados obtidos, foram realizadas análises sobre os impactos das decisões técnicas, como a adoção de sub-base e a influência do tipo de eixo de rotação na geração de momentos fletores. Concluiu-se que o dimensionamento de pisos industriais requer elevada precisão técnica e domínio dos parâmetros envolvidos, reforçando a necessidade de aprofundamento contínuo na área.

**Palavras-chave:** pavimento industrial; concreto armado; dimensionamento estrutural; métodos executivos; projeto de engenharia.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Civil (UNIPAM). E-mail: giancarloscunha@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: renataom@unipam.edu.br

## GERAÇÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM PATOS DE MINAS

Luisa Clasen Pich<sup>1</sup>; Eduardo Mateus da Silva Oliveira<sup>1</sup>; Felipe Soares Tavares<sup>1</sup>; Sheilla Pereira Viera<sup>2</sup>.

Este estudo trata da gestão dos resíduos sólidos da construção civil, por meio de revisão bibliográfica e de experimentação em laboratório. Os testes experimentais buscaram avaliar a viabilidade da reinserção desses resíduos na cadeia produtiva da construção civil, especificamente por meio da produção de concreto com agregados reciclados. A pesquisa também incluiu o levantamento das práticas de reaproveitamento de resíduos em uma obra localizada no município de Patos de Minas – MG. O objetivo principal consistiu em apresentar alternativas que tornem os agregados reciclados economicamente viáveis e tecnicamente adequados para utilização na construção civil. Os resíduos analisados compreenderam madeira, concreto, cerâmica, metais (notadamente o aço) e PVC. A dosagem do concreto foi realizada com base no método de Nan Su, resultando na produção de sete corpos de prova com agregados naturais e sete com agregados reciclados provenientes da referida obra. A partir de técnicas de reciclagem mecânica, física e química, os resíduos foram transformados em materiais reaproveitáveis, com vistas à minimização de impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado. Os resultados indicaram que o concreto com agregados reciclados apresentou resistência à compressão aproximadamente 17,67% inferior à do concreto convencional. No entanto, essa diferença permaneceu dentro dos parâmetros esperados, evidenciando a viabilidade técnica do reaproveitamento desses materiais na produção de concreto estrutural e não estrutural.

**Palavras-chave:** agregados; concreto; construção civil; resíduos sólidos.

---

<sup>1</sup> Discentes do curso de Engenharia Civil (UNIPAM). E-mail: luisaclasenpich@unipam.edu.br; eduardomateusso@unipam.edu.br; felipetavares@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: sheilapv@unipam.edu.br

## MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS: CAUSAS E SOLUÇÕES

Thalles Soares de Sousa<sup>1</sup>; Ighor Vinicius de Castro Silva<sup>1</sup>; Nilson Lucas Dias Silva<sup>1</sup>; Sheilla Pereira Vieira<sup>2</sup>; Daiane Teodoro Andrade Reis<sup>3</sup>

As fachadas constituem elementos fundamentais nas edificações, desempenhando funções de proteção contra agentes externos, além de contribuir para a estética e a eficiência energética das construções. No contexto da patologia das edificações, a análise das fachadas é de extrema relevância, pois manifestações patológicas podem comprometer tanto a durabilidade quanto a valorização do imóvel. A identificação precoce dessas manifestações, por meio de inspeções visuais sistemáticas e conforme normativas técnicas, possibilita a aplicação de medidas corretivas eficazes, como reparos localizados, reforços estruturais, substituição de materiais ou reabilitação integral da fachada. O presente estudo teve como objetivo identificar, registrar e classificar as manifestações patológicas observadas nas fachadas de um edifício localizado no município de Patos de Minas – MG. A metodologia adotada incluiu inspeções técnicas presenciais, mapeamento das patologias, levantamento quantitativo das ocorrências, análise dos mecanismos de degradação e proposição de um projeto básico de recuperação, acompanhado de uma planilha orçamentária preliminar. As inspeções seguiram as diretrizes normativas pertinentes e incluíram a caracterização do imóvel quanto à localização, dimensões e número de pavimentos. As manifestações patológicas foram documentadas por meio de registros fotográficos, com ênfase nas vistas laterais, a fim de possibilitar a identificação das causas associadas à degradação das fachadas. Os resultados indicaram que a edificação apresenta condições satisfatórias de usabilidade, sem comprometimento estrutural evidente. No entanto, observou-se a presença de manifestações patológicas localizadas nas fachadas, demandando ações corretivas pontuais com o objetivo de prevenir o agravamento de danos e preservar a vida útil da edificação. Embora não se tenha constatado a necessidade de intervenções emergenciais, recomenda-se a implementação de medidas de manutenção preventiva e corretiva em curto e médio prazo. Ressalta-se, ainda, a importância dos elementos de fachada não apenas para a integridade física da edificação, mas também para sua valorização estética e funcional no contexto urbano.

**Palavras-chave:** fachadas; manifestações patológicas; inspeção predial; manutenção preventiva; recuperação de edificações.

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Civil (UNIPAM). E-mail: ighorcastro@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: sheilapv@unipam.edu.br

<sup>3</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: daianeteodoro@unipam.edu.br

## RESUMO – ENGENHARIA DE MINAS

## DESENVOLVIMENTO DE TUBOS PEAD PARA ALIMENTAÇÃO DE ESPIRAIS CONCENTRADORAS

Wanderson Carlos de Oliveira<sup>1</sup>; Arlindo Matos<sup>1</sup>; Edimeire Silva<sup>1</sup>; Gustavo Debortoli<sup>1</sup>;  
Hugo Eslander<sup>1</sup>; Leonardo Duarte<sup>1</sup>; Pablo Euzébio<sup>1</sup>; Rafael Teixeira<sup>1</sup>

Este estudo apresenta o desenvolvimento de tubos em Polietileno de Alta Densidade (PEAD) com maior durabilidade e menor custo unitário, projetados para aplicação em espirais concentradoras utilizadas no setor de mineração. A iniciativa foi conduzida pela empresa EspiralTech PEAD, motivada pela necessidade de mitigar o desgaste acelerado dos tubos empregados no transporte de polpa mineral, responsável por elevados custos operacionais e frequente substituição dos componentes. A solução proposta baseia-se na fabricação de tubos com espessura ampliada (5,6 mm em comparação aos 3,7 mm dos modelos convencionais), o que resultou em um aumento de 37,42% na vida útil, elevando-a de 30 para 49 dias. Adicionalmente, o custo unitário foi reduzido para R\$ 77,00, valor significativamente inferior ao praticado pelo fornecedor anterior (R\$ 434,00 por unidade), representando uma economia expressiva para as operações mineradoras. A maior resistência ao desgaste contribuiu para a redução da frequência de substituições, aumentando a disponibilidade operacional e diminuindo os custos de manutenção. Em termos de segurança, o novo projeto minimizou a ocorrência de vazamentos e reduziu a exposição de trabalhadores a condições de risco, promovendo um ambiente operacional mais seguro. Os resultados indicam que a solução desenvolvida apresenta viabilidade técnica e econômica, promovendo ganhos em eficiência, segurança e sustentabilidade no contexto da mineração.

**Palavras-chave:** tubos PEAD; abrasão; durabilidade; eficiência operacional; mineração; redução de custos; espirais concentradoras.

---

<sup>1</sup> Discentes do curso de Engenharia de Minas (UNIPAM). E-mail:  
wandersoncarlos@unipam.edu.br

## RESUMOS – ENGENHARIA ELÉTRICA

## ANÁLISE DA QUALIDADE DE ENERGIA EM UMA INSTALAÇÃO DE BAIXA TENSÃO NO INTERIOR DE MINAS GERAIS

Aline Fonseca de Melo<sup>1</sup>; Victor Henrique da Cunha Faria<sup>2</sup>

O Sistema Elétrico de Potência (SEP) constitui uma estrutura complexa que abrange todas as etapas, desde a geração até o consumo final de energia elétrica. Durante esse percurso, podem ocorrer falhas decorrentes de diversos fatores, os quais impactam diretamente a Qualidade da Energia Elétrica (QEE). Conforme estabelecido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a energia fornecida deve atender a parâmetros mínimos de qualidade. Com esse propósito, a ANEEL instituiu os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (Prodist), cujo Módulo 8 define os indicadores de qualidade e os limites aceitáveis de distorção para diferentes tipos de distúrbios. Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise da qualidade da energia elétrica em uma instalação de baixa tensão, com base nos critérios estabelecidos pelo Prodist Módulo 8. Os valores das grandezas elétricas – como tensão, corrente e potência – foram coletados e, posteriormente, avaliados conforme os limites normativos. Os resultados permitiram identificar a presença de distúrbios elétricos na instalação, destacando que nem todos apresentam intensidade suficiente para comprometer seu desempenho. No entanto, aqueles cujos valores excederam os limites normativos exigem investigação detalhada e, se necessário, a adoção de medidas corretivas, a depender da natureza do fenômeno ocorrido.

**Palavras-chave:** análise de energia; Prodist 8; qualidade de energia; sistema elétrico de potência

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Elétrica (UNIPAM). E-mail: alinemelo@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: victorhcf@unipam.edu.br

## **BOLHA-FROG EM AÇÃO COM RECICLATIVA**

Rayssa Aparecida Nunes Porto<sup>1</sup>; Amanda Cristyne Vieira Silva<sup>1</sup>; Gustavo Nunes Nascentes<sup>1</sup>; Igor Pinheiro de Carvalho<sup>1</sup>; Kauan Augusto Maia<sup>1</sup>; Sandra Lúcia Nogueira<sup>2</sup>

O projeto "Bolha-Frog" consiste na concepção e construção de um brinquedo eletrônico de caráter ecológico, desenvolvido com materiais recicláveis e de fácil acesso, com o objetivo de promover o entretenimento e o desenvolvimento motor e sensorial infantil. A proposta central consiste na criação de um dispositivo lúdico em formato de sapo, capaz de gerar bolhas de sabão por meio de um sistema eletrônico reaproveitado de brinquedos descartados. Foram utilizados motores, componentes eletrônicos, palitos de picolé, tampas plásticas e folhas de EVA com acabamento em glitter para a decoração. A estrutura foi montada com palitos de picolé, conferindo leveza e resistência ao brinquedo. Dois motores reciclados foram integrados: um destinado à rotação do ventilador, responsável pela emissão do fluxo de ar, e outro adaptado para movimentar uma estrutura imersa em solução de sabão. O sistema foi alimentado por duas pilhas AA, com acionamento por meio de um botão liga/desliga. Durante a execução do projeto, foram enfrentados dois desafios principais. O primeiro consistiu na adaptação de um recipiente para acomodação eficiente da solução de sabão, garantindo a imersão completa dos cliques galvanizados utilizados como suportes. O problema foi resolvido por meio do ajuste da altura do suporte. O segundo desafio relacionou-se à direção do fluxo de ar gerado pelo motor, que inicialmente operava de forma inadequada; a solução consistiu na inversão da polaridade elétrica. A segurança do protótipo foi priorizada mediante o isolamento adequado de conexões elétricas e a fixação firme dos componentes estruturais. Testes repetidos demonstraram a durabilidade e a confiabilidade do brinquedo em condições de uso prolongado. O projeto evidencia a viabilidade de se associar inovação, sustentabilidade e educação em uma solução acessível, criativa e segura.

