ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação do Centro Universitário Uniúnica

CENTRO UNIVERSITÁRIO ÚNICA
UNIÚNICA

CONIÚNICA
Congresso Interdisciplinar Internacional

ANAIS DO CONIÚNICA

Congresso Interdisciplinar Internacional

Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

8 a 11 de setembro de 2026

Modalidade híbrida • Ipatinga MG • Brasil

ORGANIZADORES

Ronald Assis Fonseca
Clélio Rodrigo Paiva Rafael
Gessymar Nazare Silva Souza
Juliane Andrade Ferreira

Centro Universitário UniÚnica
www.even3.com.br/coniunica-762379
Revista Conexões • ISSN 2965-0399 • Volume 1

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação do Centro Universitário Uniúnica

Expediente e editorial

Anais do Congresso Interdisciplinar Internacional CONIÚNICA 2026

Revista Conexões | ISSN 2965-0399 | Volume 1 | 2026

Realização: Centro Universitário UniÚnica.

Evento híbrido realizado em Ipatinga, Minas Gerais, de 8 a 11 de setembro de 2026.

Organizadores: Ronald Assis Fonseca; Clélio Rodrigo Paiva Rafael; Gessymar Nazare Silva Souza, Juliane Andrade Ferreira

Contato do evento: coniunica@uniunica.edu.br
Site: www.even3.com.br/coniunica-762379

Editorial

O CONIÚNICA 2026 reuniu pesquisas, experiências de ensino e ações de extensão em treze grupos de trabalho. Realizado pelo Centro Universitário UniÚnica, em modalidade híbrida, o congresso aproximou participantes de diferentes áreas e países por meio de palestras, minicursos e apresentações científicas.

Estes anais registram a produção acadêmica apresentada no evento. Os temas abrangem educação, saúde, meio ambiente, ciências humanas, gestão, direito, tecnologia, engenharias, ciências agrárias, linguagens, extensão e inclusão. A organização por grupos de trabalho permite acompanhar as discussões de cada área e suas relações com os demais campos.

O congresso recebeu 202 submissões e concedeu 22 menções honrosas, sendo 14 para resumos expandidos e oito para resumos simples. Conforme a comunicação oficial da premiação, os trabalhos foram submetidos à avaliação por pares, realizada por dois avaliadores em sistema duplo-cego.

Agradecemos aos autores, avaliadores, coordenadores de grupos de trabalho, palestrantes, ministrantes de minicursos, equipes de apoio e instituições parceiras. O registro desta edição preserva os resultados compartilhados e oferece uma base de consulta para novas pesquisas e atividades acadêmicas.

Comissão Organizadora do CONIÚNICA 2026

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação do Centro Universitário Uniúnica

Organização

Organização geral



Ronald Assis Fonseca
ronald.ufv@hotmail.com



Clélio Rodrigo Paiva Rafael
clelio_rodrigo10@hotmail.com



Gessymar Nazare Silva Souza
gessymarcrq@gmail.com

Apoio técnico



Juliane Andrade Ferreira



Gustavo Nicholas Gonçalves Mendes



Letícia Ainoan Nunes de Sousa

Realização

Centro Universitário UniÚnica

Comissão científica e coordenação

Avaliadores

Clélio Rodrigo Paiva Rafael
Érica Possidônea Pereira
Maria José Ferreira Lopes
Ariele França de Melo
Norlan Leonel Ramos Cruz
Aldenor Batista da Silva Junior
Jonathan Vicente da Silva
Geisa Corrêa Louback
Lucas Barroso Rego
Graciele Ribeiro dos Santos
Jessica Katariny Oliveira da Silva
Luizélia Melo de Souza
Marília Sarmento Bezerra
Renilda Batista Prina Lamon
Vivian Campos
Carla Fontoura Ferreira
Renato Rodrigues da Silva
André Alves Oliveira

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação do Centro Universitário Uniúnica

Josiane Marcia de Castro
Ronald Assis Fonseca
Francisco Fernandes Guião
Lorenna Aracelly Cabral de Oliveira
Djeice Quele Linhares Gonçalves
Maria Aparecida Borges Limeira
Juliana Ferreira de Lima
Murillo da Costa Falcão
Priscila Duarte Salvador
Carolane Dias Xavier
Éder Leonardo do Rego Nascimento
Roberta Assis Fonseca
Geovanna Maria Andrade de Oliveira
Leízer Santiago Cafarate Larroza
Roberta Crhistiane Maltas da Silva
Juliana Gomes da Costa
Leticia Pilger da Silva
Anderson De Jesus
Andréa Suely Alcântara Gomes
Jorginéia Ramos das Chagas
Júlia Frantz Predabon
Sergio Wilson De Araujo
Vanessa da Luz Vieira
Juliane Andrade Ferreira

Coordenadores de grupos de trabalho

Alessandra Junia Lima de Souza Maia
Anelise de Oliveira e Resende
Ariele França de Melo
Clévia Fernanda Sies Barboza
Débora Rith Costa Teixeira
Geisa Corrêa Louback
Gislaine Ferreira Bispo
Henrique Dias Sobral Silva
Henrique Duarte de Oliveira
Jamila Paula Jardim
Josivaldo Emerick da Veiga
Julia Judith Quispe Supo
Juliana Angelo
Juliane Andrade Ferreira
Laysa Lima Liesner
Leízer Santiago Cafarate Larroza
Lorenna Aracelly Cabral de Oliveira
Maria Aparecida Borges Limeira
Maria José Ferreira Lopes
Nathália Quaiatto Félix
Renata de Oliveira Marinho
Sandra Roberta Alves Silva
Sara Santos Dias
Sérgio dos Santos Reis
Shamilla de Oliveira e Silva
Suelen Martins
Vanessa da Luz Vieira
Victor Renan Cafarate Marques

Palestrantes

Claudia Patricia Alvarez Contreras
Daniele Dias
Henrique Dias Sobral Silva
Isabella Carolina Pongelupe Assis
Kriscilla Pedrosa da Silva Coradi
Letícia Ainoan Nunes de Sousa
Lilhan Ferro Barbosa
Mayra Freire Dornelas Caetano
Norlan Leonel Ramos Cruz
Rodrigo Pereira

Professores de minicursos

Anelise de Oliveira e Resende
Bernardo Afonso Nascimento Silva
Cláudia Maria Soares Barbosa
Cristiane Dias Souza Campos
Carla Reis Araújo Andrade
Débora Rith Costa Teixeira
Dion Rodrigues Arcanjo
Júlio Cezar da Silva Costa
Júlio Fontoura de Moraes Júnior
Kelvin Alves Nazare
Lara Soares Aleixo de Carvalho
Leonardo Henrique Chain de Mello
Lívia Rodrigues Pimenta Metzker
Maressa Lívia da Costa

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação do Centro Universitário Uniúnica

Fabiano Henrique Fonseca Moreira
Filipe Costa Fernandes
Flávia Magalhães Araújo
Fulvia Cristina do Carmo Alves
Gustavo Mello Martins Machado
Isná Figueiredo de Castro Neto
Jadismar Lima de Andrade Pinto
José Geraldo Teixeira

Juliana Elen Vieira da Silva Gonçalves

Maressa Paula Santos de Almeida
Marquione Gomes da Silva
Mayara Ribeiro Jeronimo Fernandes
Mayra Freire Dornelas
Patrick Silva Figueiredo
Rafaela Araújo Guedes
Shamilla de Oliveira e Silva
Vanessa da Luz Vieira
Vaneska Lorrayne de Almeida

CONIÚNICA em números

Participação, alcance territorial e produção científica





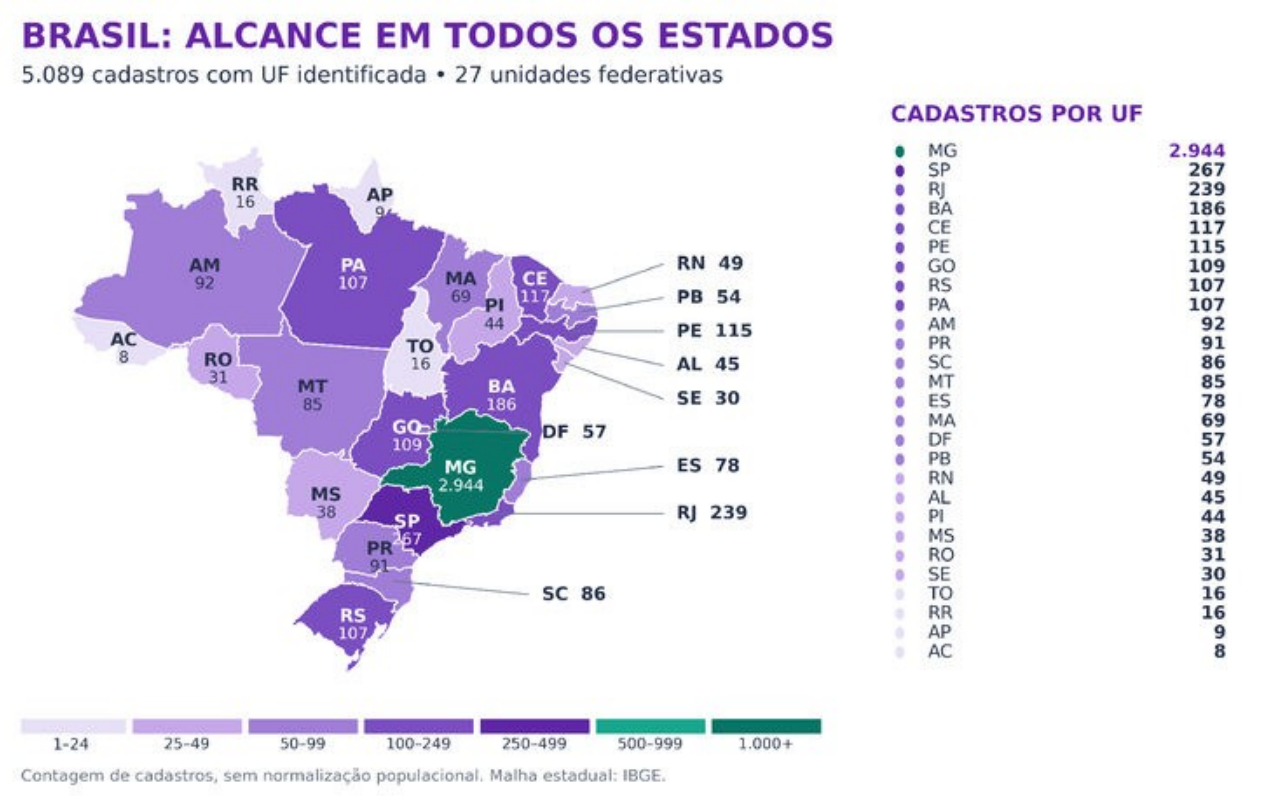
13 grupos de trabalho • 56 atividades • 407 avaliações registradas

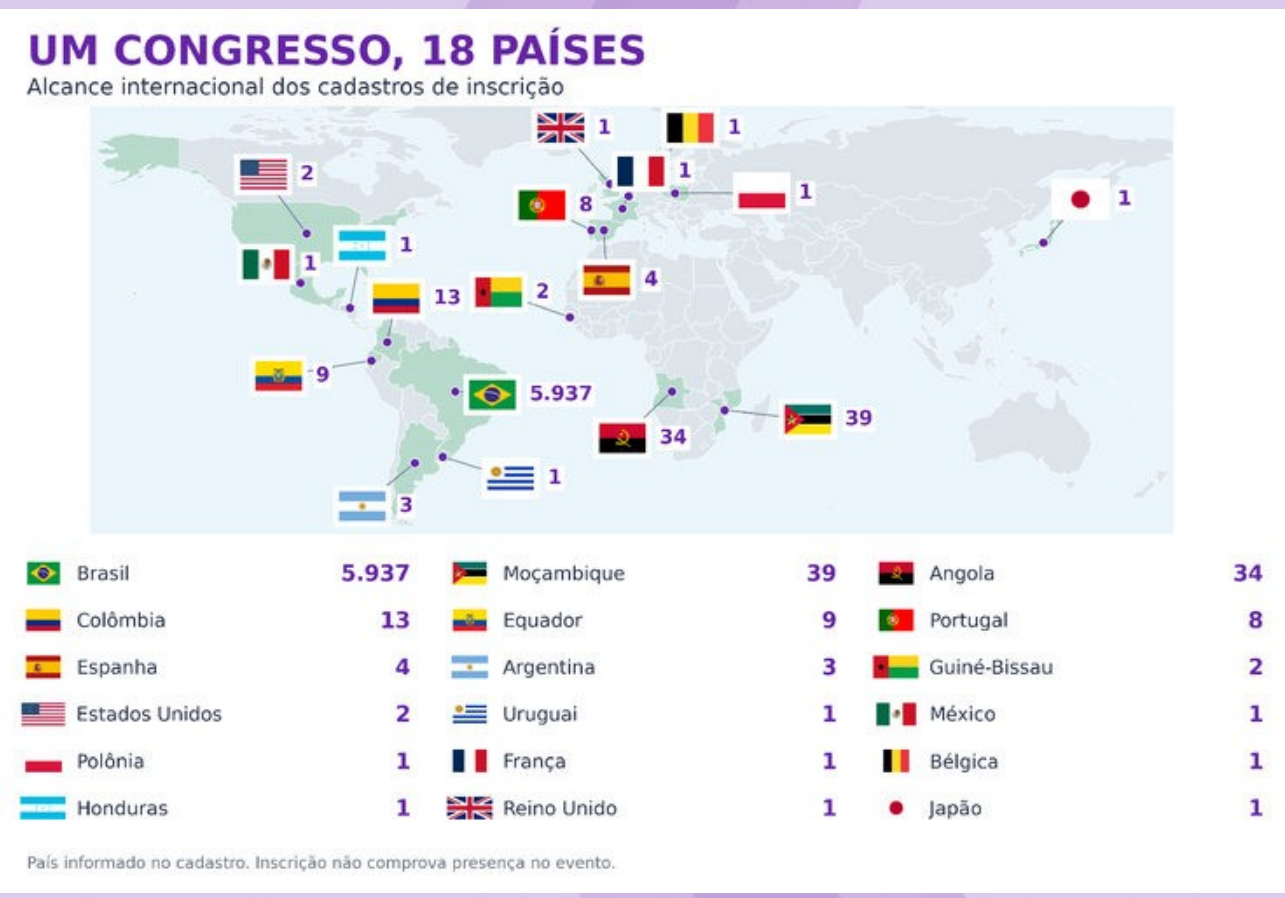
Dos 6.059 participantes do evento, foram 547 autores distintos, com 755 participações de autoria nas 202 submissões. Os 92 convidados atuaram como palestrantes, ministrantes de minicursos, coordenadores de GT ou avaliadores; pessoas com mais de uma função foram contadas uma única vez.

O gráfico apresenta a soma das inscrições em cada tipo de atividade. Uma mesma pessoa pode estar inscrita em várias atividades. As 22 menções honrosas representam 10,9% das submissões recebidas.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação do Centro Universitário Uniúnica

Alcance territorial





ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação do Centro Universitário Uniúnica

Programação Geral

8 de setembro de 2026

19h • Abertura oficial — Integração entre ensino, pesquisa e extensão

9 de setembro de 2026

Palestras

15h • Manejo sustentável do solo e da água

17h • O Profissional da Química no Mercado de Trabalho

17h30 • Mulheres e economia circular

19h • Saúde Única e Saúde Planetária

Minicursos presenciais a partir das 19h10

Asseava, Crea MG e Mútua nas engenharias

ABNT Básico - Fundamentos para Trabalhos Acadêmicos

Avaliação Física Corporal

Direito de família na prática

Diversidade Sexual, Identidade de Gênero e Inclusão

Petições iniciais no procedimento comum cível

Genes, Ritmos e Saúde: A Ciência do Relógio Biológico

Microscopia e diagnóstico de leucemias e linfomas

A Criatividade e os processos criativos

Libras, inclusão e acessibilidade

GeoGebra no cálculo diferencial e integral

QUEM VOCÊ COMUNICA SER?

Atendimento à parada cardiorrespiratória — turma I

Saúde Mental do Trabalhador (TURMA I)

Apresentações on-line de trabalhos

17h • GT 1 — Educação e formação docente — sessão 1

17h • GT 4 — Meio ambiente e sustentabilidade — sessão 1

18h • GT 5 — Sociedade, diversidade e cultura

20h • GT 10 — Ciências agrárias e produção sustentável

10 de setembro de 2026

Palestras

9h30 • Políticas educacionais e desafios da gestão escolar

16h • Legislação da educação a distância

19h • Inteligência artificial e ciência de dados

19h10 • Referências bibliográficas com Mendeley

20h • Experiências de coordenação e atuação no PIBID

Minicursos presenciais a partir das 19h10

Audiologia Clínica

AutoCAD na Prática: Fundamentos para Projetos de Engenharia

Como a Receita Federal pode te pegar?

Engenharia de Prompt para o Uso Efetivo das IAs

Avaliação e manejo ao portador de feridas

Neuromoduladores e planejamento facial

Políticas públicas na prática em Ipanema MG

Primeiros socorros até a chegada do SAMU

Atendimento à parada cardiorrespiratória — turma II

Reflexões e Práticas da Consultoria Empresarial

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação do Centro Universitário Uniúnica

Fundamentos e Prática da Terapia Manual

Geoprocessamento e planejamento territorial

IA para Criação de Agentes

Saúde Mental do Trabalhador (TURMA II)

Toxina Botulínica: Fundamentos Teóricos e Prática Clínica

Patologização da vida e medicalização

Apresentações on-line de trabalhos

17h • GT 9 — Engenharias e infraestrutura

18h • GT 1 — Educação e formação docente — sessão 2

18h • GT 3 — Saúde coletiva e qualidade de vida — sessão 1

18h • GT 4 — Meio ambiente e sustentabilidade — sessão 2

19h • GT 11 — Linguagens, comunicação e artes

20h • GT 3 — Saúde coletiva e qualidade de vida — sessão 2

11 de setembro de 2026

17h • GT 1 Educação e formação docente — sessão 3; GT 3 Saúde coletiva — sessão 3; GTs 6 e 7 Gestão, direito e políticas públicas; GT 13 Inclusão e acessibilidade
18h • GTs 2 e 8 EaD, tecnologias educacionais e inteligência artificial
20h • GT 12 Extensão, internacionalização e ODS

Trabalhos premiados

22 menções honrosas • 14 resumos expandidos e oito resumos simples

As 22 menções honrosas representam 10,9% das 202 submissões recebidas. Os trabalhos foram avaliados em sistema duplo-cego: os avaliadores não conheciam a identidade dos autores nem a de seus pares.

Resumos expandidos

GT 3 — Atividade física no lazer se associa à qualidade de vida relacionada à saúde em universitários

GT 10 — Distribuição de biomassa e comprimento de raízes finas de Pittosporum undulatum VENT. ao longo do perfil do solo

GT 3 — A relação entre atividade física e sintomas emocionais varia conforme o contexto em universitários

GT 3 — Funcionamento percebido se relaciona mais aos sintomas emocionais do que à frequência de atividade física em universitários

GT 4 — Sustentabilidade e impactos ambientais no Sítio Jaqueira Agroecologia: uma avaliação pelo APOIA-NOVORURAL

GT 9 — Avaliação de manifestações patológicas pelos métodos GDE/UNB e MDDC: estudo de caso em duas escolas públicas de São Francisco do Maranhão – MA

GT 10 — OBTENCIÓN DE EXTRACTOS NATURALES DE LA CÁSCARA DEL TOMATE DE ÁRBOL (Solanum betaceum) MEDIANTE TECNOLOGÍAS EMERGENTES DE EXTRACCIÓN

GT 10 — PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DEL ALMIDON DE CASCARA DE PLATANO HARTON (Musa paradisiaca)

GT 2 — Além do Pandas e do Colab: Apache Spark, Databricks e Pipeline Medalhão para Big Data escalável — estudo de caso COVID-19

GT 4 — Análise espaço-temporal de focos de queimadas no Pantanal Mato-Grossense (2020 – janeiro de 2026): aplicação do geoprocessamento

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação do Centro Universitário Uniúnica

GT 9 — Modelo multicritério para seleção tecnológica de subestações elétricas baseado no método AHP

GT 10 — PANC como categoria biocultural: evidências de mercados alimentares na China e comparação com o Brasil

GT 9 — Desenvolvimento de um dilatador de rolamentos de baixo custo

GT 1 — Trajetórias divergentes na América Latina: leitura documental do desempenho do Brasil no PISA (2012-2022) a partir do Relatório GEM 2026 da UNESCO

Resumos simples

GT 10 — Divergência genética e identificação de acessos de feijão-caupi promissores para rendimento de grãos e qualidade nutricional

GT 9 — DESARROLLO DE PELÍCULAS ACTIVAS DE METIL HIDROXIETIL CELULOSA (MHEC) CON ACEITES ESENCIALES DE ALBAHACA (Ocinum basilicum) Y ORÉGANO (Origanum vulgare) CON POTENCIAL USO EN ENVASES DE ALIMENTOS

GT 10 — DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE OLEOGELES A BASE DE CERA DE ABEJA ESTRUCTURADOS CON ACEITE DE SACHA INCHI: INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE CERA DE ABEJA SOBRE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES Y REOLÓGICAS

GT 8 — Aprendizado por transferência com DenseNet121 para classificação de lesões mamárias em imagens de mamografia

GT 3 — Desigualdades geográficas e tendência temporal da mortalidade por diabetes em três estados brasileiros, 2010-2025

GT 8 — Construção e validação de um framework para acesso amigável aos dados do IBGE

GT 10 — Produção de biogás e biofertilizante por meio de um biodigestor alternativo utilizando dejeto de bovinos

GT 10 — Desenvolvimento e caracterização de umi bioplástico à base de amido, gelatina, glicerol e Aloe vera: produção e testes de protótipo de canudo

Instituições parceiras

Cooperação acadêmica e participação institucional

Instituto Politécnico de Setúbal

Instituto Superior Politécnico Sol Nascente

Rede Lusófona de Educação Ambiental

Ordem dos Economistas de Angola

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação do Centro Universitário Uniúnica

Ponto focal Guiné-Bissau

Universidad Autónoma de Guerrero

Apec

Realização e apoio à divulgação

Centro Universitário UniÚnica • Saber Único

CENTRO UNIVERSITÁRIO ÚNICA

UNIÚNICA

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação do Centro Universitário Uniúnica

SUMÁRIO

ALÉM DO QUILOWATT-HORA: INFRAESTRUTURA NUCLEAR DE DUPLO VALOR PARA ENERGIA DE BAIXO CARBONO E SOBERANIA RADIOISOTÓPICA NO BRASIL.....12

ASBESTOSE OCUPACIONAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL: MECANISMOS FISIOPATOLÓGICOS, DIAGNÓSTICO E DESAFIOS PARA A SAÚDE DO TRABALHADOR....17

AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PELOS MÉTODOS GDE/UNB E MDDC: ESTUDO DE CASO EM DUAS ESCOLAS PÚBLICAS DE SÃO FRANCISCO DO MARANHÃO – MA.....22

CLASSIFICAÇÃO PRELIMINAR DE SOLOS POR MEIO DE ENSAIOS TÁTIL-VISUAIS EXPEDITOS.....28

DESENVOLVIMENTO DE FILMES ATIVOS DE METIL-HIDROXIETILCELULOSE (MHEC) COM ÓLEOS ESSENCIAIS DE MANJERICÃO (OCIMUM BASILICUM) E ORÉGANO (ORIGANUM VULGARE).....36

DESENVOLVIMENTO DE UM DILATADOR DE ROLAMENTOS DE BAIXO CUSTO.....38

EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE APOIO À ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM AMBIENTE ESCOLAR.....42

ENGENHARIA, TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE: CONTRIBUIÇÕES DO CEET PARA UMA FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR NO ENSINO SUPERIOR.....47

ESTUDO COMPARATIVO DO DIMENSIONAMENTO DE PILAR-PAREDE SEGUNDO A NBR 6118:2023, O EUROCODE 2:2023 E O ACI 318-25.....52

FTOOL E SAP2000 COMO RECURSOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE ANÁLISE ESTRUTURAL: ANÁLISE DE APLICAÇÕES E MODELAGEM COMPUTACIONAL......57

MANUAL TÉCNICO PARA IMPLANTAÇÃO E ADEQUAÇÃO DE CONSULTÓRIOS ODONTOLÓGICOS: DIRETRIZES DE ENGENHARIA, ACESSIBILIDADE E RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....62

MODELAGEM HIDROLÓGICA COMPUTACIONAL E GEOPROCESSAMENTO APLICADOS A CENÁRIOS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL: EXPERIÊNCIA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO A DISTÂNCIA DE ENGENHARIA CIVIL.....68

MODELO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO TECNOLÓGICA DE SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS BASEADO NO MÉTODO AHP.....70