**Palavras-chave:** inovação; criatividade; eletrônica; ecológico

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Elétrica (UNIPAM). E-mail: earayssaanp@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: sandraln@unipam.edu.br

**BRINQUEDOS ECOLÓGICOS MOVIDOS À CRIATIVIDADE RECICLATIVA**

Matheus Caixeta Silva<sup>1</sup>; Alex dos Reis Rodrigues Ferreira<sup>1</sup>; Lara Luíza Caixeta Garcia<sup>1</sup>; Gabriel Pereira Fonseca da Silva<sup>1</sup>; Miguel Silva Caixeta<sup>1</sup>; Sandra Lúcia Nogueira<sup>2</sup>

O presente trabalho apresenta a construção de dois brinquedos ecológicos e funcionais, batizados como Baratinha e Trator, desenvolvidos a partir de materiais recicláveis e componentes eletrônicos simples. A proposta surgiu da necessidade de criar soluções lúdicas e educativas que incentivem o reaproveitamento de resíduos sólidos, ao mesmo tempo em que promovem o desenvolvimento de habilidades técnicas entre os alunos. O brinquedo Baratinha possui aproximadamente 12 centímetros, é preto com detalhes coloridos e tem um corpo oval com quatro pernas longas. Sua operação é bastante simples: ao ser colocado em uma superfície plana e acionada a chave presente em sua "cabeça", o brinquedo se move aleatoriamente, vibrando e deslocando-se para frente e para os lados, graças ao motor de 3V e uma estrutura de vibração feita com cola quente e materiais reciclados. A construção envolveu o uso de garrafas PET, latinhas de alumínio e tampas de garrafas. O Trator, por sua vez, é maior e conta com uma estrutura de papelão pintada de preto, janelas e portas pintadas, além de rodas feitas de tampas de garrafas. Seu funcionamento segue o mesmo princípio da Baratinha, acionando os motores por meio de uma chave, mas o diferencial está no uso de um motor com redução de 6V, permitindo um deslocamento controlado para frente. Na construção do trator, além dos materiais recicláveis como latinhas e tampas, foi utilizada uma peça de alumínio para sustentar os motores e otimizar o movimento das rodas. Durante o processo de montagem, o grupo enfrentou desafios relacionados à mecânica de ambos os brinquedos, especialmente no ajuste das estruturas para que os motores funcionassem adequadamente. No caso da Baratinha, foi necessário ajustar o tamanho da peça vibratória para garantir um movimento consistente. No Trator, a posição dos motores exigiu testes e ajustes para assegurar que eles gerassem torque suficiente para mover o brinquedo de maneira eficiente. A segurança foi uma preocupação fundamental no projeto, sendo adotadas medidas como o uso de fita isolante nas partes eletrônicas e o arredondamento das quinas para evitar possíveis cortes. Além disso, os brinquedos foram pintados e personalizados com detalhes que tornaram sua aparência mais atraente, como a adição de uma antena ao Trator. Os resultados obtidos demonstram que, com criatividade e planejamento, é possível transformar materiais recicláveis em brinquedos funcionais, acessíveis e educativos, promovendo a sustentabilidade e o aprendizado técnico de forma lúdica.

**Palavras-chave:** sustentabilidade; engenharia; inovação.

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Elétrica (UNIPAM). E-mail: matheuscsilva@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: sandraln@unipam.edu.br

## DESENVOLVIMENTO DE CARRINHO AUTÔNOMO COM SENSORIAMENTO DE CORES PARA APLICAÇÕES INDUSTRIAIS

Gustavo Augusto Silva<sup>1</sup>; Victor Henrique da Cunha Faria<sup>2</sup>

O uso de robôs autônomos tem se expandido de forma significativa em diferentes áreas da engenharia elétrica, abrangendo setores como indústria, agricultura, varejo e saúde. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um protótipo de robô móvel autônomo, capaz de identificar cores no solo e, com base nessa detecção, realizar o transporte de materiais até veículos de carga, áreas de armazenamento ou setores específicos. A metodologia adotada incluiu levantamento teórico por meio de literatura científica e materiais audiovisuais especializados em sensores de cor e robótica aplicada. A etapa de desenvolvimento contemplou o planejamento da estrutura física do robô, a definição da lógica de controle, a programação do percurso orientado por cores e a escolha dos componentes eletrônicos. O sistema foi composto por um sensor de cor, controlado por microcontrolador programado em linguagem C++, placa de ensaio (protoboard), fonte de alimentação por pilhas e demais conexões eletrônicas. Os testes demonstraram que o protótipo apresentou desempenho satisfatório, seguindo corretamente o trajeto pré-definido com base na detecção das cores. O sistema foi eficaz no reconhecimento dos padrões cromáticos e na execução das rotas programadas, confirmando a viabilidade técnica da proposta.

**Palavras-chave:** robôs autônomos; sensor de cor; controle embarcado; Arduino.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Elétrica (UNIPAM) E-mail: gustavoasilva@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM) E-mail: victorhcf@unipam.edu.br

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE SINAIS TRIFÁSICOS DE TENSÃO E CORRENTE PARA USO NOS LABORATÓRIOS DO UNIPAM**

Murilo Machado de Matos<sup>1</sup>; Victor Henrique da Cunha Faria<sup>2</sup>

O monitoramento de grandezas elétricas, como tensão e corrente, é essencial para o controle, supervisão e faturamento de energia em sistemas de potência. Neste contexto, o desenvolvimento de placas de aquisição de dados, integradas a sensores de corrente e tensão, configura uma solução eficiente para a análise de parâmetros elétricos, especialmente em sistemas trifásicos. O presente projeto propõe a construção de placas de aquisição utilizando sensores LA 100-P e LV 20-P da fabricante LEM, reconhecidos por sua precisão e confiabilidade em medições práticas. As placas desenvolvidas incluem circuitos de condicionamento de sinal, responsáveis por realizar a filtragem, amplificação e isolamento elétrica dos sinais adquiridos, adequando-os aos níveis exigidos por sistemas de processamento digital. A utilização de microcontroladores, como o ESP-32, viabiliza a comunicação com redes de monitoramento remoto, ampliando as possibilidades de aplicação em ambientes industriais e acadêmicos. A abordagem adotada apresenta vantagens significativas frente a instrumentos tradicionais, como os osciloscópios, cujo custo elevado e limitações estruturais inviabilizam sua utilização em projetos de maior escala. Os testes realizados demonstraram a eficiência dos sensores selecionados e a confiabilidade dos circuitos implementados, validando a proposta e evidenciando o potencial do sistema para futuras aplicações. Conclui-se que a construção das placas de aquisição constitui um instrumento de apoio relevante para o desenvolvimento de soluções de monitoramento elétrico, contribuindo para a segurança, eficiência e inovação em projetos de engenharia elétrica.

**Palavras-chave:** aquisição de dados; sensores elétricos; ESP-32; sistemas trifásicos; monitoramento remoto.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Elétrica (UNIPAM). E-mail: murilomachado@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: victorhcf@unipam.edu.br

## DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA DE ACIONAMENTO ELÉTRICOS APLICANDO INSTRUMENTAÇÃO VIRTUAL

Ádrian Martins Pereira<sup>1</sup>; Victor Henrique da Cunha Faria<sup>2</sup>

Este trabalho tem como objetivo propor uma solução para a dificuldade observada no processo de aprendizagem prática da disciplina de Máquinas Elétricas, no curso de Engenharia Elétrica. A partir da constatação, por parte do docente responsável, de que os discentes apresentavam limitações na assimilação dos conceitos teóricos aplicados, desenvolveu-se uma bancada didática como recurso pedagógico de apoio às aulas práticas. O projeto inclui, adicionalmente, a implementação de instrumentação virtual por meio do software LabVIEW, que permite a visualização em tempo real de grandezas elétricas como corrente e tensão nos circuitos montados. Dessa forma, a proposta visa facilitar o processo de ensino-aprendizagem, promovendo maior interação dos estudantes com os experimentos realizados em sala de aula e contribuindo para a consolidação dos conteúdos teóricos.

**Palavras-chave:** bancada didática; ensino de máquinas elétricas; instrumentação virtual; LabVIEW; Engenharia Elétrica.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Elétrica (UNIPAM). E-mail: adrianmartinspereira@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: victorhcf@unipam.edu.br

## ESTUDO E DIMENSIONAMENTO DE CURTO-CIRCUITO TRIFÁSICO PRESUMIDO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS DE BAIXA TENSÃO

Matheus de Matos Veloso<sup>1</sup>; Gaspar Eugênio Oliveira Ramos<sup>2</sup>

O aumento da demanda energética nas indústrias, impulsionado pela crescente eletrificação de maquinários, tem elevado a complexidade das instalações elétricas e, proporcionalmente, o risco de falhas operacionais. Nesse contexto, dispositivos de proteção são fundamentais, atuando na interrupção do circuito quando a corrente ultrapassa limites seguros, como em situações de curto-circuito. Para que esses dispositivos funcionem de maneira eficaz, é imprescindível o conhecimento da magnitude das correntes envolvidas, a fim de garantir o dimensionamento adequado frente aos esforços térmicos e eletromagnéticos. Este estudo tem como objetivo calcular as correntes presumidas de curto-circuito trifásico em pontos específicos de uma planta industrial, utilizando dados obtidos na fase de projeto elétrico. A metodologia adotada baseou-se na análise do diagrama unifilar da instalação, contemplando informações sobre tensão nominal, impedâncias da rede, dados de placa de transformadores, características dos condutores e das cargas conectadas. Os cálculos foram realizados com base nas metodologias propostas por Mamede e Cotrim, e fundamentados na norma IEC 60909-0. Para validação dos resultados, o mesmo circuito foi modelado no software ETAP, o qual adota os mesmos referenciais normativos. Os valores obtidos demonstraram boa concordância entre os métodos analítico e computacional, confirmando a viabilidade da metodologia para sistemas de complexidade intermediária. Ressalta-se, contudo, que em arranjos mais complexos, ajustes metodológicos poderão ser necessários para garantir maior acurácia nos resultados. Conclui-se que a abordagem empregada é eficiente e replicável em projetos industriais similares, desde que os dados técnicos sejam devidamente disponibilizados.