RECURSOS DIGITAIS E LINGUAGEM TÉCNICO-CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA.....75

RESÍDUOS DE CORTE DE MÁRMORE E GRANITO NA MELHORIA DE SOLOS PROBLEMÁTICOS: MECANISMOS DE ESTABILIZAÇÃO E JANELA DE DOSAGEM.....80

TEORES DE INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE CERÂMICA VERMELHA EM CAMADAS DE PAVIMENTO: TRÊS MODOS DE EMPREGO E O LIMITE IMPOSTO PELA QUEBRA DE PARTÍCULAS.....85

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

ALÉM DO QUILOWATT-HORA: INFRAESTRUTURA NUCLEAR DE DUPLO VALOR PARA ENERGIA DE BAIXO CARBONO E SOBERANIA RADIOISOTÓPICA NO BRASIL

BEYOND THE KILOWATT-HOUR: DUAL-VALUE NUCLEAR INFRASTRUCTURE FOR LOW-CARBON ENERGY AND RADIOISOTOPE SOVEREIGNTY IN BRAZIL

MÁS ALLÁ DEL KILOVATIO-HORA: INFRAESTRUCTURA NUCLEAR DE DOBLE VALOR PARA ENERGÍA BAJA EN CARBONO Y SOBERANÍA RADIOISOTÓPICA EN BRASIL

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

Carlos Henrique Fonseca e Silva Tavares Reto[1]
[1] Centro Universitário Única, Ipatinga-MG, Brasil, carlosreto0458@gmail.com.
Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura

RESUMO

A avaliação da infraestrutura nuclear apenas pelo quilowatt-hora omite serviços tecnológicos decisivos para a saúde, a indústria e a autonomia científica. Este estudo examinou como reatores de potência e reatores multipropósito podem compor, sem equivalência tecnológica indevida, uma arquitetura brasileira de duplo valor: eletricidade de baixo carbono e segurança do fornecimento de radioisótopos. Realizou-se estudo documental comparativo, concluído em agosto de 2026, com fontes institucionais e artigo original publicados entre 2018 e 2026. Foram contrastados o sistema de produção de lutécio-177 nos reatores CANDU da Bruce Power, no Canadá; a produção de molibdênio-99 e o desenvolvimento de alvos porosos no reator OPAL, na Austrália; e o projeto do Reator Multipropósito Brasileiro. A análise abrangeu função energética, rota de irradiação, maturidade operacional, rendimento do alvo, rejeitos, proteção radiológica, resiliência logística, regulação, salvaguardas e benefício social. Os resultados distinguem duas configurações. Na primeira, o mesmo reator comercial fornece eletricidade e irradia itérbio-176 para produzir lutécio-177; a Unidade 7 demonstrou a rota, e o sistema da Unidade 6 foi destinado à expansão e à redundância durante paradas. Na segunda, um reator de pesquisa dedica fluxo neutrônico a radioisótopos, materiais e feixes. Simulações do OPAL indicaram que o alvo cilíndrico de UO2 a 1% obteve o maior rendimento de molibdênio-99, a segunda melhor sustentabilidade e a menor formação de plutônio-239 entre as geometrias comparadas; os alvos porosos permanecem em ensaios, não em produção comercial. Para o Brasil, a transposição direta do arranjo CANDU para Angra não é tecnicamente demonstrada. O resultado aplicável é uma carteira coordenada: Angra na geração; o RMB, projetado para até 30 MW térmicos, na produção e na pesquisa; capacidade de processamento; contratos externos diversificados; regulação independente; e gestão integral dos rejeitos. Da comparação derivou-se uma matriz com indicadores ambientais, sociais e de governança vinculados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 3, 7, 9, 12, 13, 16 e 17. Conclui-se que soberania

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

radioisotópica não significa isolamento, mas capacidade doméstica, cooperação internacional, rastreabilidade e redundância para assegurar energia, diagnóstico e terapia.

Palavras-chave: infraestrutura nuclear; radioisótopos; segurança do suprimento; ESG; Agenda 2030.

INTRODUÇÃO

A infraestrutura nuclear entrega mais do que eletricidade. Reatores, instalações de irradiação, células quentes, radiofarmácias, logística e repositórios formam sistemas técnicos cujos resultados alcançam energia, diagnóstico, terapia e pesquisa. A Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa, sediada em Genebra, situa a comparação energética no ciclo de vida (UNECE, 2021); a Agência Internacional de Energia Atômica relaciona tecnologias nucleares aos ODS 3, 7, 9, 12, 13, 16 e 17 (AIEA, 2024). Essa leitura permite aplicar critérios ambientais, sociais e de governança (ESG).

> [...] apoiar o desenvolvimento de aplicações nucleares nos Estados-Membros, com vistas ao fortalecimento de infraestruturas e ao estímulo à ciência, à tecnologia e à engenharia para atender, de modo seguro, às necessidades de crescimento e desenvolvimento sustentável [...]. (AIEA, 2025, Anexo 1, p. 1, tradução nossa).

O problema consiste em reconhecer valor conjunto sem supor que reatores distintos sejam intercambiáveis. Perguntou-se: quais funções técnicas e critérios ESG permitem avaliar reatores de potência e multipropósito como carteira nacional de energia de baixo carbono e segurança radioisotópica? Objetivou-se comparar três arquiteturas e extrair indicadores aplicáveis ao Brasil, preservadas as diferenças entre CANDU, OPAL e RMB.

METODOLOGIA

Executou-se estudo documental comparativo de casos múltiplos, encerrado em agosto de 2026. O corpus reuniu documentos da ONU/UNECE, AIEA, Brasil/CNEN, Bruce Power e ANSTO, além do artigo original de Raposio et al. (2023) e do estudo brasileiro de Heilbron Filho et al. (2018). Examinaram-se função, rota de produção, maturidade, eficiência do alvo, rejeitos, proteção radiológica, continuidade logística, regulação, salvaguardas e benefício social. Resultados simulados, ensaios, instalações operacionais e projetos foram classificados separadamente.

A matriz ESG foi construída por categorização temática dos elementos documentados nas três experiências. Adotaram-se quatro critérios de seleção dos indicadores: pertinência ao valor energético e radioisotópico, rastreabilidade à fonte citada, relevância socioambiental e possibilidade de verificação futura. Cada indicador foi associado à sua base de evidência e ao estágio do objeto analisado: produção operacional, simulação, ensaio, acordo de suprimento ou projeto. Não se calcularam índices compostos, séries comparáveis para os três países nem desempenho do RMB; indicadores sem mensuração permanecem parâmetros propostos, e não resultados observados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Canadá representa a dupla entrega na própria unidade. O sistema da Bruce Power irradia itérbio-176 em reator CANDU e gera lutécio-177 sem interromper a produção elétrica. A Unidade 7 realizou a primeira produção comercial dessa rota; o sistema anunciado para a Unidade 6 amplia capacidade e cria redundância para a parada programada da Unidade 7 em 2028 (Bruce Power, 2025). O vínculo social inclui participação financeira e capacitação da Saugeen Ojibway Nation, aspecto que aproxima engenharia e governança territorial.

O OPAL representa especialização multipropósito. Raposio et al. (2023) modelaram, no MCNP6.2, alvos retangulares, esféricos e cilíndricos de UO2 a 1%, irradiados por quatro a sete dias. O cilindro apresentou o maior rendimento de Mo-99, a segunda melhor sustentabilidade, a menor

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

formação de Pu-239 e aquecimento desprezível nas condições avaliadas. Em 2026, a ANSTO informou síntese e ensaio de alvos porosos reutilizáveis após modelagem e prova de conceito (ANSTO, 2026). Logo, trata-se de fronteira experimental, não de produção comercial. O enriquecimento de 1% pertence ao alvo simulado; não deve ser confundido com o combustível do RMB.

O RMB foi projetado como reator de piscina aberta de até 30 MW térmicos, baseado no OPAL de 20 MW, com combustível U3Si2-Al a 19,75% de U-235 e posições próprias para radioisótopos e ensaios (CNEN, 2025a). Em manifestação oficial à AIEA, o Brasil informou início da infraestrutura, expectativa de atividades em 2030 e operação da Autoridade Nacional de Segurança Nuclear desde agosto de 2025 (Brasil, 2025, p. 2-3). Enquanto o RMB não opera, o acordo entre a CNEN e a China Isotope & Radiation Corporation (CIRC) busca fornecimento estável de I-131, Lu-177 e Mo-99, entre outros (CNEN, 2025b). O dado redefine soberania: capacidade doméstica e cooperação diversificada são complementares.

A comparação produziu duas lógicas: valor simultâneo na unidade CANDU e valor coordenado na carteira brasileira Angra–RMB. Não há base para atribuir aos reatores de água pressurizada (PWR) de Angra a rota instalada no CANDU; qualquer adaptação exigiria estudo, licenciamento e demonstração próprios. O Quadro 1 explicita a matriz ESG derivada da comparação: os indicadores organizam critérios de acompanhamento, suas fontes e o alcance de cada evidência. Não constituem aferições de desempenho brasileiro. A advertência de Heilbron Filho et al. (2018, p. 199) permanece central: a segurança exige “sólida compreensão científica, boa engenharia” e avaliações robustas.

Quadro 1 – Matriz ESG de duplo valor: critérios, evidências e limites

Dimensão	Critério / indicador	Evidência documental e delimitação
Ambiental	Emissões no ciclo de vida; geração e uso de recursos.	UNECE (2021): avaliação comparativa do ciclo de vida. Não foram calculados valores específicos para Angra ou RMB.
Ambiental	Rendimento de Mo-99, resíduos e descomissionamento.	Raposio et al. (2023): simulação de alvos UO_2 a 1%, por 4–7 dias; ANSTO (2026): ensaios; Heilbron Filho et al. (2018): rejeitos. Sem medição no RMB.
Social	Oferta de Lu-177, Mo-99 e I-131; continuidade assistencial.	Bruce Power (2025): Lu-177 na Unidade 7; CNEN (2025b): acordo para I-131, Lu-177 e Mo-99; ANSTO (2026): Mo-99. Sem estimativa brasileira de pacientes.
Social	Proteção radiológica, qualificação e participação territorial.	Bruce Power (2025): Saugeen Ojibway Nation; AIEA (2024): ODS; Heilbron Filho et al. (2018): proteção. Sem série brasileira.
Governança	Licenciamento, salvaguardas, segurança e rejeitos.	Brasil (2025): estrutura regulatória; CNEN (2025a): RMB projetado para até 30 MW térmicos; AIEA (2025): orientações. Não

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

		constitui auditoria.
Governança	Rastreabilidade e redundância no suprimento.	Bruce Power (2025): sistema da Unidade 6 anunciado; CNEN (2025b): cooperação externa. Redundância brasileira não demonstrada.

Fonte: elaboração própria, com base nos documentos identificados no quadro. Indicadores propostos para verificação; evidências operacionais, simuladas, experimentais e projetadas não foram equiparadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contribuição do estudo é propor uma leitura de soberania radioisotópica verificável: geração firme de baixo carbono, produção nacional, processamento, contratos externos redundantes, proteção radiológica, salvaguardas e destino dos rejeitos. A matriz ESG articula os ODS 3 e 7 aos ODS 9, 12, 13, 16 e 17, mediante indicadores definidos, com fontes e estágios tecnológicos discriminados.

O limite é documental: não foram mensurados custos, emissões específicas, cobertura de pacientes, riscos ou rendimentos do RMB, nem comprovada a adaptação de Angra à irradiação. Tais avaliações dependem de dados de engenharia, licenciamento e séries verificadas. As evidências fundamentam a proposta de uma carteira coordenada Angra–RMB, mas não demonstram seus resultados futuros nem transformam ensaios e tecnologias estrangeiras em capacidade instalada no Brasil.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA. 17 goals to transform our world. *IAEA Bulletin*, v. 65, n. 4, nov. 2024. Disponível em: https://www.iaea.org/bulletin/17-goals-to-transform-our-world. Acesso em: 25 ago. 2026.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA. *Strengthening the Agency's activities related to nuclear science, technology and applications: report by the Director General*. GOV/2025/30-GC(69)/2. Vienna: IAEA, 2025. Disponível em: https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc69-2.pdf. Acesso em: 25 ago. 2026.

AUSTRALIAN NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY ORGANISATION. *New target developed to improve production of important medical radioisotope*. Lucas Heights, 25 fev. 2026. Disponível em: https://www.ansto.gov.au/news/new-target-developed-to-improve-production-of-important-medical-radioisotope. Acesso em: 25 ago. 2026.