**Palavras-chave:** curto-circuito trifásico; impedância; dimensionamento elétrico; transformadores; IEC 60909; ETAP.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Elétrica (UNIPAM). E-mail: matheus.veloso@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: gasparramos@unipam.edu.br

## INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NO BARQUINHO ECOLÓGICO DA RECICLATIVA

Isac Júnio Nunes<sup>1</sup>; Daniel Rocha Leal Araújo<sup>1</sup>; Fernando Borges Caixeta<sup>1</sup>; Lucas Dias Barbosa<sup>1</sup>; Pablo Mesquita Nunes<sup>1</sup>; Sandra Lúcia Nogueira<sup>2</sup>

O presente trabalho apresenta a concepção e desenvolvimento do "Barquinho Ecológico", um brinquedo motorizado que integra princípios de engenharia elétrica e práticas sustentáveis, utilizando materiais recicláveis e acessíveis. O projeto visa demonstrar a aplicação simplificada de eletrônica na criação de soluções educativas e lúdicas, promovendo a conscientização ambiental por meio do reaproveitamento de resíduos descartáveis. A estrutura do barco foi construída a partir de garrafas plásticas, isopor, tubos de caneta, latas de alumínio, parafusos e cola quente, além de componentes eletrônicos, como motores elétricos e uma bateria de 9 V. O design adotado contempla uma base retangular nas laterais e traseira, enquanto a parte dianteira apresenta formato cônico, favorecendo a hidrodinâmica e a eficiência do deslocamento na água. A montagem envolveu o corte e ajuste dos materiais para formar a base, fixação das hélices confeccionadas a partir de latas de alumínio em tubos de caneta, e a instalação do motor conectado à bateria. Durante o desenvolvimento, foram enfrentados desafios relacionados à obtenção de fonte energética adequada, controle do peso e estabilidade da embarcação, além da necessidade de ajuste na direção para otimização do desempenho. Soluções implementadas garantiram maior fluidez e controle da embarcação. Aspectos de segurança e durabilidade foram contemplados, com a incorporação de botão para acionamento e proteção dos componentes eletrônicos, assegurando a integridade durante o uso infantil. O projeto permite a personalização pelos usuários, incentivando a criatividade e promovendo atividades lúdicas e educativas. Em suma, o "Barquinho Ecológico" exemplifica a integração da eletrônica básica e da sustentabilidade, ressaltando seu potencial pedagógico e ambiental, além de evidenciar a viabilidade de projetos acessíveis e de baixo custo na engenharia elétrica aplicada.

**Palavras-chave:** baixo custo; criatividade; brinquedo motorizado; reciclagem; sustentabilidade.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Elétrica (UNIPAM). E-mail: isacjn@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: sandraln@unipam.edu.br

**JOANINHA MALUKA: REINVENTANDO ELETRÔNICOS  
COM A RECICLATIVA**

João Paulo Silveira dos Reis<sup>1</sup>; Matheus Fernandes Pereira<sup>1</sup>; Pedro Paulo da Silva<sup>1</sup>; Carlos Eduardo Reis Cruz<sup>1</sup>; Sandra Lúcia Nogueira<sup>2</sup>

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento do projeto "Joaninha Maluka", que consiste na reutilização de componentes eletrônicos obsoletos para a criação de um brinquedo eletrônico sustentável e educativo. A proposta envolve a montagem de um inseto motorizado por um motor vibratório, visando gerar movimento aleatório e atrativo para fins recreativos, sem a necessidade de controles externos. O projeto destaca-se pela combinação entre caráter lúdico e sustentabilidade, promovendo a reutilização de *vibracalls* provenientes de telefones desativados e materiais simples, incentivando a conscientização sobre o reaproveitamento de recursos eletrônicos. Para a construção do dispositivo, foram utilizados bateria de 3 V, cabos elétricos, *vibracalls* reaproveitados, esferas plásticas, cabeças de escovas de dente e materiais de acabamento, como tinta atóxica e fita adesiva. O processo de montagem mostrou-se simples e de baixo custo, possibilitando a acessibilidade do produto. O motor vibratório foi conectado à bateria por meio de cabos elétricos e fixado à estrutura principal, composta por uma cabeça de escova de dente aderida a metade de uma esfera plástica, que forma o corpo do brinquedo. Posteriormente, o dispositivo foi pintado para personalização estética. Entre os desafios identificados destaca-se a obtenção de *vibracalls* em quantidade suficiente para produção em escala. Entretanto, o baixo custo e a disponibilidade dos componentes favorecem a viabilidade do projeto. Em relação à segurança, o brinquedo foi projetado para evitar riscos elétricos, com todos os componentes eletrônicos devidamente isolados. A durabilidade do dispositivo é assegurada pela autonomia da bateria, capaz de proporcionar horas a dias de funcionamento contínuo. A utilização de tintas atóxicas garante a segurança para usuários infantis e animais de estimação. O projeto também fomenta a criatividade ao permitir personalizações estéticas, incentivando o engajamento dos participantes. Assim, a "Joaninha Maluka" exemplifica a convergência entre inovação tecnológica, sustentabilidade e educação ambiental, promovendo o reaproveitamento de eletrônicos e o desenvolvimento de competências lúdicas.

**Palavras-chave:** inovação; criatividade; eletrônica; vibracall.

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Elétrica (UNIPAM). E-mail: joaoreis1@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: sandraln@unipam.edu.br

## RECICLATIVA CRIATIVA: BRINQUEDOS A PARTIR DE LIXO ELETRÔNICO

Theo Lucas Teixeira Soares<sup>1</sup>; Matheus Yukio Sousa Tanaka<sup>1</sup>; Januário Souza Almeida<sup>1</sup>; João Augusto Vinhal Pinheiro<sup>1</sup>; Guilherme Augusto Manoel<sup>1</sup>; Sandra Lúcia Nogueira<sup>2</sup>

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver brinquedos eletrônicos a partir da reutilização de componentes recicláveis, promovendo a integração entre sustentabilidade, criatividade e educação tecnológica. A proposta visa demonstrar a viabilidade de reaproveitamento de resíduos eletrônicos para a construção de protótipos funcionais e seguros, ao mesmo tempo em que estimula a conscientização ambiental e o interesse por fundamentos da eletrônica entre o público infantojuvenil. Dentre os dispositivos construídos, destaca-se o suporte para telefone, elaborado com peças de madeira e placas de circuito impresso, contendo ainda um *cooler* de computador para resfriamento do aparelho durante uso contínuo. A principal dificuldade observada nesse protótipo foi a execução de cortes precisos na madeira, condição indispensável à estabilidade da estrutura. Outro artefato desenvolvido foi o labirinto elétrico, composto por arame, papelão, LEDs e *buzzer*, cujo propósito é estimular a coordenação motora ao evitar o acionamento do alarme durante o percurso. Adicionalmente, foram construídos um helicóptero com hélice acionada por motor elétrico, um tanque de guerra estilizado com ventoinhas e radiadores, e uma aranha eletrônica com LEDs e resistores, todos compostos por materiais reaproveitados. A construção dos brinquedos foi realizada em laboratório de eletrônica, com atenção à segurança, incluindo o reforço nas colagens e o arredondamento de bordas metálicas. Os brinquedos demonstraram durabilidade e funcionalidade, sendo adaptados para evitar o uso de elementos frágeis ou com potencial risco de acidentes. As dificuldades enfrentadas, como a ausência de conectores apropriados ou ajustes na adaptação de peças, foram superadas por meio de soluções técnicas simples, reforçando o potencial pedagógico e ambiental do reaproveitamento eletrônico. Os resultados obtidos confirmam a viabilidade técnica e educativa da proposta, evidenciando que a criação de brinquedos com materiais reciclados pode aliar aprendizagem, sustentabilidade e inovação em contextos formais e informais de ensino.

**Palavras-chave:** inovação; reciclagem; criatividade; eletrônica educativa; sustentabilidade.

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Elétrica (UNIPAM). E-mail: theo@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: sandraln@unipam.edu.br

## RESUMOS – ENGENHARIA MECÂNICA

## APLICAÇÃO DE REDES NEURAIAS NA ANÁLISE PREDITIVA DE ESPECTROGRAMAS

Guilherme Antonio Moreira de Faria<sup>1</sup>; Tony Correa Silva<sup>2</sup>

A manutenção preditiva constitui uma abordagem estratégica na gestão de ativos industriais, ao permitir a antecipação de falhas e a otimização de intervenções de manutenção. Com os avanços recentes em inteligência artificial, especialmente no uso de redes neurais artificiais, ampliam-se as possibilidades de aplicação dessa técnica, dada a capacidade dessas redes de reconhecer padrões complexos em grandes volumes de dados operacionais. Este estudo teve como objetivo investigar a aplicação de redes neurais artificiais em sistemas de manutenção preditiva, abrangendo desde os fundamentos teóricos até os desafios e oportunidades de implementação. A metodologia adotada compreendeu uma revisão bibliográfica sistemática, a coleta e preparação de dados relevantes, bem como o desenvolvimento e o treinamento de um modelo de rede neural por meio dos frameworks TensorFlow e Keras. A avaliação do desempenho do modelo foi conduzida por técnicas de validação cruzada e por métricas como acurácia e F1-score. Os resultados obtidos indicaram que o modelo proposto apresentou desempenho satisfatório na previsão de falhas, promovendo melhorias significativas em termos de precisão e redução de custos operacionais, quando comparado a métodos tradicionais. Conclui-se que a integração de redes neurais artificiais na manutenção preditiva é uma abordagem promissora, com potencial para gerar avanços relevantes nos processos industriais. No entanto, sua implementação demanda a disponibilidade de dados em grande escala e de elevada qualidade, além da superação de desafios técnicos associados à modelagem e à interpretação dos resultados.

**Palavras-Chave:** Inteligência Artificial; machine learnig; manutenção preditiva

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Mecânica (UNIPAM). E-mail: guilhermeamf@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: tonycorrea@unipam.edu.br

## CONCEPÇÃO DE TANQUE TÉRMICO PARA PROCESSO DE RETIRADA DE TINTA ELETROSTÁTICA

Maycon Douglas de Carvalho<sup>1</sup>; Janaina Aparecida Pereira<sup>2</sup>

A pintura eletrostática é amplamente utilizada em processos de manufatura como método eficiente de proteção anticorrosiva. No entanto, a aderência da tinta nas gancheiras compromete o aterramento adequado, prejudicando a eficiência do processo de pintura. Diante desse problema recorrente, o presente estudo propõe o desenvolvimento de um tanque térmico para remoção da tinta eletrostática aderida às gancheiras, utilizando tratamento químico. O projeto foi concebido com o objetivo de maximizar o aproveitamento de recursos já disponíveis no ambiente fabril, como maquinário, mão de obra e matéria-prima, promovendo uma solução de baixo custo e fácil operação, quando comparada às alternativas disponíveis no mercado. A metodologia adotada envolveu a realização de estudo de caso em uma empresa do setor de manufatura de painéis elétricos, levantamento de alternativas viáveis para a remoção da tinta, análise de custos, modelagem tridimensional do equipamento e simulações térmicas para validação do desempenho. O modelo final do tanque térmico demonstrou conformidade com os requisitos iniciais, sendo capaz de atingir e manter as temperaturas necessárias para a eficácia do produto químico utilizado na remoção da tinta. Os resultados obtidos indicam que o sistema projetado proporcionou melhorias na qualidade da pintura, especialmente em regiões críticas como cantos e bordas, embora não tenham sido observados ganhos significativos em termos de espessura da camada de tinta. Além disso, constatou-se melhora nos aspectos ergonômicos e na satisfação dos colaboradores, uma vez que o novo método elimina a necessidade de esforço físico contínuo, permitindo o redirecionamento da mão de obra para outras atividades produtivas. Conclui-se que o tanque térmico desenvolvido atende de forma eficiente às necessidades do processo, apresentando viabilidade técnica e econômica para aplicação em empresas de pequeno, médio e grande porte, especialmente aquelas que já dispõem de linhas de conformação mecânica e pintura.

**Palavras-chave:** gancheira; pintura eletrostática; tanque deslocante; aterramento em pintura eletrostática.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Mecânica (UNIPAM). E-mail: maycondouglasc@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: janainainaap@unipam.edu.br

## DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DISPERSOR DE CALCÁRIO

Alex Luiz de Oliveira<sup>1</sup>; Maria Eduarda Oliveira Amuniação<sup>1</sup>; Sarah Cristina Magalhães Machado<sup>1</sup>; Gustavo Bernardes Vasconcelos<sup>2</sup>

A aplicação de calcário ao solo é uma prática consolidada na agricultura, fundamental para a correção da acidez e a melhoria das propriedades físico-químicas do solo. No entanto, a eficiência desse processo depende diretamente da uniformidade e da precisão na aplicação do corretivo. Nesse contexto, o desenvolvimento de um protótipo de dispersor de calcário apresenta-se como uma alternativa viável para otimizar a distribuição do insumo, sobretudo em áreas de difícil acesso, contribuindo para a redução de desperdícios e o aprimoramento da eficiência operacional. O presente estudo teve como objetivo a concepção e construção de um dispersor de calcário automatizado, operado por controle remoto, visando à aplicação precisa em locais inacessíveis por máquinas agrícolas convencionais. O protótipo foi confeccionado com placas de MDF, sistema de alimentação por bateria, rotores em MDF, chassi de carrinho motorizado, placa de recepção de 27 MHz, três motores de 3V (4000 rpm), interruptores e esteira transportadora em borracha. O sistema de distribuição consiste em um reservatório que armazena o calcário em forma de pó ou grânulos, sendo o material conduzido por uma rosca até a esteira, que o direciona para dois discos rotativos responsáveis pela dispersão uniforme no solo. A movimentação do equipamento é controlada remotamente, permitindo a liberação direcionada do material em áreas restritas. Essa funcionalidade proporciona maior precisão na aplicação, menor custo de operação e melhor desempenho em terrenos onde maquinário de grande porte não pode atuar. Espera-se, ao final do projeto, obter um protótipo funcional com capacidade de aplicação uniforme e eficiente, promovendo uma distribuição homogênea do calcário e elevando a eficácia do processo de correção do solo. A proposta visa ainda apresentar um modelo de baixo custo, com potencial para aplicação em pequenas propriedades rurais e áreas com limitações topográficas.

**Palavras-chave:** calcário; dispersor de calcário; solo

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Mecânica (UNIPAM). E-mail: alexluiz@unipam.edu.br; mariaeo@unipam.edu.br; sarahcristina@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: gustavobv@unipam.edu.br

## DESGASTE DE MANCAIS DESLIZANTES: DIFERENTES PARÂMETROS DE MONTAGENS.

Fabiano Vieira de Castro da Silva<sup>1</sup>; Gustavo Bernardes Vasconcelos<sup>2</sup>

O presente estudo investigou o desempenho de mancais deslizantes sob condições controladas de desalinhamento e ausência de lubrificação, com o objetivo de compreender os efeitos desses fatores no desgaste dos componentes. Verificou-se que desalinhamentos mínimos, como 1 mm, podem ocasionar desgastes significativos, tanto na bucha de bronze quanto no eixo. A metodologia adotada incluiu a calibração de instrumentos de medição (paquímetro e micrômetro), coleta de dados de forma precisa e avaliação do desempenho dos mancais após 10 horas de operação em condição desalinhada. Os resultados indicaram desgaste de 0,93 centésimos de milímetro na bucha e no eixo. Em testes sem lubrificação, em apenas 20 minutos de operação, o mancal atingiu temperatura de 277 °C, com desgaste de 0,03 milímetros. A análise dos dados demonstrou que, mesmo sob controle operacional, o desalinhamento e a ausência de lubrificação aceleram significativamente o desgaste dos componentes, comprometendo sua funcionalidade. Conclui-se que a manutenção preventiva e a calibração adequada dos instrumentos são fundamentais para a minimização dos desgastes e a extensão da vida útil dos mancais deslizantes.

**Palavras-chave:** desalinhamento; medição; operacional; precisão; temperatura.

---

<sup>1</sup>Discente de Engenharia Mecânica (UNIPAM). E-mail: fabianocastro@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: gustavobv@unipam.edu.br

## ESTUDO SOBRE TÊMPERA: INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO SOBRE O AÇO SAE 1020

Rafael Henrique Ferreira<sup>1</sup>; Gustavo Bernardes Vasconcelos<sup>2</sup>

O aço SAE 1020, uma liga de baixo carbono, é amplamente empregado em aplicações industriais devido à sua boa usinabilidade, soldabilidade e propriedades mecânicas equilibradas. Contudo, seu potencial em processos de têmpera permanece pouco explorado, o que pode restringir a plena utilização de suas características. Este estudo tem como objetivo avaliar os efeitos do tratamento térmico de têmpera sobre o aço SAE 1020, com foco na viabilidade de alcançar o ponto de têmpera e nas alterações nas propriedades mecânicas, especialmente a dureza. A pesquisa foi conduzida no laboratório de ciência dos materiais do Centro Universitário de Patos de Minas, onde amostras do referido material foram submetidas a tratamentos térmicos com variação de temperatura entre 800 °C e 900 °C, seguidos de resfriamento em dois meios distintos: água e óleo mineral. As amostras foram organizadas em grupos conforme a combinação de temperatura e meio de resfriamento, sendo posteriormente submetidas a ensaios de microdureza Rockwell. Os resultados indicaram que, embora a têmpera completa não tenha sido atingida em todas as amostras, observou-se um aumento significativo de dureza nas regiões superficiais, caracterizando uma têmpera parcial. Esses achados sugerem que o aço SAE 1020 pode ser aplicado em contextos industriais que demandem incremento localizado de resistência mecânica. Ainda assim, os resultados apontam para a necessidade de estudos adicionais voltados à otimização do processo de têmpera completa, com vistas à ampliação do uso industrial do material.

**Palavras-chave:** aço SAE 1020; dureza; microdureza Rockwell; têmpera parcial; tratamento térmico.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Mecânica (UNIPAM). E-mail: rafaelhenrique@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: gustavobv@unipam.edu.br

## ESTUDOS E PROPOSTAS DE INOVAÇÃO PARA MELHORIA DE MOBILIDADE URBANA: ESTUDO DE CASO EM AVENIDA DO MUNICÍPIO DE PATOS DE MINAS, MG

Eduarda Ribeiro Soares<sup>1</sup>; Gustavo Bernardes Vasconcelos<sup>2</sup>

Este artigo discute a relevância da mobilidade urbana na sociedade contemporânea, enfatizando sua correlação com o trânsito e a qualidade de vida. Considerando a mobilidade como elemento essencial ao desenvolvimento econômico, destaca-se a necessidade de uma infraestrutura de transporte eficiente e devidamente planejada, de modo a mitigar congestionamentos e outros impactos adversos no cotidiano urbano. O Código de Trânsito Brasileiro define trânsito como a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, apontando para a importância de sistemas de transporte que atendam às demandas de deslocamento de forma ambientalmente responsável. O estudo analisa os desafios enfrentados pela mobilidade urbana, como a poluição e a perda de tempo, propondo intervenções concretas voltadas à melhoria da mobilidade na cidade de Patos de Minas, com foco na Avenida Getúlio Vargas. As propostas incluem a reavaliação da sincronia semaforica, a otimização do espaço urbano para o transporte público e o estacionamento, bem como estratégias para a redução das emissões veiculares. A análise da sincronia dos semáforos permitiu melhorias no fluxo viário, enquanto cálculos sobre o campo de visão dos condutores indicaram a necessidade de reposicionamento dos dispositivos de sinalização, ampliando a segurança. Adicionalmente, propôs-se a implantação de uma via exclusiva para o transporte coletivo e a adoção de estacionamentos em escama como solução para a liberação de vias preferenciais. Os resultados obtidos evidenciam a eficácia das intervenções propostas, demonstrando potencial de aplicação em diferentes contextos urbanos e contribuindo para a promoção de um modelo de mobilidade mais sustentável e eficiente.