BRASIL. *Statement delivered by Ms. Luciana Santos at the 69th session of the General Conference of the IAEA*. Vienna, 15 set. 2025. Disponível em: https://www.iaea.org/sites/default/files/25/09/gc69-statement-brazil.pdf. Acesso em: 25 ago. 2026.

BRUCE POWER. *Minister Hodgson visit marks new isotope production system for Unit 6*. Tiverton, 19 ago. 2025. Disponível em: https://www.brucepower.com/2025/08/19/minister-hodgson-visit-marks-new-isotope-production-system-for-unit-6-as-bruce-power-son-and-isogen-expand-role-in-cancer-fighting-innovation/. Acesso em: 25 ago. 2026.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. *O Reator Multipropósito Brasileiro - RMB*. Brasília, DF, 2025a. Disponível em: https://www.gov.br/cnen/pt-br/rmb/o-reator-multiproposito-brasileiro-rmb. Acesso em: 25 ago. 2026.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. *Brasil e China firmam cooperação estratégica para assegurar fornecimento de radioisótopos essenciais*. Brasília, DF, 17 out. 2025b. Disponível em: https://www.gov.br/cnen/pt-br/assunto/ultimas-noticias/brasil-e-china-firmam-cooperacao-estrategica-para-assegurar-fornecimento-de-radioisotopos-essenciais. Acesso em: 25 ago. 2026.

HEILBRON FILHO, P. F. L. et al. Disposição geológica de rejeitos radioativos no Brasil: diretrizes de proteção radiológica, requisitos e avaliação de segurança. *Terrae Didatica*, v. 14, n. 3, p. 196-206, 2018. DOI: https://doi.org/10.20396/td.v14i3.8651289.

RAPOSIO, R. et al. Investigating 99Mo output changes in high-sustainability uranium targets by modifying target volume and geometry. *Frontiers in Nuclear Engineering*, v. 2, 978990, 2023. DOI: https://doi.org/10.3389/fnuen.2023.978990.

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE. *Life cycle assessment of electricity generation options*. Geneva: United Nations, 2021. Disponível em: https://unece.org/sites/default/files/2021-11/LCA_final.pdf. Acesso em: 25 ago. 2026.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

ASBESTOSE OCUPACIONAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL: MECANISMOS FISIOPATOLÓGICOS, DIAGNÓSTICO E DESAFIOS PARA A SAÚDE DO TRABALHADOR

OCCUPATIONAL ASBESTOSIS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY: PATHOPHYSIOLOGICAL MECHANISMS, DIAGNOSIS, AND CHALLENGES FOR WORKERS' HEALTH

ASBESTOSIS OCUPACIONAL EN LA CONSTRUCCIÓN CIVIL: MECANISMOS FISIOPATOLÓGICOS, DIAGNÓSTICO Y DESAFÍOS PARA LA SALUD DE LOS TRABAJADORES

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

Keivison Almeida Monteiro[1]; Dhionatan Santana Alves[2]; Marcelo Santos Bruno[3]; Aline Aparecida dos Santos Silva[4]; Maria Cecília dos Santos Vieira[5]

[1] UEG/CET/GEPTAS, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis – GO, keivison.monteiro@ueg.br; [2] Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, dhionatan.alves@ufv.br; [3] Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia da Bahia, Vitória da Conquista-BA, marcelosantosbruno002@gmail.com; [4] Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, aline.a.silva@ufv.br; [5]UEG/CET/CEPEC, Anápolis-GO, mariacecilia@ueg.br

Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura

RESUMO

A asbestose é uma pneumoconiose ocupacional decorrente da exposição prolongada às fibras de amianto, caracterizada por fibrose pulmonar progressiva e irreversível. Apesar da proibição do uso do amianto no Brasil, sua presença em edificações antigas ainda representa risco aos trabalhadores da construção civil envolvidos em manutenção, reformas e demolições. Este estudo objetivou analisar os mecanismos fisiopatológicos da asbestose, seus aspectos clínicos e diagnósticos e as estratégias de prevenção da exposição ocupacional. Trata-se de uma revisão bibliográfica qualitativa e descritiva, realizada no Google Acadêmico, considerando publicações a partir de 2000, além de documentos técnicos, legislações e Normas Regulamentadoras. Foram utilizados, em diferentes combinações, os descritores “asbestose”, “amianto”, “asbesto”, “construção civil”, “exposição ocupacional”, “saúde do trabalhador” e “segurança do trabalho”. Foram selecionados estudos relacionados à exposição ocupacional, fisiopatologia, manifestações clínicas, diagnóstico e prevenção, excluindo-se trabalhos sem relação direta com o objetivo da pesquisa, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses. As publicações selecionadas foram analisadas qualitativamente e organizadas por temáticas. A literatura evidenciou que a retenção das fibras no tecido pulmonar desencadeia resposta inflamatória crônica e fibrose progressiva, comprometendo as trocas gasosas. A doença apresenta longo período de latência e manifestações como dispneia progressiva, tosse seca e intolerância aos esforços, podendo evoluir para insuficiência respiratória e neoplasias malignas. Diante da irreversibilidade da fibrose, a prevenção constitui estratégia fundamental, envolvendo identificação e manejo seguro de materiais contendo amianto, medidas de proteção e cumprimento das normas de segurança. O longo período de latência também reforça a necessidade de vigilância e acompanhamento dos trabalhadores após a exposição.

Palavras-chave: Asbestose; Amianto; Construção civil; Saúde do trabalhador; Segurança do trabalho.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

INTRODUÇÃO

A asbestose é uma pneumoconiose ocupacional causada pela inalação prolongada de fibras de amianto, caracterizada pelo desenvolvimento de fibrose pulmonar progressiva e irreversível. Em virtude do longo período de latência e da dificuldade de diagnóstico precoce, a doença representa importante problema de saúde ocupacional, podendo evoluir para insuficiência respiratória e neoplasias malignas, como o mesotelioma pleural. Nesse contexto, a prevenção da exposição permanece como a principal estratégia para redução dos seus impactos (Capelozzi, 2001; Giannasi, 2003).

O amianto foi amplamente utilizado na construção civil em razão de suas propriedades físicas e do baixo custo, sendo empregado principalmente na fabricação de materiais de fibrocimento. Apesar da proibição de sua utilização no Brasil, trabalhadores envolvidos em atividades de manutenção, remoção e demolição de edificações antigas ainda permanecem suscetíveis à exposição às fibras respiráveis, evidenciando a necessidade de vigilância permanente e de políticas voltadas à proteção da saúde ocupacional (ABREA, 2022; Algranti et al., 2026).

Diante desse cenário, a atuação dos profissionais de higiene e segurança do trabalho é essencial para a identificação, avaliação e controle dos riscos ocupacionais associados ao amianto. Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar os mecanismos fisiopatológicos da asbestose, seus principais aspectos clínicos e diagnósticos, bem como discutir os desafios relacionados à prevenção da exposição ocupacional na construção civil (Mello, 2000; BRASIL, 2014).

METODOLOGIA

O presente estudo consiste em uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa e descritiva, realizada por meio da seleção e análise da literatura científica relacionada à asbestose e à exposição ocupacional ao amianto na construção civil. O processo de levantamento, seleção e análise das publicações foi sistematizado conforme apresentado na Figura 1, considerando os seguintes critérios:

1. Fonte de coleta dos estudos: a busca bibliográfica foi realizada por meio do Google Acadêmico, considerando artigos científicos e livros, e complementada por documentos técnicos, legislações e Normas Regulamentadoras pertinentes à saúde e segurança do trabalhador;

2. Período de publicação: foram considerados trabalhos publicados a partir do ano 2000, contemplando, portanto, publicações científicas deste milênio. Documentos normativos e técnicos relevantes à contextualização da exposição ocupacional e às medidas de prevenção também foram considerados;

3. Descritores de busca: foram utilizados, isoladamente e em diferentes combinações, os termos “asbestose”, “amianto”, “asbesto”, “construção civil”, “exposição ocupacional”, “saúde do trabalhador” e “segurança do trabalho”;

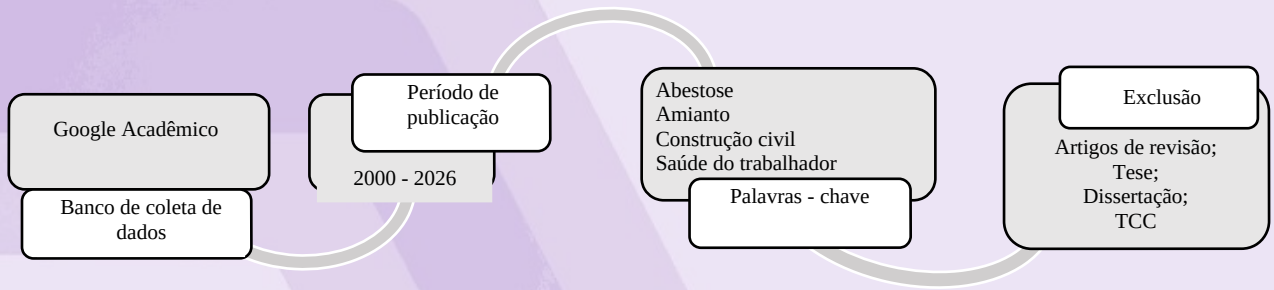
4. Critérios de inclusão e exclusão: foram incluídos estudos relacionados à exposição ocupacional ao amianto, mecanismos fisiopatológicos da asbestose, manifestações clínicas, diagnóstico, prevenção e riscos associados às atividades da construção civil. Foram excluídos artigos de revisão, trabalhos de conclusão de curso (TCC), dissertações e teses, bem como publicações que, após a análise do título, resumo ou conteúdo, não apresentassem relação direta com o objetivo do estudo;

5. Seleção e análise dos estudos: inicialmente, as publicações foram avaliadas quanto à pertinência ao tema e aos critérios estabelecidos. Os trabalhos selecionados foram posteriormente analisados em seu conteúdo, sendo as informações organizadas de forma qualitativa nas seguintes temáticas: exposição ocupacional ao amianto na construção civil, mecanismos fisiopatológicos,

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

manifestações clínicas e diagnóstico da asbestose, prevenção da exposição e medidas de proteção à saúde do trabalhador.

Figura 1 – Resumo metodológico.

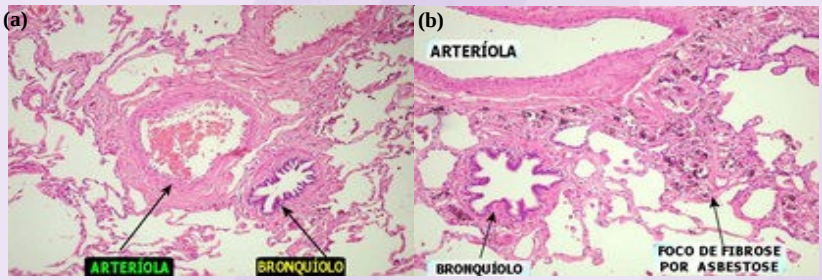


Fonte: Autores (2026).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura evidenciou que a asbestose constitui uma pneumoconiose ocupacional decorrente da exposição prolongada às fibras de asbesto, caracterizada por um processo inflamatório crônico que culmina na substituição progressiva do parênquima pulmonar por tecido conjuntivo fibroso, comprometendo a elasticidade pulmonar e as trocas gasosas (Capelozzi, 2001). A Figura 2 evidencia essas alterações histopatológicas ao comparar um tecido pulmonar normal com um pulmão acometido pela doença, demonstrando a extensa fibrose responsável pela perda da arquitetura pulmonar e pela redução da capacidade respiratória dos indivíduos expostos ao amianto.

Figura 2 – Comparação histológica entre tecido pulmonar normal (A) e tecido pulmonar com fibrose decorrente da asbestose (B).



Fonte: Adaptado de UNICAMP-ANATPAT (2022).

Os estudos revisados demonstram que a doença apresenta evolução lenta e longo período de latência, dificultando seu diagnóstico precoce. As principais manifestações clínicas incluem dispneia progressiva, tosse seca e intolerância aos esforços, podendo evoluir para insuficiência respiratória, hipertensão pulmonar e neoplasias malignas, especialmente o mesotelioma pleural. O diagnóstico baseia-se na associação entre histórico ocupacional, avaliação clínica e exames de imagem, com destaque para a tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR), que apresenta maior sensibilidade que a radiografia convencional no rastreamento precoce e na avaliação da extensão da fibrose em trabalhadores expostos (Pinto, 2024).

A revisão também evidenciou que o amplo emprego do amianto na construção civil brasileira contribuiu para a exposição ocupacional de trabalhadores durante atividades de fabricação, instalação, manutenção e demolição de materiais contendo amianto. Apesar do banimento do mineral no Brasil, sua permanência em edificações antigas mantém o risco de exposição, sobretudo em intervenções capazes de romper ou degradar esses materiais e liberar fibras respiráveis. Nesse contexto, a prevenção deve ultrapassar o uso de equipamentos de proteção individual e envolver medidas específicas de controle no setor construtivo. Durante reformas e demolições, a adoção de protocolos de desamiantagem deve contemplar a identificação e o inventário prévio dos materiais contendo

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

amianto, o planejamento de sua remoção e o gerenciamento adequado dos resíduos, buscando minimizar a mobilização e a dispersão de fibras no ambiente (Bolan et al., 2023). Essas medidas, associadas à proteção coletiva e individual e ao cumprimento das normas de segurança ocupacional, são fundamentais para reduzir a exposição dos trabalhadores (Giannasi, 2003; BRASIL, 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão da literatura permitiu concluir que a asbestose permanece como uma importante doença ocupacional, em razão da irreversibilidade da fibrose pulmonar e dos riscos associados à exposição ao amianto na construção civil. Embora o uso desse mineral tenha sido proibido no Brasil, sua presença em edificações antigas ainda representa potencial fonte de exposição, especialmente durante atividades de manutenção, reforma e demolição. Nesse contexto, medidas preventivas, como a identificação prévia e o manejo seguro de materiais contendo amianto, associadas ao cumprimento das Normas Regulamentadoras e à vigilância ocupacional, são fundamentais para a proteção dos trabalhadores.

Além das medidas de prevenção, o longo período de latência da asbestose evidencia a necessidade de acompanhamento longitudinal dos trabalhadores após a exposição, possibilitando a vigilância de alterações relacionadas à exposição ocupacional e a assistência aos profissionais historicamente expostos ao mineral. Dessa forma, a gestão em saúde do trabalhador deve integrar ações de prevenção da exposição atual e de acompanhamento dos indivíduos previamente expostos.

REFERÊNCIAS

ABREA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPOSTOS AO AMIANTO. **Amianto: informações gerais**. São Paulo: ABREA, 2022.

ALGRANTI, Eduardo; GARCIA, Leila Posenato; LORENZI, Ricardo Luiz; PINTO, Valéria Ramos Soares. Associação Brasileira dos Expostos ao Amianto: 30 anos de luta pelos direitos dos trabalhadores. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo**, v. 51, eedfl1, 2026. DOI: 10.1590/2317-6369/00126pt2026v51eedfl1.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP)**.** ***Anatpat: Anatomia Patológica – asbestose pulmonar***. Campinas: Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, 2022. Disponível em: https://anatpat.unicamp.br/lamresp27.htmlAcesso em: 6 out. 2026.

BOLAN, Shiv et al. Sustainable management of hazardous asbestos-containing materials: containment, stabilization and inertization. **Science of the Total Environment**, v. 881, e163456, 2023. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.163456.

BRASIL. **Ministério do Trabalho e Emprego**. NR-15 – Atividades e Operações Insalubres. Brasília, DF, 2014.

CAPELOZZI, Vera Luiza. Asbesto, asbestose e câncer: critérios diagnósticos. **Jornal de Pneumologia**, v. 27, n. 4, p. 206–218, 2001. DOI: 10.1590/S0102-35862001000400007.

CURY, Jorge Luis et al. Riscos ocupacionais e impactos à saúde do trabalhador em unidades de saúde. **ARACÊ**, v. 7, n. 10, e8770, 2025. DOI: 10.56238/arev7n10-080.

ERVIK, Torunn; HAMMER, Stine Eriksen; GRAFF, Pål. Mobilization of asbestos fibers by weathering of a corrugated asbestos cement roof. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, v. 18, n. 3, p. 110–117, 2021. DOI: 10.1080/15459624.2020.1867730.

GIANNASI, Fernanda. A ação política para reduzir e eliminar a nocividade do trabalho: a construção de contrapoderes no Brasil, na luta contra o amianto (estudo de caso). In: MENDES, René (org.). **Patologia do trabalho**. 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2003. p. 1890-1900

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

PEREIRA, Márcia Meryllis Alves et al. Riscos ocupacionais e seus impactos na equipe de um hospital municipal. **ARACÊ**, v. 7, n. 9, e9008, 2025. DOI: 10.56238/arev7n9-298.

PINTO, V. R. S. O perigo oculto do amianto em situações de desastres: reflexões para futuros enfrentamentos. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 49, e11, 2024.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PELOS MÉTODOS GDE/UNB E MDDC: ESTUDO DE CASO EM DUAS ESCOLAS PÚBLICAS DE SÃO FRANCISCO DO MARANHÃO – MA

EVALUATION OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS USING THE GDE/UNB AND MDDC METHODS: A CASE STUDY IN TWO PUBLIC SCHOOLS IN SÃO FRANCISCO DO MARANHÃO – MA

EVALUACIÓN DE MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS MEDIANTE LOS MÉTODOS GDE/UNB Y MDDC: UN ESTUDIO DE CASO EN DOS ESCUELAS PÚBLICAS DE SÃO FRANCISCO DO MARANHÃO (MA)

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

Carlos Ernane Bezerra Morais[1]; Henrique Duarte de Oliveira[2]; Renata de Oliveira Marinho[3]; Dionei José Serafin Wieczorek[4]; Gustavo Gonçalves[5]; Eriosmar Porto Santos[6]
[1] Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Caraúbas-RN, cernane79@gmail.com; [2] Centro Universitário Única, Ipatinga-MG, hdo.henrique.duarte@gmail.com; [3] Centro Universitário Única, Ipatinga-MG, renataoliveiramm@gmail.com; [4] Centro Universitário Única, Ipatinga-MG, wieczorekdionei@gmail.com; [5] Centro Universitário Única, Ipatinga-MG, gustavog.fergon@gmail.com; [6] Centro Universitário Única, Ipatinga-MG, eriomar.s@gmail.com.
Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura
Trabalho premiado: Menção honrosa.

RESUMO

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

As edificações escolares públicas brasileiras envelhecem, com frequência, sob regime de manutenção restrito ao reparo emergencial, condição que tende a elevar de forma não linear o custo das intervenções ao longo da vida útil da estrutura. Este trabalho avaliou as manifestações patológicas das duas únicas escolas de ensino médio do município de São Francisco do Maranhão-MA, ambas construídas em meados da década de 1990 e sem registro de reforma significativa, situando-se uma na zona urbana e outra na zona rural, com os objetivos de identificar e mapear as anomalias presentes, propor condutas corretivas e preventivas e estabelecer hierarquia técnica de prioridade para as intervenções. Adotou-se estudo de caso de abordagem qualitativa e quantitativa, apoiado em inspeção visual não destrutiva de Nível 1, com registro fotográfico, croquis de mapeamento e aspersão de fenolftaleína. O tratamento dos dados combinou a Matriz de Diagnóstico e Definição de Conduta, que associa a descrição visual à manifestação detectada, aos diagnósticos prováveis e à terapêutica adequada, e a metodologia GDE/UnB, que converte a inspeção em índices numéricos mediante atribuição dos fatores de ponderação e de intensidade do dano a cada elemento estrutural avaliado. Os resultados evidenciaram perfis de deterioração distintos entre as duas unidades, associados a mecanismos de degradação de naturezas diferentes, e permitiram classificar o grau de deterioração da estrutura como médio na escola rural e como alto na escola urbana. O achado de maior relevância prática, contudo, mostrou-se pontual e comum às duas edificações: o pilar de sustentação do reservatório elevado, cujo grau de deterioração foi classificado, respectivamente, como alto e crítico, este último com fissuração na base e armadura exposta em processo de corrosão ativa. Conclui-se que a leitura isolada do índice global da estrutura pode mascarar riscos localizados, uma vez que a média ponderada tende a diluir valores extremos, e que a intervenção prioritária deve recair sobre o conjunto do reservatório elevado, com recomendação de escoramento imediato e avaliação por profissional habilitado em engenharia estrutural.

Palavras-chave: Patologia das construções; metodologia GDE/UnB; matriz MDDC; manutenção predial; edificações escolares.

INTRODUÇÃO

A distribuição clássica das origens dos problemas patológicos atribui cerca de 40% das ocorrências à fase de projeto e 28% à execução (HELENE, 1992). Em edificações públicas atua ainda um agravante que nenhum gráfico de origem captura: a manutenção que não acontece. Brito (2017) associa a baixa qualidade das obras públicas à fragilidade da fiscalização e do planejamento, condição compatível com o observado nas edificações analisadas, nas quais a manutenção limitou-se a reparos pontuais e esporádicos após a entrega da obra. O custo dessa postergação é mensurável: pela lei de evolução de custos de Sitter (1984 apud HELENE, 1992), cada unidade monetária não investida em projeto converte-se em cinco na execução, vinte e cinco na manutenção preventiva e cento e vinte e cinco na corretiva, de modo que a postergação não reduz custos, mas os transfere e amplia ao longo do tempo.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

Sob restrição orçamentária, portanto, avaliar não basta, é preciso ordenar. A Matriz de Diagnóstico e Definição de Conduta (MDDC), proposta por Brito (2017), correlaciona a descrição por inspeção visual à manifestação detectada, aos diagnósticos prováveis e à terapêutica adequada; a metodologia GDE/UnB, formulada por Castro (1994) e refinada por Fonseca (2007), converte a inspeção em índices de deterioração do elemento, da família e da estrutura, resultando em critério objetivo de priorização de intervenções. Este trabalho aplicou ambas as metodologias às duas únicas escolas de ensino médio de São Francisco do Maranhão - MA, com os objetivos de identificar e mapear as manifestações patológicas presentes, propor condutas corretivas e preventivas e estabelecer, pelo GDE/UnB, a hierarquia das intervenções nos elementos estruturais.

METODOLOGIA

Trata-se de estudo de caso de abordagem qualitativa e quantitativa. O Centro de Ensino Estado de São Paulo, Anexo Mimoso localiza-se na zona rural, com cerca de 1.094,70 m² de área construída e 350 alunos; o Centro de Ensino Estado de São Paulo situa-se na sede do município, com cerca de 1.297,54 m² e 300 alunos, sem registro de reforma significativa desde a entrega das obras. O levantamento em campo foi realizado ao longo de 2024, com inspeção classificada como Nível 1 conforme a Norma de Inspeção Predial do IBAPE (2012), de caráter visual e não destrutivo, empregando registro fotográfico, lista de verificação, croquis com legenda cromática e fenolftaleína para verificação expedita de carbonatação.

O tratamento dos dados seguiu duas frentes: na primeira, cada anomalia foi lançada na MDDC, com descrição visual, manifestação detectada, diagnósticos prováveis e terapêutica fundamentada em Thomaz (2020) e em Souza e Ripper (1998); na segunda, aplicou-se o GDE/UnB, atribuindo a cada dano o fator de ponderação Fp, de 1 a 10, das tabelas de Castro (1994), e o fator de intensidade Fi, de 0 a 4, conforme Fonseca (2007). O grau de dano decorre das Equações 1 e 2, o grau de deterioração do elemento da Equação 3 e o da estrutura da Equação 4, que pondera as famílias pelo fator de relevância Fr.

$$D = 0{,}4 \cdot Fi \cdot Fp \ (Fi \leq 2{,}5) \quad | \quad D = (6 \cdot Fi - 14) \cdot Fp \ (Fi > 2{,}5) \qquad (1 \text{ e } 2)$$

$$Gde = Dmáx \cdot [1 + (\Sigma Di - Dmáx) / \Sigma Di] \quad | \quad Gd = \Sigma(Fr \cdot Gdf) / \Sigma Fr \qquad (3 \text{ e } 4)$$

Avaliaram-se sete elementos: na unidade rural, uma viga e um pilar do reservatório elevado, uma laje de circulação e uma fachada lateral; na urbana, a laje e o pilar do reservatório e a fachada posterior. Adotaram-se Fr igual a 5 para pilares e vigas principais, 4 para lajes e 1 para composição arquitetônica (Fonseca, 2007). Antes da atribuição de Fp, a nomenclatura de campo foi traduzida para a taxonomia de Castro (1994): desplacamento de concreto corresponde a esfoliação e eflorescência, a lixiviação; o descascamento de pintura, por não ser dano estrutural naquela taxonomia, foi mantido na MDDC e excluído do GDE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

Na unidade rural, a eflorescência respondeu por 34,10% das ocorrências, seguida de descascamento (23,39%) e manchas por umidade, infiltração, bolor e mofo (18,00%), restando 24,51% distribuídos entre desplacamento, desgaste de piso, fissuras e quebra de revestimento, sem registro de corrosão. Na sede, o quadro se inverte: descascamento (35,00%) e manchas por umidade e infiltração (32,50%) predominam, seguidos de quebra de revestimento (12,50%), fissuras (10,00%), desgaste de piso (5,00%), desplacamento e corrosão de armadura (2,50% cada).