**Palavras-chave:** mobilidade urbana; trânsito; transporte; Política Nacional de Mobilidade Urbana; sustentabilidade.

---

<sup>1</sup>Discente de Engenharia Mecânica (UNIPAM). E-mail: eduardarsoares@unipam.edu.br

<sup>2</sup>Professor orientador (UNIPAM). E-mail: gustavobv@unipam.edu.br

## PROTÓTIPO DE UM IMPLEMENTO DISPERSOR DE CALCÁRIO

Mateus Luiz de Souza <sup>1</sup>; Thiago César Silveira Barcelos<sup>1</sup>; Wendell Moura Barros<sup>1</sup>; Gustavo Bernardes Vasconcelos<sup>2</sup>

A correção da acidez do solo, por meio da aplicação de calcário, é uma prática agrônômica essencial para o aumento da produtividade e sustentabilidade agrícola. No entanto, produtores de pequeno e médio porte frequentemente enfrentam limitações no acesso a implementos agrícolas apropriados para a distribuição de corretivos, uma vez que os equipamentos comercializados são, em sua maioria, voltados a grandes propriedades, apresentando elevado custo e baixa adaptabilidade a terrenos reduzidos ou de difícil mecanização. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo o desenvolvimento e a avaliação de um protótipo de implemento dispersor de calcário, com design compatível para acoplamento a diferentes máquinas agrícolas, a fim de viabilizar sua utilização por pequenos e médios produtores. A metodologia envolveu o levantamento de dados sobre os modelos de implementos atualmente disponíveis no mercado, a elaboração de um projeto técnico utilizando software de modelagem tridimensional (3D), a fabricação do protótipo e a realização de testes de campo para análise de desempenho. Os testes buscaram aferir a uniformidade da distribuição do calcário, a simplicidade de operação e a viabilidade técnica e econômica do equipamento proposto. Os resultados preliminares indicam que o protótipo apresenta boa uniformidade de aplicação, sendo operacionalmente simples e adaptável a diferentes tipos de terrenos e maquinários. Ademais, o custo de produção estimado é inferior ao dos equipamentos convencionais disponíveis no mercado, o que reforça seu potencial para promover maior acessibilidade tecnológica e estimular práticas corretivas em áreas de agricultura familiar ou propriedades de médio porte. Dessa forma, o projeto contribui para o fortalecimento da agricultura sustentável, por meio da democratização do uso de tecnologias agrícolas de baixo custo e alta eficiência.

**Palavras-chave:** calcário; dispersor de calcário; implemento.

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Mecânica (UNIPAM). E-mail: mateusluiz@unipam.edu.br; thiagocsb@unipam.edu.br; wendellbarros@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: gustavobv@unipam.edu.br

## RESUMOS – ENGENHARIA QUÍMICA

## ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO ATRAVÉS DE CARVÃO ATIVADO DE PALHA DE MILHO

Heitor Ribeiro<sup>1</sup>; Suellen Cristine Meira<sup>2</sup>

O aumento da população e o avanço industrial têm intensificado a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, especialmente pelo uso de corantes como o azul de metileno, comumente encontrado na indústria têxtil. O descarte inadequado desse corante em corpos d'água causa sérios danos ao meio ambiente. Para lidar com esse problema, várias técnicas de tratamento de efluentes podem ser utilizadas, sendo a adsorção com carvão ativado uma alternativa econômica e simples de produzir. Neste estudo, produziu-se carvão ativado a partir da palha de milho e comparou-se sua eficácia com uma amostra comercial na remoção do azul de metileno. Após passar por processos de lavagem, carbonização e ativação com cloreto de zinco, o carvão ativado foi testado em diferentes concentrações do corante. Utilizou-se 0,5 g de carvão em 50 mL de solução, agitando por uma hora. A curva de calibração apresentou um  $R^2$  de 0,9757, demonstrando boa linearidade. O carvão comercial mostrou uma capacidade de adsorção ( $Q_m$ ) de 28,08 mg/g, enquanto o carvão de palha de milho obteve 21,88 mg/g. Porém, o carvão de palha de milho se destacou ao alcançar até 95% de remoção em concentrações mais altas. Os modelos de Langmuir e Freundlich indicaram que o carvão de palha de milho possui uma constante de Langmuir ( $K_L$ ) de 0,049 L/mg e um fator de separação ( $R_L$ ) de 0,259, sugerindo a adsorção com o carvão ativado de palha de milho pode ser uma alternativa promissora para o tratamento de águas residuais que contêm corantes.

**Palavras-chave:** Methylene blue; materiais adsorventes; carvão vegetal ativado; resíduo de milho.

---

<sup>1</sup> Discente de em Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: heitor@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: suellenm@unipam.edu.br

## ANÁLISE DO ADENSAMENTO DA POLPA DE REJEITOS DE MINERAÇÃO POR MEIO DO FLOCULANTE CWT 17

Álisson Paulo Barbacena<sup>1</sup>; Arley de Brito Magalhães Sousa<sup>2</sup>; Renata Nepomuceno da Cunha<sup>3</sup>

Com o crescimento da mineração, surgem preocupações com os rejeitos de minérios os quais devem ser tratados adequadamente com o objetivo de reduzir os impactos ambientais. O estudo busca otimizar o desaguamento de rejeitos minerais, por processo de floculação/sedimentação, promovendo a reutilização da água industrial e a disposição segura de rejeitos. O rejeito seco foi homogeneizado em água a 650 rpm por 5 min para simular polpa na concentração de 16,7% (m/m). Os ensaios experimentais de floculação/sedimentação foram conduzidos com a adição do floculante CWT 17, por meio de planejamento fatorial 2<sup>2</sup> com 10 experimentos, para avaliar a influência do pH (x1, entre 5 a 12 e da dosagem de floculante (x2, entre 0,28 a 1,39 mL de solução a 0,2% para cada 100 g de polpa). Foram adotadas como variáveis resposta: a turbidez, a umidade e a velocidade de sedimentação, sendo essa determinada a partir do tempo de sedimentação necessário para atingir 30% do volume de líquido total na proveta. O ajuste de pH foi realizado por meio de soluções de HCl e NaOH a 1 mol/L. Os ensaios foram realizados em *Jarr Teste* por 5 min a 150 rpm. Após avaliação de velocidade de sedimentação por meio do teste de proveta, analisou-se a turbidez do líquido clarificado e a umidade da pasta sedimentada. Os valores encontrados para turbidez ficaram entre 4,1 e 488 NTU. A partir de análise estatística foi demonstrado que o pH e a dosagem de floculante exerceram efeitos estatisticamente significativos sobre a turbidez, no nível de significância de 5%. No que diz respeito à umidade, os resultados obtidos variaram de 27,24% a 31,80%. A interação entre o pH e a dosagem do floculante não teve efeitos estatisticamente significativos sobre a umidade da polpa sedimentada. Os efeitos lineares de pH e dosagem apresentaram valores positivos, indicando que o aumento nos níveis desses fatores resulta em um acréscimo na umidade da polpa sedimentada. Os valores encontrados para a velocidade de sedimentação foram de 1,34 e 6,88 (mm/s). Notou-se que pelo modelo ajustado, todos os fatores analisados exercem efeitos positivos indicando que acréscimos destes fatores acarretam aumentos da velocidade de sedimentação. Verificou-se que velocidades elevadas de sedimentação da polpa foram obtidas nas condições experimentais de baixo pH e elevada dosagem do floculante. A partir dos ensaios foi possível avaliar as melhores condições operacionais para o processo.

**Palavras-Chave:** desaguamento de rejeito; resíduos sólidos; testes de caracterização.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: alissonpb@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: arleybrito@unipam.edu.br

<sup>3</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: renatanepc@unipam.edu.br

## ANÁLISES ORÇAMENTÁRIA E ESTRUTURAL DA SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO DE AMÔNIA PELO MÉTODO DE HABER BOSCH

Marcelle Sankara<sup>1</sup>; Gerson Henrique Alves de Oliveira<sup>1</sup>; Osmar José da Silva Junior<sup>1</sup>; Larissa Verçosa Bontempo<sup>1</sup>; Raquel Clasen Pich<sup>2</sup>

A amônia é um composto nitrogenado alcalino de fundamental importância na indústria, principalmente nos setores de fertilizantes, têxtil e produtos de limpeza apresentando demanda crescente no mercado. Posto isso, o objetivo do trabalho foi a elaboração do projeto do processo de produção da amônia seguindo o método de Haber-Bosch contemplando a construção dos fluxogramas de processo, BFD e PFD, balanço de massa e energia, análise de custos partindo da adaptação da simulação do processo produtivo estruturado com reator PFR, compressores, resfriadores e separador *flash* no *COCO Simulator*. Na elaboração do diagrama de blocos, foram reproduzidas todas as etapas de processo da simulação base incluindo o balanço de material. Na sequência, por meio do aplicativo *Visual Paradigm*, foi confeccionado o diagrama de fluxo de processo (PFD) contemplando as informações das correntes e dos principais equipamentos. Em seguida, foi construído o balanço de massa em formato de planilha *Excel*, a partir das informações das correntes obtidas no *COCO Simulator*, afim de obter um acompanhamento dinâmico do comportamento das correntes de saída de acordo com as correntes de entrada. Para determinação das receitas e custos, todos os cálculos foram determinados com base nos valores de mercado de produto, matérias primas e energia elétrica em setembro de 2024. A receita foi calculada com base na quantidade de amônia resultando em R\$ 676.222,06. Os custos diretos foram compostos pelo gasto energético, partindo do valor do kWh da concessionária local, nos compressores, resfriadores, reator, separador flash e do processo de extração do nitrogênio do ar e de matéria-prima totalizando R\$ 193.537,43. Por fim, obteve-se uma margem bruta de 71,38%, representando a viabilidade do processo, no entanto, para resultados mais precisos, sugere-se avaliar custos com mão de obra e infraestrutura para agregar verossimilhança. Desta forma, observou-se que a metodologia utilizada proporcionou uma visão ampla do processo apresentando aspectos importantes para uma análise de projeto, ficando evidente assim, a importância dessas etapas para o avanço de um projeto de processos.