A diferença entre os perfis não é ruído amostral: na escola rural, a eflorescência aponta para umidade ascendente por capilaridade em alvenaria sem impermeabilização de base, associada ao teor de sais solúveis dos materiais, compatível com falha de execução na fase construtiva original; na sede, o predomínio de descascamento e manchas remete a causas de interface e de uso, como incompatibilidade entre tintas, ausência de dreno no ar-condicionado e telhas rompidas, anomalias de menor complexidade cuja persistência por três décadas evidencia ausência de manutenção preventiva. A MDDC associou cada sintoma a uma terapêutica objetiva, com destaque para a corrosão de armadura, cuja conduta prevê escarificação até exposição integral da barra, verificação da seção residual conforme a ABNT NBR 6118 e reparo com graute tixotrópico. A Figura 1 identifica os elementos inspecionados, e o Quadro 1 sintetiza os resultados do GDE/UnB.

Figura 1 – Elementos estruturais inspecionados: (a)-(c) Centro de Ensino Estado de São Paulo – Anexo Mimoso, zona rural; (d)-(f) Centro de Ensino Estado de São Paulo, zona urbana.



Fonte: Morais (2024).

Quadro 1 – Grau de deterioração por elemento e da estrutura nas duas edificações

Elemento	Fr	Gde	Nível de deterioração
C. E. Estado de São Paulo – Anexo Mimoso (zona rural)			
Viga do reservatório	5	12,52	Baixo
Laje de circulação	4	34,42	Médio

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

Fachada lateral	1	44,47	Médio
Pilar do reservatório	5	62,61	Alto
Grau de deterioração da estrutura (Gd)	–	37,19	Médio
C. E. Estado de São Paulo (zona urbana)			
Fachada posterior	1	37,41	Médio
Laje do reservatório	4	45,68	Médio
Pilar do reservatório	5	110,07	Crítico
Grau de deterioração da estrutura (Gd)	–	77,05	Alto

Fonte: Autoria própria (2024).

Pelo enquadramento de Fonseca (2007), o índice global classifica a unidade rural em deterioração média e a urbana em alta, exigindo intervenção em até um ano nesta última; a leitura isolada desse número, contudo, tende a mascarar extremos, por se tratar de média ponderada entre famílias. O ponto crítico das duas edificações é o mesmo elemento, o pilar do reservatório elevado: na unidade rural, o Gde de 62,61 decorreu de fissuração e esfoliação do concreto (Fi = 3); na sede, o Gde de 110,07 ultrapassou o limiar crítico por fissura de base (Fi = 4), associada, na laje do mesmo conjunto, a perda de cobrimento, armadura exposta e corrosão ativa (Gde = 45,68). Trata-se de elemento predominantemente comprimido, com fator de relevância estrutural máximo, sustentando massa d'água sobre área de circulação escolar, em sequência causal compatível com concreto poroso, que permitiu o ingresso de água, gás carbônico e sais, despassivando a armadura e expondo-a a corrosão expansiva.

Registrem-se as limitações: a inspeção de Nível 1, exclusivamente visual, confere componente subjetivo à atribuição de Fi, e a avaliação de um elemento por família torna o Gdf estimativa conservadora, sem substituir verificação de segurança estrutural em nível de inspeção superior. O estudo também não contemplou monitoramento pós-diagnóstico: confirmar se o escoramento e as demais medidas recomendadas foram efetivamente executados exigiria nova visita técnica às duas unidades, inviável no período e nas condições de acesso disponíveis após o levantamento de campo de 2024. O acompanhamento da evolução das manifestações nos pilares dos reservatórios e a verificação do atendimento às recomendações permanecem, assim, como lacuna a ser suprida em estudo de retorno às edificações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico das duas únicas escolas de ensino médio de São Francisco do Maranhão evidenciou edificações que envelheceram sem manutenção corretiva ou preventiva relevante, com deterioração que ultrapassa os aspectos estéticos e compromete a segurança estrutural, expressa em Gd de 37,19 na unidade rural e de 77,05 na urbana. A principal implicação prática do estudo, contudo, não reside no índice global, e sim no pilar do reservatório da escola urbana, com Gde de 110,07, fissura de base crítica e armadura exposta em corrosão ativa no elemento apoiado, condição que demanda escoramento e avaliação estrutural de urgência, constituindo a primeira prioridade de alocação de recursos; o pilar equivalente da unidade rural, com Gde de 62,61, ocupa a posição

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

seguinte, à frente de fachadas, pisos e pintura, o que evidencia que a extensão da deterioração visível não corresponde necessariamente à gravidade estrutural do dano.

O emprego combinado da MDDC e do GDE/UnB mostrou-se adequado ao contexto avaliado: a primeira organiza o diagnóstico e prescreve a conduta corretiva, e a segunda ordena as prioridades com critério numérico auditável, de particular relevância para redes públicas sob restrição orçamentária. Recomenda-se plano de manutenção preventiva, execução imediata da intervenção nos reservatórios elevados e extensão às demais edificações escolares do município, bem como, conforme discutido nas limitações, o acompanhamento futuro do atendimento a essas recomendações.

REFERÊNCIAS

ALVES, Antonio Marcos Pereira et al. Plano de prevenção e combate a incêndio em estabelecimento comercial de pequeno porte. **Revista de Geopolítica**, v. 16, n. 4, e777, 2025. DOI: 10.56238/revgeov16n4-087.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: projeto de estruturas de concreto – procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BRITO, T. **F**. Análise de manifestações patológicas na construção civil pelo método GUT: estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

CASTRO, E. **K**. Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado. 1994. Dissertação (Mestrado em Estruturas) – Universidade de Brasília, Brasília, 1994.

FONSECA, R. **P**. A estrutura do Instituto Central de Ciências: aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e propostas de manutenção. 2007. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

HELENE, P. **Manutenção para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Norma de inspeção predial**. São Paulo: IBAPE, 2012.

MARTINS, Daniel William Ferreira et al. Avaliação de conformidade e integridade estrutural de caldeira flamotubular: NR-13 e ASME. **ARACÊ**, v. 7, n. 9, e8567, 2025. DOI: 10.56238/arev7n9-308.

SOUZA, V. **C.; RIPPER, T**. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: Pini, 1998.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

CLASSIFICAÇÃO PRELIMINAR DE SOLOS POR MEIO DE ENSAIOS TÁTIL-VISUAIS EXPEDITOS

PRELIMINARY SOIL CLASSIFICATION USING RAPID VISUAL-TACTILE TESTS

CLASIFICACIÓN PRELIMINAR DE SUELOS MEDIANTE ENSAYOS TÁCTIL-VISUALES EXPEDITOS

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

Jacovisk Xavier Dornelas da Silva[1]; Amanda Marise Sousa Bonifácio[2]; Alan Oliveira de Souza[3]; Bárbara Souza Ferreira[4]; Clélio Rodrigo Paiva Rafael[5]; Renata Luísa Ferreira[6]
[1] [UniÚnica, Ipatinga-MG, jacoviskxavier@hotmail.com]; [2] [UniÚnica, Ipatinga-MG,amandamarise87@gmail.com]; [3] [UniÚnica, Ipatinga-MG,alanpc934@gmail.com]; [4] [UniÚnica, Ipatinga-MG,barbarasouzacontato@gmail.com]; [5] [UniÚnica, Mossoró-RN, clelio_rodrigo10@hotmail.com]; [6][UniÚnica, Ipatinga-MG, nucleoexatas@uniunica.edu.br].
Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura

RESUMO

A identificação preliminar dos solos por procedimentos expeditos pode fornecer informações úteis para a triagem geotécnica, especialmente quando se busca reconhecer diferenças entre materiais antes da realização de ensaios laboratoriais. Este estudo avaliou cinco condições amostrais de solo submetidas a ensaios tátil-visuais realizados em atividades práticas de Mecânica dos Solos. As amostras foram organizadas em A1 e A2, provenientes de um lote vago em Ipatinga/MG; B, correspondente a duas porções de um mesmo material analisadas conjuntamente; e C1 e C2, coletadas em uma jazida em Belo Oriente/MG, nas profundidades de 0–5 e 10–15 cm. Foram considerados registros de granulometria aparente e textura ao tato, retenção de finos em papel, superfície de corte, desagregação submersa, sedimentação em água, moldagem, formação de fio, dilatância, resistência seca e pegajosidade. Os resultados foram interpretados de forma integrada, sem atribuir valor classificatório isolado a nenhum ensaio. A1 apresentou comportamento predominantemente arenoso, com finos de baixa plasticidade; A2 manteve participação arenosa relevante, porém com maior presença aparente de finos e alguns sinais de coesão; B mostrou comportamento silto-arenoso de baixa plasticidade; e C1 e C2 apresentaram comportamento predominantemente siltoso, com participação arenosa e indícios de contribuição argilosa, mais perceptíveis em C2. A comparação entre as amostras mostrou que a combinação entre tato, moldagem, formação de fio, dilatância, resistência seca e pegajosidade foi mais informativa que a leitura isolada de características como superfície de corte, desagregação ou sedimentação simplificada. Conclui-se que os ensaios tátil-visuais são úteis como ferramenta de triagem geotécnica por permitirem diferenciar materiais, estabelecer hipóteses preliminares e orientar a seleção de ensaios confirmatórios. Por serem simples e de rápida execução, também podem apoiar avaliações iniciais em campo e decisões sobre amostragem e investigação complementar. Entretanto, sua interpretação depende da experiência do operador e deve ser confirmada por análise granulométrica e, quando aplicável, pelos limites de Atterberg.

Palavras-chave: análise tátil-visual; identificação de solos; ensaios expeditos; caracterização geotécnica; classificação preliminar.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

INTRODUÇÃO

A identificação preliminar dos solos constitui uma etapa fundamental da investigação geotécnica, pois permite reconhecer diferenças entre materiais antes da realização de ensaios laboratoriais mais detalhados. Nesse processo, análises tátil-visuais e outros ensaios expeditos podem fornecer indicações sobre a predominância de frações grossas e finas, textura, plasticidade, coesão e comportamento do solo frente à água e à manipulação. A ASTM D2488-26 e a ISO 14688-1:2017 reconhecem esse tipo de procedimento como recurso de identificação e descrição preliminar, aplicável em campo ou laboratório, desde que seus resultados não sejam confundidos com uma classificação quantitativa ou confirmatória.

A principal vantagem desses procedimentos está na rapidez, no baixo custo e na possibilidade de aplicação diretamente no local de investigação ou da obra, auxiliando na comparação entre amostras, na seleção de materiais representativos e na definição dos ensaios laboratoriais que devem ser realizados posteriormente. Entretanto, a interpretação é essencialmente qualitativa e depende da experiência do operador, especialmente na avaliação de características como aspereza, sedosidade, pegajosidade, resistência seca, dilatância e comportamento durante a moldagem. Essas avaliações podem fornecer informações úteis, mas apresentam variabilidade entre observadores e não devem ser tratadas como medidas exatas.

Dessa forma, a confiabilidade da análise tátil-visual depende da integração entre diferentes evidências, e não da associação direta de um único resultado a uma classe de solo. Características observadas no tato, no corte, na formação de fio, na resistência seca ou na interação com a água devem ser confrontadas entre si para estabelecer uma hipótese preliminar, posteriormente verificada por ensaios normatizados, como análise granulométrica e limites de Atterberg. Com base nessa abordagem, este trabalho teve como objetivo analisar cinco condições amostrais submetidas a ensaios tátil-visuais, identificar os principais indicativos utilizados na diferenciação dos materiais e discutir a aplicação desses procedimentos como ferramenta de triagem para orientar etapas posteriores da caracterização geotécnica.

METODOLOGIA

Foi realizada uma classificação tátil-visual de amostras de solo provenientes de três conjuntos independentes. O primeiro conjunto compreendeu duas amostras coletadas em um lote vago em Ipatinga/MG, denominadas A1 e A2. O segundo conjunto correspondeu a duas porções de um mesmo material analisadas conjuntamente, também coletado em Ipatinga/MG, denominado B. O terceiro conjunto foi proveniente de uma jazida localizada no bairro Perpétuo Socorro, em Belo Oriente/MG, contemplando as camadas de 0–5 cm, denominada C1, e 10–15 cm, denominada C2. Assim, foram consideradas cinco condições amostrais.