**Palavras-chave:** amônia; síntese; simulação; pressão; temperatura; rendimento.

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: gersonhenrique@unipam.edu.br; osmarjose@unipam.edu.br; larissavercosa@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: raquelcp@unipam.edu.br

**AVALIAÇÃO DO EFEITO CARCINOGÊNICO E/OU ANTICARCINOGÊNICO DO EXTRATO DE FOLHAS DE *Himatanthus obovatus* EM CÉLULAS SOMÁTICAS DE *Drosophila melanogaster* E DETERMINAÇÃO DO SEU TEOR DE FENÓIS E FLAVONOIDES TOTAIS**

Paulo Sérgio Gonçalves Ferreira<sup>1</sup>; Maria Perpétua Oliveira Ramos<sup>2</sup>

*Himatanthus obovatus* (popularmente conhecida como Tiborna) é uma espécie vegetal nativa do cerrado brasileiro, amplamente reconhecida por suas propriedades medicinais. O presente estudo teve como objetivo avaliar a atividade carcinogênica e/ou anticarcinogênica do extrato hidroetanólico das folhas de *H. obovatus* por meio do Teste de Tumor Epitelial (ETT), além de determinar os teores de flavonoides e fenóis totais. O ETT foi conduzido utilizando larvas provenientes do cruzamento entre fêmeas *wts/TM3* e machos *mwh/mwh*, expostas a concentrações isoladas do extrato (1,5; 3,0 e 6,0 mg/mL), bem como às mesmas concentrações em associação com a doxorubicina (DXR) 0,4 mM. A quantificação dos flavonoides foi realizada utilizando curva analítica de quercetina, enquanto a dos fenóis totais foi baseada em curva de ácido gálico. Os resultados revelaram diferenças estatisticamente significativas na frequência de tumores nas condições em que o extrato foi associado à DXR, em comparação ao controle positivo. O teor de flavonoides foi de 0,5%, enquanto o teor de fenóis totais foi de 4,46%. Conclui-se que o extrato hidroetanólico de *H. obovatus* apresenta efeito modulador da atividade carcinogênica induzida por DXR, efeito esse possivelmente relacionado à presença de compostos bioativos como flavonoides e fenóis totais.

**Palavras-Chave:** Gene *WTS*; Tiborna; bioativos; quimioprevenção.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: paulosgf@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: perpetor@unipam.edu.br

## ESTERILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS POR MEIO DE AGENTES FÍSICOS

Gerson Henrique Alves de Oliveira<sup>1</sup>; Suellen Cristine Meira<sup>2</sup>

A esterilização de equipamentos industriais configura-se como um processo essencial em setores como os de alimentos e medicamentos, visando à eliminação de agentes contaminantes e à preservação da integridade do produto final. Nesse contexto, engenheiros assumem papel fundamental na implementação de métodos eficazes de esterilização, os quais podem ser físicos ou químicos, a depender das características do material e do risco associado à contaminação. Dentre os métodos físicos, destaca-se a esterilização por calor úmido, que promove a desnaturação de proteínas, a inativação de ácidos nucleicos e a fluidificação de lipídios. Este método é amplamente adotado em virtude de sua eficácia e acessibilidade, embora não seja indicado para materiais termossensíveis ou susceptíveis à oxidação em presença de água. Já o calor seco atua por oxidação celular, exigindo temperaturas mais elevadas e tempos de exposição mais longos, o que também o torna inadequado para materiais sensíveis ao calor. A esterilização por filtração é recomendada para soluções e gases termolábeis, enquanto as radiações ionizantes (como a radiação gama, com Cobalto-60, e o feixe de elétrons – E-beam) são indicadas para materiais embalados ou de alto valor agregado, proporcionando maior penetração e reduzido tempo de exposição. Por sua vez, a radiação não ionizante, como a luz ultravioleta (UV), é comumente aplicada em ambientes clínicos, embora apresente limitações quanto à profundidade de penetração e riscos à saúde humana. Assim, conclui-se que a escolha do método de esterilização deve considerar fatores como compatibilidade do material, eficácia, toxicidade, viabilidade econômica e operacional, a fim de garantir a segurança, a qualidade e a conformidade dos processos industriais.

**Palavras-chave:** esterilização; métodos físicos; contaminação; processos industriais; segurança sanitária.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: gersonhenrique@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: suellenm@unipam.edu.br

## ESTUDO DA MODELAGEM TERMODINÂMICA APLICADA NO EQUILÍBRIO DE FASES EM MISTURAS BINÁRIAS

Larissa Calegari<sup>1</sup>; Suellen Cristine Meira<sup>2</sup>

A termodinâmica aplicada constitui ferramenta fundamental na modelagem de processos químicos, desenvolvida por meio de experimentação, fundamentação teórica e simulações computacionais baseadas na mecânica estatística. Tais avanços permitiram o desenvolvimento de modelos semiempíricos capazes de descrever propriedades e comportamentos de fases em sistemas químicos, essenciais para a previsão de equilíbrios químicos sob diferentes condições de temperatura, pressão, volume, entalpia, entropia e coeficientes de atividade. Este estudo teve como objetivo contribuir para o aprofundamento da compreensão termodinâmica de misturas binárias petroquímicas, fornecendo subsídios para a otimização de processos industriais sustentáveis. Para tanto, investigou-se o desempenho do software GPEC na simulação do equilíbrio de fases, utilizando os modelos cúbicos de estado SRK (Soave-Redlich-Kwong) e Peng-Robinson, com parâmetros de interação binária ajustados a zero. As simulações foram realizadas para as misturas *metano + 1-hexeno* e *etano + 1-propanol*. Os dados obtidos foram comparados a modelos teóricos existentes e visualizados por meio do Microsoft Excel. Os resultados indicaram, para a mistura *metano + 1-hexeno*, um comportamento de equilíbrio do tipo V, associado a sistemas com diferenças significativas no tamanho molecular dos *n*-alcanos. Para a mistura *etano + 1-propanol*, observou-se um equilíbrio do tipo II, característico de sistemas parcialmente miscíveis em fase líquida, o que resultou na identificação de uma linha crítica adicional. Os achados confirmam a aplicabilidade dos modelos analisados na predição do comportamento de fases de misturas binárias, demonstrando a relevância da modelagem termodinâmica para o aprimoramento de processos químicos.

**Palavras-chave:** Simulação termodinâmica; modelo SRK; modelo Peng-Robson;

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: larissacalegari@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: suellenm@unipam.edu.br

## FILTRAÇÃO DE REJEITOS SULFETADOS DE CHUMBO-ZINCO

Marcella Eduarda Tiago Cunha<sup>1</sup>; Arlley de Brito Magalhaes Sousa<sup>2</sup>; Renata Nepomuceno da Cunha<sup>3</sup>

O zinco, elemento abundante na crosta terrestre, apresenta ampla aplicação industrial, sendo sua mineração frequentemente associada a desafios ambientais, especialmente no que se refere à gestão de barragens de rejeitos. Como alternativa sustentável, propõe-se o uso do filtro-prensa para a desidratação dos rejeitos, transformando-os em material sólido e reduzindo os riscos de deslizamentos e impactos ambientais. Este estudo teve como objetivo investigar os efeitos do tipo de meio filtrante, da gramatura e da pressão no processo de filtração de rejeitos sulfetados de chumbo-zinco. Os experimentos foram realizados utilizando filtro-prensa com concentração fixa de polpa (150 g/L), adotando como variáveis independentes a pressão (0,2 kgf/cm<sup>2</sup> e 1 kgf/cm<sup>2</sup>), a gramatura do meio filtrante (471 g/m<sup>2</sup>, 516 g/m<sup>2</sup> e 778 g/m<sup>2</sup>) e o tipo de tecido (poliéster e polipropileno). As variáveis-resposta analisadas foram: resistência do meio filtrante, resistividade da torta, volume de líquido clarificado e tempo de filtragem. Os resultados indicaram que meios com menor resistência inicial proporcionaram maior volume de filtrado e menor tempo de operação. O aumento da pressão reduziu significativamente o tempo de filtração. Para o polipropileno, observou-se que gramaturas mais elevadas resultaram em tempos de filtração menores. O tecido de poliéster apresentou maior eficiência na retenção de sólidos particulados. Os menores valores de resistência e resistividade foram observados com o uso de polipropileno de 778 g/m<sup>2</sup> sob pressão de 1 kgf/cm<sup>2</sup>. A análise dos dados evidenciou que a seleção do meio filtrante deve considerar um equilíbrio entre eficiência operacional, durabilidade e necessidades de manutenção, sendo a escolha dependente das especificidades do processo de tratamento de rejeitos sulfetados.