Para cada condição, foram realizados testes semelhantes do tipo expedito, com exceção da condição B, para a qual não foram realizados os ensaios de resistência seca e pegajosidade. Os procedimentos foram inspeção visual e tátil da textura e da granulometria aparente, retenção de partículas em papel, aspecto da superfície após corte, desagregação de torrões parcialmente submersos, sedimentação simplificada em água, capacidade de moldagem, formação de fio, dilatância, resistência após secagem e pegajosidade.

A interpretação foi realizada pela leitura conjunta dos diferentes indicadores, tendo como referência os princípios de identificação de solos da ASTM D2488-26 e da ISO 14688-1:2017. Os resultados foram expressos como hipóteses tátil-visuais de comportamento, cuja confirmação requer análise granulométrica conforme a ABNT NBR 7181:2016 e, quando houver participação relevante

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

de finos, determinação dos limites de liquidez e plasticidade pelas ABNT NBR 6459:2016 e NBR 7180:2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises tátil-visuais permitiram diferenciar as cinco condições amostrais a partir da combinação entre granulometria aparente, sensação ao tato, retenção de finos em papel, aspecto da superfície de corte, desagregação submersa, comportamento em água, moldagem, formação de fio, dilatância, resistência seca e pegajosidade. A Figura 1 mostra já na inspeção inicial algumas dessas diferenças: A1 apresenta maior quantidade de grãos individualizáveis e aspecto granular; A2 possui superfície aparentemente mais fina, embora ainda sejam observados grãos; B apresenta material fino associado a partículas perceptíveis ao tato; e C1 e C2 possuem aspecto mais terroso, sendo os agregados de C2 aparentemente mais coesos quando úmidos. Essas observações constituíram apenas o primeiro nível de identificação, pois a hipótese sobre cada material deve ser estabelecida pela leitura conjunta dos demais ensaios. Ver tabela 1.

Na amostra A1, os primeiros indicativos de predominância arenosa foram obtidos na inspeção visual e tátil da granulometria aparente. Foram observados grãos relativamente grossos, visíveis a olho nu e ásperos ao toque. No teste de retenção em papel, apenas pequena quantidade de material permaneceu aderida, enquanto a maior parte se manteve solta. O ensaio de corte acrescentou outro indicativo, pois a esfera apresentou dificuldade para manter sua forma e a superfície produzida pela lâmina permaneceu rugosa. Considerados em conjunto, esses resultados indicam uma fração granular expressiva e pequena capacidade de coesão, embora não permitam determinar quantitativamente a proporção entre areia e partículas finas.

Figura 1 - Aspecto representativo das cinco condições amostrais analisadas: (A) A1; (B) A2; (C) B; (D) C1, 0-5 cm; (E) C2, 10-15 cm.



Fonte: Autores, 2026.

Tabela 1: Síntese dos resultados dos ensaios tátil-visuais nas cinco condições amostrais.

Indicador	A1	A2	B	C1 (0–5 cm)	C2 (10–15 cm)
Inspeção visual/tátil	Grãos grossos, visíveis e ásperos; forte indicação de fração arenosa	Grãos visíveis e ásperos, com maior conteúdo aparente de finos	Grãos visíveis finos e tato áspero; material granular + finos	Sedoso/farináceo, com grãos visíveis	Sedoso/farináceo, com grãos visíveis
Retenção em papel	Pequena retenção; poucos finos aparentes	Maior parte não aderiu; fração granular relevante	Forte manchamento; presença relevante de finos	Retenção razoável; presença relevante de finos	Retenção razoável; presença relevante de finos

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

Indicador	A1	A2	B	C1 (0–5 cm)	C2 (10–15 cm)
Superfície de corte	Rugosa e esfera pouco estável	Rugosa	Rugosa	Rugosa; amostra não totalmente seca	Rugosa; amostra não totalmente seca
Desagregação submersa	~3,5 min; coesão limitada	Lenta; maior coesão relativa	Início ~15 s; baixa estabilidade	~12 min; maior resistência relativa	~15 min; maior resistência relativa
Sedimentação simplificada	Maioria assentada ~3 min	Assentamento em poucos minutos	Depósito após 30 min	~2 min	~1 min 40 s
Moldagem/ fio	Trincas e ruptura fácil; baixa plasticidade	Moldável, mas fio frágil; baixa plasticidade	Muitas trincas e ruptura fácil; baixa plasticidade	Moldável, mas fio curto rompe; baixa plasticidade no fio	Moldável, mas fio curto rompe; baixa plasticidade no fio
Dilatância	Rápida e reversível	Rápida, porém não reversível; resultado ambíguo	Resposta pouco definida	Lenta e discreta	Lenta e discreta
Resistência seca	Média	Baixa	-	Elevada	Elevada
Pegajosidade	Baixa	Baixa	-	Baixa	Maior que C1

Fonte: Autores, 2026.

Os ensaios relacionados ao comportamento dos finos reforçaram essa interpretação para A1. Durante a moldagem, surgiram trincas rapidamente, enquanto o fio, produzido com aproximadamente 5 mm de espessura, apresentou dificuldade de formação e rompeu com facilidade. A pegajosidade foi baixa. No ensaio de dilatância, a água apareceu rapidamente na superfície após os impactos e desapareceu quando a amostra foi pressionada, resposta compatível com finos pouco plásticos, particularmente silte e areia fina. A resistência seca foi considerada média, constituindo o principal resultado indicativo de alguma contribuição coesiva. A convergência dos demais ensaios, entretanto, não sustenta argila como fração dominante. Assim, A1 apresenta comportamento compatível com uma areia contendo finos predominantemente siltosos e de baixa plasticidade, hipótese que pode ser confirmada por análise granulométrica e, dependendo do teor de finos, pelos limites de Atterberg.

A amostra A2 apresentou uma combinação menos definida. Na inspeção tátil-visual foram percebidos grãos visíveis e textura áspera, mas com maior quantidade aparente de material fino que em A1. A maior parte da amostra também não aderiu ao papel e a superfície obtida no ensaio de corte permaneceu rugosa, indicando que a fração granular continuava relevante. Em contrapartida, a esfera úmida pôde ser moldada e permaneceu sem trincas durante o período de observação, enquanto a desagregação submersa ocorreu lentamente. Esses dois resultados mostram maior capacidade de manutenção da estrutura úmida que em A1. Essa coesão, contudo, não se repetiu com a mesma intensidade nos demais ensaios: o fio permaneceu frágil, a pegajosidade foi baixa e a amostra seca rompeu com facilidade.

A dilatância de A2 mostrou que a água surgiu rapidamente após a solicitação da amostra, mas não desapareceu de forma imediata quando esta foi pressionada. Esse comportamento não converge integralmente com os resultados de baixa pegajosidade, baixa resistência seca e ruptura fácil do fio, podendo estar associado ao estado de umidade empregado durante o ensaio. Portanto, os resultados são mais consistentes com uma mistura de areia e silte de baixa plasticidade do que com uma condição francamente argilosa. Essa diferença entre A1 e A2 mostra a vantagem de integrar os ensaios: a capacidade de moldagem, quando avaliada isoladamente, conduziria a uma interpretação mais coesiva do que aquela sustentada pelo conjunto das evidências.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

Na condição B, a inspeção visual registrou grãos visíveis, porém relativamente finos, enquanto o ensaio tátil indicou textura áspera. O forte manchamento produzido no papel mostrou a presença de quantidade relevante de partículas finas, sem permitir distinguir, por esse procedimento, se essas partículas correspondiam predominantemente a silte ou argila. A superfície de corte permaneceu rugosa e o torrão parcialmente submerso começou a se desagregar em aproximadamente 15 s. Durante a moldagem foram observadas numerosas trincas e, embora tenha sido possível iniciar a formação de um fio próximo de 3 mm, o material rompeu facilmente antes da repetição do procedimento.

A resposta de dilatância de B foi pouco definida, pois foi observada uma pequena manifestação de água durante a solicitação, mas nesse caso, não foram realizados ensaios de resistência seca e pegajosidade. Essas ausências reduzem a capacidade de diferenciar silte de argila pelos procedimentos expeditos. A interpretação mais cautelosa é, portanto, de um material silto-arenoso de baixa plasticidade, mantendo em aberto a proporção efetiva entre areia e silte. Nesse caso, a análise granulométrica deve ser o primeiro ensaio confirmatório, seguida pelos limites de Atterberg caso a quantidade de material passante na fração fina justifique essa determinação.

As amostras C1 e C2, provenientes respectivamente das camadas de 0–5 e 10–15 cm, apresentaram comportamento mais próximo entre si. Em ambas, a inspeção tátil indicou sensação sedosa a levemente farinácea, ao mesmo tempo em que permaneciam visíveis partículas de diferentes dimensões. O ensaio em papel produziu retenção razoável de partículas finas e sensação de sedosidade após o esfregamento. A desagregação dos torrões parcialmente submersos foi lenta, ocorrendo ao longo de aproximadamente 12 min em C1 e 15 min em C2, e a resistência seca exigiu força considerável para ruptura. Esses resultados indicam participação importante de finos e comportamento mais coesivo que o observado em A1 e B. O assentamento em água, ocorrido em aproximadamente 2 min para C1 e 1 min e 40 s para C2, foi interpretado apenas como observação comparativa, pois esse procedimento não permite determinar frações granulométricas.

Apesar da maior coesão observada em C1 e C2, os ensaios de plasticidade não sustentaram comportamento fortemente argiloso. As duas amostras puderam ser moldadas com facilidade, mas desenvolveram trincas após alguns minutos, e os fios formados foram curtos e romperam rapidamente. Em contrapartida, a dilatância foi lenta e discreta e a resistência seca foi relativamente elevada, dois resultados que apontam para a presença de finos coesivos. A principal diferença entre as camadas ocorreu no teste de pegajosidade: C1 apresentou baixa aderência, enquanto C2 aderiu mais intensamente aos dedos. Como C2 também estava mais úmida durante a análise, essa diferença não pode ser atribuída diretamente a maior conteúdo de argila. Assim, a hipótese mais consistente para ambas é de material predominantemente siltoso, contendo areia e uma contribuição argilosa subordinada, com resposta coesiva ligeiramente maior em C2. Ver tabela 2.

Tabela 2 - Hipótese tátil-visual integrada e prioridade de confirmação laboratorial.

Condição	Hipótese tátil-visual integrada	Principal incerteza	Confirmação prioritária
A1	Material predominantemente arenoso, com finos de comportamento siltoso e baixa plasticidade	Resistência seca média indica alguma coesão, mas fio, pegajosidade e dilatância não sustentam argila dominante	Granulometria; Atterberg se o teor de finos justificar
A2	Mistura areia-silte de baixa plasticidade	Moldagem/desagregação indicam maior coesão, mas resistência seca, fio e pegajosidade permanecem baixos	Granulometria + Atterberg na fração fina

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

Condição	Hipótese tátil-visual integrada	Principal incerteza	Confirmação prioritária
B	Material silto-arenoso de baixa plasticidade	Proporção areia/silte não resolvida; ausência de resistência seca e pegajosidade	Granulometria; Atterberg se necessário
C1	Material predominantemente siltoso, com areia e possível contribuição argilosa subordinada	Resistência seca elevada e dilatância lenta contrastam com fio de baixa plasticidade	Granulometria + limites de Atterberg
C2	Material predominantemente siltoso, com areia e possível contribuição argilosa subordinada; resposta mais coesiva que C1	Maior umidade pode explicar parte da pegajosidade	Granulometria + limites de Atterberg

Fonte: Autores, 2026.

A comparação das cinco condições mostra que o principal resultado dos ensaios tátil-visuais não está em atribuir diretamente uma classe granulométrica a partir de um único teste, mas em reduzir progressivamente as hipóteses possíveis. Em A1, a convergência entre textura áspera, pequena retenção em papel, fio frágil, baixa pegajosidade e dilatância rápida indicou predominância granular com finos pouco plásticos. Em A2, sinais de maior coesão coexistiram com baixa resistência seca e baixa pegajosidade, mantendo a classificação menos definida. Em B, a presença evidente de finos contrastou com baixa plasticidade. C1 e C2, por sua vez, apresentaram maior resistência seca e dilatância mais lenta, justificando investigar de forma prioritária a natureza dos finos. Essa leitura integrada evita transformar respostas qualitativas isoladas em classificações que os próprios ensaios não sustentam.