**Palavras-chave:** rejeitos sulfetados; sustentabilidade; resistência do meio filtrante; resistividade da torta.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: marcellaeduarda@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: arlleybms@unipam.edu.br

<sup>3</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: renatanepc@unipam.edu.br

**INFLUÊNCIA DO TEMPO DE FILTRAÇÃO NA UMIDADE  
E NO ABATIMENTO DE REJEITOS DE MINÉRIO**

Leonardo Fernandes da Silva Vida<sup>1</sup>; Arlley de Brito Magalhães Sousa<sup>2</sup>; Renata Nepomuceno da Cunha<sup>3</sup>

A segurança de barragens de rejeito é fortemente influenciada pelo condicionamento e descarte dos resíduos gerados no processamento de minérios. A filtração constitui um processo industrial relevante para a redução da umidade das polpas, enquanto o teste de *slump* (abatimento) é utilizado para caracterizar a rigidez e maleabilidade desses rejeitos. O presente estudo objetivou avaliar a influência do tempo de filtração na umidade e no abatimento de uma polpa de rejeito oriunda da mineração de zinco, após espessamento com floculantes. A filtração foi realizada por meio de bomba de vácuo, sob pressão de -380 mmHg, utilizando papel filtrante qualitativo, com alíquotas de 150 mL submetidas a tempos de filtração de 10, 20, 30 e 40 segundos. A determinação da umidade das amostras foi realizada em estufa a 105 °C por 24 horas. O teste de abatimento empregou molde cilíndrico equilátero padrão, com altura inicial de 30 mm, aferindo-se a deformação central do corpo de prova após a retirada do molde. A cinética de abatimento foi monitorada por até 120 segundos para cada tempo de filtração, e a modelagem dos dados considerou regressões linear, exponencial, quadrática e logarítmica para identificar o melhor ajuste. A umidade média apresentou redução linear significativa com o aumento do tempo de filtração ( $R^2 = 0,940$ ), variando de 16,67% (10 s) a 12,87% (40 s). Quanto ao abatimento, o modelo logarítmico foi o mais adequado para os tempos de filtração de 10 s ( $R^2 = 0,875$ ), 20 s ( $R^2 = 0,888$ ) e 30 s ( $R^2 = 0,950$ ). Para 40 s, o comportamento do abatimento permaneceu praticamente constante em torno de 15%, sendo melhor representado por modelo linear ( $R^2 = 0,973$ ). Os resultados indicam que maiores tempos de filtração promovem redução do teor de umidade e do abatimento, favorecendo a obtenção de tortas mais estáveis, o que contribui para o descarte seguro e adequado dos rejeitos.

**Palavras-chave:** segurança de barragens; teste de *slump*; filtração; modelagem cinética.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: leonardofernandes@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: arlleybms@unipam.edu.br

<sup>3</sup> Professor orientadora (UNIPAM). E-mail: renatanepc@unipam.edu.br

## OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE MOAGEM DE ROCHA FOSFÁTICA EM MOINHO DE ESFERAS

Débora Rodrigues de Deus Mota<sup>1</sup>; Raphael Vieira de Paiva<sup>1</sup>; Arley de Brito Magalhaes Sousa<sup>2</sup>; Renata Nepomuceno da Cunha<sup>3</sup>

A moagem constitui uma das operações unitárias mais relevantes no beneficiamento mineral, representando parcela significativa dos custos operacionais. Estima-se que apenas cerca de 10% da energia empregada nesse processo seja efetivamente convertida em redução de tamanho de partículas, o que ressalta a necessidade de otimização de sua eficiência. O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência da moagem de rocha fosfática por meio da utilização de diferentes proporções de esferas com diâmetros distintos, visando identificar a combinação mais eficaz na redução granulométrica, medida pelo diâmetro médio de Sauter. Foram projetadas e testadas dez misturas distintas de esferas, com diâmetros médios de  $32,24 \pm 0,04$  mm,  $21,15 \pm 0,04$  mm e  $13,94 \pm 0,04$  mm. Cada mistura foi avaliada em duplicata, totalizando vinte experimentos. As proporções entre os tamanhos das esferas foram sistematicamente ajustadas com o intuito de analisar sua influência sobre a eficiência da cominuição. A carga de alimentação foi composta por 1,2 kg de rocha fosfática, e a carga de corpos moedores totalizou 2,2 kg. A granulometria da rocha antes da moagem foi determinada conforme a distribuição normal de Gauss. Os ensaios de moagem foram realizados durante 15 minutos, com rotação do moinho ajustada a 75% da velocidade crítica. A análise granulométrica pós-moagem foi conduzida por peneiramento vibratório, permitindo a determinação do diâmetro médio de Sauter. Os resultados demonstraram que as misturas com maior proporção de esferas de maior diâmetro ( $32,24 \pm 0,04$  mm) apresentaram maior eficiência de cominuição, alcançando valores de diâmetro médio de Sauter de até  $148,91 \mu\text{m}$ . Tal desempenho é atribuído ao maior impacto promovido por essas esferas, o qual favorece mecanismos de quebra por impacto, compressão e cisalhamento, resultando em uma maior redução do tamanho das partículas. Os dados obtidos evidenciam a influência significativa da distribuição do tamanho dos corpos moedores sobre a eficiência do processo de moagem.

**Palavras-chave:** moagem; cominuição; eficiência energética; diâmetro médio de Sauter; rocha fosfática.

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: [deboradeus@unipam.edu.br](mailto:deboradeus@unipam.edu.br)

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: [arleybms@unipam.edu.br](mailto:arleybms@unipam.edu.br)

<sup>3</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: [renatanepc@unipam.edu.br](mailto:renatanepc@unipam.edu.br)

## PROJEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DO PROCESSO DE SÍNTESE DO ACETATO DE BUTILA

Júlia Araújo de Miranda Silva<sup>1</sup>; Leonardo Fernandes da Silva Vida<sup>1</sup>; Yasmin Galvão Rosa<sup>1</sup>; Raquel Clasen Pich<sup>2</sup>

O acetato de butila é um composto orgânico classificado como éster linear, amplamente utilizado em aplicações industriais, com destaque para o setor de tintas automotivas. De acordo com a Emergen Research (2022), o mercado global de tintas e revestimentos foi estimado em US\$ 160 bilhões em 2021, com projeção de crescimento superior a US\$ 235 bilhões até 2029, sendo a América do Norte a principal região produtora e consumidora. Considerando esse panorama, torna-se pertinente o desenvolvimento de estudos voltados à otimização do processo produtivo, visando maior eficiência e viabilidade econômica. O presente trabalho teve como objetivo a construção de diagramas de processo, elaboração de balanços de massa e energia, e estimativa da margem bruta de produção do acetato de butila. A metodologia adotada baseou-se em simulações realizadas no software COCO Simulator, utilizando o modelo termodinâmico UNIQUAC para representar a síntese do composto em uma torre de destilação reativa operando de forma contínua. Os diagramas Block Flow Diagram (BFD) e Process Flow Diagram (PFD) foram elaborados no software Visual Paradigm, permitindo a representação gráfica das operações unitárias e correntes de processo. A partir dos dados da simulação, os balanços de massa e energia foram construídos em planilhas do Microsoft Excel, considerando os parâmetros de conversão da reação e o consumo energético. Com base nos resultados obtidos, foi possível estimar os custos associados ao consumo de reagentes e energia por quilograma de produto, resultando em uma margem bruta de 6,5%. Ressalta-se que esta estimativa considera exclusivamente os custos variáveis diretos, não contemplando despesas fixas, de capital ou operacionais adicionais. Os diagramas elaborados contribuíram para uma visualização sistemática do processo e para o aprimoramento do simulador de balanços. Conclui-se que, embora a margem bruta inicial seja positiva, a continuidade do estudo é recomendada, com ênfase na análise de alternativas operacionais e econômicas que aumentem a competitividade e a sustentabilidade do processo de produção do acetato de butila.

**Palavras-chave:** acetato de butila; balanço de massa e energia; processo.

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: juliaams@unipam.edu.br; leonardofernandes@unipam.edu.br; yasmingalvao@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: raquelcp@unipam.edu.br

**SECAGEM DE BANANAS-PRATA EM SECADOR DE BANDEJA:  
AVALIAÇÃO DA CINÉTICA E ANÁLISE DE MODELOS MATEMÁTICOS  
PREDITIVOS**

Roberta Ribeiro Santos<sup>1</sup>; Suellen Cristine Meira<sup>2</sup>

A banana (*Musa sapientum*) é uma das frutas de maior relevância econômica e nutricional em escala global, porém sua elevada perecibilidade representa um desafio para a conservação e o escoamento da produção. A secagem surge como uma alternativa eficiente para prolongar a vida útil do produto, sendo fundamental a aplicação de modelos matemáticos para descrever a cinética do processo e otimizar as condições operacionais. Este estudo teve como objetivo analisar a cinética de secagem da banana-prata em desidratador de bandejas, variando-se a temperatura do ar (60, 70 e 80 °C) e sua velocidade (1, 2 e 3 m/s), visando à identificação do modelo matemático que melhor representa o comportamento do processo. As amostras foram fatiadas com espessura uniforme de 1,5 mm, pesadas e submetidas à secagem convectiva nas condições estabelecidas. Os resultados indicaram que o aumento da temperatura e da velocidade do ar promoveu a redução do tempo total de secagem. Dentre os modelos testados, os de Page e Midilli apresentaram os melhores ajustes aos dados experimentais, com coeficientes de determinação ( $R^2$ ) superiores a 0,99 e erros padrão (SE) e desvios quadráticos médios (DQM) inferiores a 0,0027 para todas as combinações de variáveis. Tais resultados demonstram a adequação desses modelos à descrição do processo de desidratação da banana-prata, contribuindo para a previsão e controle do processo em escala industrial.

**Palavras-chave:** *Musa sapientum*; cinética de secagem; desidratador convectivo; frutas desidratadas; transferência de massa.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: robertars@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: suellenm@unipam.edu.br

## **SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO DE CUMENO: AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E BALANÇO DE MASSA**

Miguel Calixto Oliveira Neto<sup>1</sup>; Izabelly Pereira Silva<sup>1</sup>; Jordana Alves Ribeiro<sup>1</sup>; Raquel Clasen Pich<sup>2</sup>

O cumeno constitui um intermediário químico de ampla aplicação industrial, sendo empregado na síntese de fenol e acetona, os quais são insumos relevantes na fabricação de resinas epóxi, policarbonato, detergentes, nylon, baquelite e herbicidas. A simulação de processos industriais é uma ferramenta essencial para prever comportamentos operacionais, identificar falhas potenciais e selecionar condições que maximizem a eficiência e a viabilidade econômica de plantas químicas. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um projeto de processo para a produção de cumeno, com base em uma simulação realizada em reator tubular de fluxo pistão (PFR) no software COCO Simulator. A metodologia contemplou a elaboração dos diagramas de blocos (BFD) e de fluxo de processo (PFD), utilizando a plataforma Visual Paradigm®, além da construção dos balanços de massa e energia em planilha Excel®, a partir dos dados obtidos na simulação. A integração dos modelos permitiu o monitoramento de variáveis operacionais e a realização de análises econômicas, considerando custos energéticos e preços de mercado dos reagentes e produtos. Como resultado, obteve-se uma margem bruta de 1% para o processo modelado. A análise demonstrou que, apesar da viabilidade técnica do processo, sua rentabilidade é limitada nas condições simuladas, recomendando-se ajustes nas variáveis operacionais ou na configuração do processo visando a sua otimização.

**Palavras-chave:** simulação; cumeno; modelagem; balanço de massa e energia; viabilidade econômica.

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: miguelcalixto@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: raquelcp@unipam.edu.br

## SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE SÍNTESE DA AMÔNIA POR MEIO DO SOFTWARE COCO SIMULATOR

Marcelle Sankara<sup>1</sup>; Gerson Henrique Alves de Oliveira<sup>1</sup>; Osmar José da Silva Junior<sup>1</sup>;  
Raquel Clasen Pich<sup>2</sup>

A amônia é um composto de elevada relevância industrial, especialmente no setor de fertilizantes, com demanda crescente projetada para um incremento anual de 1,88% até 2029 (Mordor Intelligence©, 2023). A utilização de ferramentas de simulação de processos apresenta-se como estratégia eficiente para prever cenários operacionais e otimizar etapas produtivas antes da implantação física de unidades industriais. Neste estudo, foi realizada a simulação do processo de produção de amônia por meio do método Haber-Bosch, utilizando o software COCO Simulator, com base em uma adaptação da modelagem previamente desenvolvida em UNISIM (Marcelino e Cruz, 2018). A principal modificação implementada consistiu na exclusão da corrente de reciclo da amônia, em virtude de limitações do software utilizado. A separação do produto foi realizada por meio de um separador do tipo flash. Para simular um reator catalítico de três leitos, foram empregados três reatores PFR (Plug Flow Reactor) com diferentes comprimentos e diâmetros. Após a validação da simulação, foram conduzidos estudos paramétricos para correlacionar as variáveis operacionais de pressão, temperatura e proporção dos reagentes com a fração molar de amônia na corrente de saída do terceiro reator. Os resultados indicaram que o aumento da pressão e a redução da temperatura promovem maior rendimento da síntese. Entretanto, a elevação excessiva da concentração de reagentes, em função da natureza reversível da reação, desloca o equilíbrio químico no sentido inverso, reduzindo a conversão da amônia. O processo simulado apresentou rendimento de 31,22%, com pureza de 88% na corrente de amônia separada. Observou-se, ainda, que a ausência da corrente de reciclo implicou queda significativa no rendimento (de 49,19% para 31,22%), evidenciando sua relevância para a viabilidade técnica e econômica do processo.

**Palavras-chave:** amônia, síntese, simulação, pressão, temperatura, rendimento.

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Química (UNIPAM) E-mail: carlosgoncalves1@unipam.edu.br;  
gersonhenrique@unipam.edu.br; osmarjose@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM) E-mail: raquelcp@unipam.edu.br

## **SIMULAÇÃO E COMPARAÇÃO DA PRODUÇÃO DE CUMENO EM REATORES FCR, PFR E CSTR NO COCO SIMULATOR**

Larissa Verçosa Bontempo<sup>1</sup>; Izabelly Pereira Silva<sup>1</sup>; Miguel Calixto Oliveira Neto<sup>1</sup>; Raquel Clasen Pich<sup>2</sup>

O cumeno é um composto orgânico versátil, com ampla aplicação nas indústrias química, cosmética e automotiva, sendo essencial na produção de fenol, acetona, poliestireno e diversos outros polímeros. Atua ainda como solvente e aditivo em combustíveis, além de ser utilizado na formulação de antioxidantes e agroquímicos. A simulação de processos industriais constitui ferramenta estratégica para a previsão de desempenho, identificação de desvios operacionais e avaliação da viabilidade técnico-econômica. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo simular o processo de produção de cumeno a partir da reação entre benzeno e propileno, segundo a rota industrial de Hock, utilizando o software COCO Simulator, com enfoque na comparação do desempenho de diferentes tipos de reatores. O processo simulado inicia-se com a mistura dos reagentes líquidos benzeno e propileno, os quais são aquecidos até 350 °C para alcançar a fase de vapor. Em seguida, a mistura é introduzida em um reator do tipo FCR (Fixed Catalyst Reactor). O efluente do reator é resfriado até 90 °C, promovendo a condensação parcial do cumeno e do benzeno, que são posteriormente separados em uma coluna de destilação com 20 estágios. A corrente de topo, contendo aproximadamente 54% de cumeno, é submetida a uma segunda etapa de destilação. Os produtos de fundo de ambas as colunas são reunidos em um misturador, sendo a mistura final resfriada à temperatura ambiente para fins de envase, armazenamento e comercialização. A simulação também contemplou os reatores dos tipos PFR (Plug Flow Reactor) e CSTR (Continuous Stirred-Tank Reactor), sob as mesmas condições operacionais. O reator FCR foi configurado para uma conversão fixa de 92%, enquanto os reatores CSTR e PFR apresentaram conversões variáveis, com desempenho final em torno de 80%. No entanto, em termos de pureza do cumeno produzido, os reatores CSTR e PFR demonstraram desempenho superior em comparação ao FCR. Assim, embora os reatores CSTR e PFR apresentem resultados similares quanto à conversão e pureza, a escolha entre eles requer uma análise adicional de custos para determinação da alternativa mais viável.

**Palavras-chave:** cumeno; simulação de processos; comparação de reatores; produção química.

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: larissavercosa@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: raquelcp@unipam.edu.br

## SÍNTESE DO ACETATO DE BUTILA: SIMULAÇÃO NO SOFTWARE COCO SIMULATOR

Júlia Araújo de Miranda Silva<sup>1</sup>; Leonardo Fernandes da Silva Vida<sup>1</sup>; Yasmin Galvão Rosa<sup>1</sup>; Raquel Clasen Pich<sup>2</sup>

O acetato de butila é um hidrocarboneto linear que possui diversas aplicações industriais, sendo a indústria de tintas automotivas a de maior destaque. De acordo com a Emergen Research (2022), o mercado de tintas e revestimentos foi avaliado mundialmente em US\$ 160 bilhões em 2021, com previsão de crescimento para mais de US\$ 235 bilhões até 2029, principalmente na América do Norte. Diante disso, é relevante estudar formas de otimizar esse processo, visando aumentar a produtividade. Para alcançar esse objetivo, os softwares de simulação são ferramentas essenciais para desenvolver o melhor cenário na indústria, reduzindo custos operacionais, otimizando processos e maximizando a produção. Este trabalho teve o objetivo de reproduzir a síntese do acetato de butila partindo da reação de esterificação: ácido acético + butanol  $\rightleftharpoons$  acetato de butila + água. A proposta consistiu em utilizar uma única torre de destilação reativa, utilizando o simulador *COCO Simulator*, variando a pressão e os parâmetros de interação em três simulações. Duas delas partiram do modelo termodinâmico UNIQUAC, nas quais avaliou-se a diferença de pressão entre uma torre operando a 1 atm e outra a 6 atm. Na última simulação, considerou-se a idealidade, que evidenciou o maior aproveitamento em relação às demais. Essa simulação foi utilizada para obter o valor máximo de pureza do acetato de butila para comparação com as outras duas simulações, que reproduzem as condições operacionais do processo industrial. O resultado obtido demonstrou maior produtividade no sistema de maior pressão, com pureza de 92% de acetato de butila na corrente de produto, em relação ao de menor, que apresentou apenas 70%. Diante disso, sugere-se que a variação das condições operacionais é um fator de grande influência nesse processo.

**Palavras-chave:** acetato de butila; indústria; processo; simulação.

---

<sup>1</sup> Discentes de Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: juliaams@unipam.edu.br; leonardofernandes@unipam.edu.br; yasmingalvao@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: raquelcp@unipam.edu.br

**TRATAMENTO DE EFLUENTES CONTAMINADOS  
COM PARACETAMOL A PARTIR DO ESTUDO DE ADSORÇÃO  
EM BATELADA USANDO CASCAS DE CAFÉ**

Raphael Vieira de Paiva<sup>1</sup>; Arley de Brito Magalhaes Sousa<sup>2</sup>; Renata Nepomuceno da Cunha<sup>3</sup>

Este trabalho tem como objetivo principal estudar a produção de carvão a partir de cascas de café e sua eficácia na adsorção de PCM (Paracetamol) em soluções aquosas. A produção do carvão foi realizada em uma mufla (Zezimaq®, 2000G/DI), variando-se as condições de tempo e temperatura, com o intuito de determinar o ponto ótimo de produção para maximizar a adsorção de PCM. Foram feitos onze ensaios, onde foi utilizado o Delineamento Composto Central (DCC) sendo eles 4 pontos fatoriais, 4 pontos axiais e 3 repetições do ponto central, e utilizadas quatro variáveis para a sua caracterização: análise de cinzas (ASH), rendimento final (FSY), grupos funcionais oxigenados (OFG) e mesoporosidade medida pela adsorção de azul de metileno (QMB). A análise de cinzas (ASH) apresentou valores que variaram de 1,7% a 4,9%, indicando uma menor quantidade de material inorgânico presente nos carvões ativados produzidos a temperaturas menos elevadas. O rendimento final (FSY) dos carvões variou entre 9% e 38%, sendo que os maiores rendimentos foram observados em temperaturas de carbonização mais baixas. Da mesma forma, a mesoporosidade (QMB) apresentou valores crescentes com a baixa da temperatura, atingindo um valor máximo de 24,4 mg/g. A análise dos grupos funcionais oxigenados (OFG) indicou que temperaturas mais elevadas reduzem a quantidade desses grupos na superfície do carvão, afetando a capacidade de interação com moléculas polares, como o PCM. O ponto ótimo, com base na metodologia de desejabilidade, foi alcançado a 259°C e 105 minutos, proporcionando um carvão com mesoporosidade significativa e conteúdo de cinzas reduzido, adequado para a adsorção eficiente de PCM. Os resultados demonstram o grande potencial do carvão ativado a partir de cascas de café como um adsorvente eficiente para o tratamento de águas contaminadas por fármacos, como o paracetamol. Além disso, a utilização de resíduos agroindustriais, como as cascas de café, promove uma alternativa sustentável para o manejo desses resíduos.

**Palavras-chave:** adsorção; paracetamol; cascas de café; ponto ótimo.

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Química (UNIPAM). E-mail: raphaelvp@unipam.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador (UNIPAM). E-mail: arleybms@unipam.edu.br

<sup>3</sup> Professora orientadora (UNIPAM). E-mail: renatanepc@unipam.edu.br