Sob a perspectiva geotécnica, essa capacidade de restringir hipóteses é o principal valor dos ensaios tátil-visuais. Por utilizarem observações e manipulações simples, eles podem ser realizados durante a inspeção de uma amostra, inclusive no próprio local da obra, auxiliando na comparação entre materiais, na escolha de amostras representativas e na definição dos ensaios laboratoriais que devem ser priorizados. Materiais como A1 e B demandam inicialmente confirmação da distribuição granulométrica; já respostas como as de C1 e C2 justificam complementar a granulometria com limites de liquidez e plasticidade. Esse diagnóstico permanece, entretanto, dependente da experiência do operador, sobretudo na distinção entre sensações como aspereza e sedosidade, na avaliação da resistência seca, da pegajosidade e do momento de ruptura do fio. A ASTM D2488-26 reconhece expressamente essa dependência e recomenda o desenvolvimento da capacidade de identificação pela comparação com materiais de comportamento conhecido, enquanto a ISO 14688-1 estrutura seus procedimentos para utilização por pessoal experiente. Assim, os ensaios tátil-visuais constituem triagem geotécnica preliminar, e não substituto da caracterização quantitativa exigida para decisões de projeto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise integrada das cinco condições amostrais mostrou que os ensaios tátil-visuais permitem reconhecer diferenças de textura, plasticidade e coesão suficientes para estabelecer hipóteses preliminares sobre o comportamento dos solos. A1 apresentou resposta predominantemente arenosa, com finos de baixa plasticidade; A2 manteve participação arenosa relevante, porém com maior presença aparente de finos e sinais de coesão; B apresentou comportamento silto-arenoso de baixa plasticidade; e C1 e C2 mostraram comportamento predominantemente siltoso, com participação arenosa e indícios de contribuição argilosa, mais evidentes em C2. Esses resultados

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

foram obtidos pela convergência entre os diferentes ensaios, sobretudo tato, moldagem, formação de fio, dilatância, resistência seca e pegajosidade, e não pela interpretação isolada de um único indicador.

Os resultados confirmam a utilidade da análise tátil-visual como ferramenta de triagem geotécnica, principalmente por permitir uma avaliação rápida das amostras e indicar quais ensaios laboratoriais devem ser priorizados posteriormente. Sua aplicação, inclusive em campo ou no próprio local da obra, pode auxiliar na comparação entre materiais, seleção de amostras representativas e tomada de decisões iniciais durante a investigação geotécnica. Essa aplicação, porém, deve considerar a subjetividade inerente ao método e sua dependência da experiência do operador, especialmente na avaliação de características como aspereza, sedosidade, pegajosidade, resistência seca e comportamento durante a moldagem. Portanto, as hipóteses obtidas por ensaios tátil-visuais devem ser confirmadas por análise granulométrica e, quando houver participação relevante de finos, pelos limites de Atterberg, não devendo substituir a caracterização quantitativa necessária para decisões de projeto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6457:2016: Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização**. 2. ed. Versão corrigida de 12 jul. 2016. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6459:2016: Solo - Determinação do limite de liquidez**. 2. ed. Versão corrigida de 24 abr. 2017. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6502:2022: Solos e rochas - Terminologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7180:2016: Solo - Determinação do limite de plasticidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7181:2016: Solo - Análise granulométrica**. 2. ed. Versão corrigida 2, de 28 maio 2018. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASTM INTERNATIONAL. **ASTM D2488-26: Standard Practice for Description and Identification of Soils for Engineering Purposes (Visual-Manual Procedures)**. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2026. DOI: 10.1520/D2488-26.

BARBETTI, Roberto et al. Five decades of hand-feel soil texture estimation: accuracy, challenges, and improvements. **Soil Science Society of America Journal**, v. 90, n. 3, e70252, 2026. DOI: 10.1002/saj2.70252.

EYMARD, Alexandre et al. Exploring the untapped potential of hand-feel soil texture data for enhancing digital soil mapping: revealing hidden spatial patterns from field observations. **Geoderma**, v. 441, 116769, 2024. DOI: 10.1016/j.geoderma.2023.116769.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14688-1:2017: Geotechnical investigation and testing - Identification and classification of soil - Part 1: Identification and description**. 2. ed. Geneva: ISO, 2017. Confirmed in 2023.

RAFAEL, Clélio Rodrigo Paiva; GARCIA, Joan; SUBTIL, Eduardo Lucas. Reliability-Based Evaluation of the Robustness of Constructed Wetlands for Sustainable Sanitation: Implications for Design and Operation. Water environment research: a research publication of the Water Environment Federation, v. 98, n. 9, p. e70572, 2026. DOI: https://doi.org/10.1002/wer.70572

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

RICHER-DE-FORGES, Anne C. et al. Does digital soil mapping prediction performance of soil texture improve when adding uncertain field texture estimates? A study based on clay content. **Geoderma**, v. 456, 117277, 2025. DOI: 10.1016/j.geoderma.2025.117277.

RICHER-DE-FORGES, Anne C. et al. Hand-feel soil texture and particle-size distribution in central France: relationships and implications. **Catena**, v. 213, 106155, 2022. DOI: 10.1016/j.catena.2022.106155.

SOIL SURVEY STAFF. **Field book for describing and sampling soils**. Version 4.0. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 2024.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

DESENVOLVIMENTO DE FILMES ATIVOS DE METIL-HIDROXIETILCELULOSE (MHEC) COM ÓLEOS ESSENCIAIS DE MANJERICÃO (OCIMUM BASILICUM) E ORÉGANO (ORIGANUM VULGARE)

DEVELOPMENT OF ACTIVE METHYL HYDROXYETHYL CELLULOSE (MHEC) FILMS WITH BASIL (OCIMUM BASILICUM) AND OREGANO (ORIGANUM VULGARE) ESSENTIAL OILS FOR POTENTIAL USE IN FOOD PACKAGING

DESARROLLO DE PELÍCULAS ACTIVAS DE METIL HIDROXIETIL CELULOSA (MHEC) CON ACEITES ESENCIALES DE ALBAHACA (OCIMUM BASILICUM) Y ORÉGANO (ORIGANUM VULGARE) CON POTENCIAL USO EN ENVASES DE ALIMENTOS

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

[Wilfrido de Jesus Primo Novoa] [1]; [Rodrigo Ortega Toro] [2]
[1] [Universidad de Cartagena, Cartagena-Bolivar, wprimon@unicartagena.edu.co]; [2] [Universidad de Cartagena, Cartagena-Bolivar, rortegap1@unicartagena.edu.co]

Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura
Trabalho premiado: Menção honrosa.
Grupo de pesquisa: Food Packaging & Shelf-life Group

RESUMO

La creciente problemática associada a la generación de residuos plásticos y a la conservación de los alimentos impulsa el desarrollo de materiales biodegradables con propiedades funcionales para sistemas de envasado. Este estudio tiene como objetivo desarrollar películas activas a base de metil hidroxietil celulosa (MHEC) incorporadas con aceites esenciales de albahaca (*Ocinum basilicum*) y orégano (*Origanum vulgare*), con potencial aplicación en envases de alimentos. La investigación adopta un enfoque experimental con siete formulaciones, incluida una control y tratamientos con los aceites esenciales incorporados de forma individual y combinada. El material se obtiene mediante *casting*, utilizando MHEC como matriz polimérica, glicerol como plastificante y Tween 80 como agente emulsificante, seguido de homogenización, tratamiento ultrasónico, secado y acondicionamiento. La caracterización incluye, absorción de agua, contenido de humedad, permeabilidad al vapor de agua, transmitancia UV-VIS, color, brillo, grosor, propiedades mecánicas y evaluación microestructural mediante micrografías. El análisis estadístico se realiza mediante ANOVA y prueba LSD de Fisher con 95% de confianza. El análisis evidencia diferencias significativas entre las formulaciones y destaca a MH-BO-OI1 por presentar el menor contenido de humedad (0,105 ± 0,009 g/g), la menor permeabilidad al vapor de agua (2,50 ± 0,08 $g \cdot mm \cdot kPa^{-1} \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$), una reducción aproximada del 40,5% respecto al control, el mayor brillo (25,71 ± 6,32 GU) y el menor grosor (0,088 ± 0,018 mm). Asimismo, esta formulación conserva un comportamiento mecánico favorable, con resistencia a la tracción de 10,8 ± 0,4 MPa, elongación de 49 ± 2% y modulo elástico de 245 ± 10 MPa. La incorporación de aceites reduce la transmitancia, especialmente en la región ultravioleta, mientras que en la evaluación colorimétrica muestra una conservación general de luminosidad. La observación de las micrografías evidencia modificaciones en la organización y heterogeneidad de la matriz según su composición, se concluye que la incorporación controlada y combinada de los aceites esenciales modifica las propiedades de barrera, ópticas, físicas y mecánicas de la MHEC, destacando MH-BO-OI1 como la formulación mas

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

promisoria de mejor equilibrio tencologico y potencia para sistemas sostenibles de envasado de alimentos.

Palavras-chave: Metil hidroxietil celulosa, películas activas, envases sostenibles, aceites esenciales, envasado.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

DESENVOLVIMENTO DE UM DILATADOR DE ROLAMENTOS DE BAIXO CUSTO

DEVELOPMENT OF A LOW-COST BEARING EXPANDER

DESARROLLO DE UN DILATADOR DE RODAMIENTOS DE BAJO COSTO

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

Renato Ludwig Pilan[1]; Nicolas Coutinho de Mello[2]; Ronaldo Romancini[3].

[1]Centro universitário UniSenai, Campinas-SP, renato.pilan@sp.senai.br; [2]Centro universitário UniSenai, Campinas-SP, mello.nicolascoutinho@gmail.com; [3]Centro universitário UniSenai, Campinas-SP, ronaldo_romancini@yahoo.com.br.

Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura

Trabalho premiado: Menção honrosa.

RESUMO

Este estudo apresenta o desenvolvimento e a avaliação inicial de um dilatador de rolamentos de baixo custo, proposto para apoiar operações de montagem e desmontagem em pequenas e médias empresas. A motivação do trabalho decorre da necessidade de aquecimento controlado do anel interno do rolamento, procedimento que reduz o esforço de montagem e minimiza riscos de dano mecânico, enquanto os equipamentos comerciais por indução podem apresentar custo elevado. Objetiva-se propor uma alternativa compacta e de fabricação simplificada, baseada em transferência de calor por resistência elétrica. A pesquisa foi desenvolvida por meio de levantamento bibliográfico sobre tipos de rolamentos, limites de temperatura e práticas de montagem, seguido da seleção de materiais, modelagem tridimensional e testes em bancada. A primeira concepção utilizou uma placa aquecedora e um cone de cobre; nessa configuração, o rolamento atingiu aproximadamente 80 °C após cerca de 40 minutos. Em razão desse resultado, o projeto foi reformulado com base de alumínio, duas resistências tubulares de cartucho, postiços intercambiáveis para os rolamentos 6202, 6204 e 6206 e controlador digital de temperatura. No ensaio da versão final com o rolamento 6202, foram registrados 120 °C em 3 minutos pelo sensor instalado no furo central do postiço, com leitura no controlador XH-W3001. O levantamento de materiais estimou custo de fabricação de R$ 400,00. O resultado constitui uma validação inicial do alcance do setpoint no ponto de controle, restrita ao ensaio com o rolamento 6202. Recomenda-se, para continuidade do estudo, avaliar curvas de aquecimento, uniformidade térmica, consumo de energia e repetibilidade do sistema.

Palavras-chave: rolamentos; dilatador; aquecimento resistivo; manutenção industrial; baixo custo.

INTRODUÇÃO

Os rolamentos são componentes empregados para reduzir o atrito e sustentar cargas radiais e/ou axiais em máquinas e equipamentos. Conforme publicado em ABECOM (2025), a montagem exige cuidados porque a aplicação de força direta pode danificar pistas, corpos rolantes e gaiolas. Para ajustes por interferência, o aquecimento controlado do anel interno favorece a dilatação temporária e a instalação no eixo, desde que sejam observados os limites de temperatura recomendados pelo fabricante (SKF, s.d.).

Embora aquecedores por indução sejam amplamente utilizados, seu custo pode restringir a adoção por oficinas e empresas de menor porte. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

dilatador portátil de baixo custo, com controle de temperatura e postiços intercambiáveis, e avaliar inicialmente sua capacidade de aquecer rolamentos. A proposta delimita-se aos modelos 6202, 6204 e 6206 e ao aquecimento por resistências elétricas, sem pretender comparar desempenho com sistemas comerciais de indução.

METODOLOGIA

O estudo possui caráter aplicado e experimental. Inicialmente, realizou-se revisão bibliográfica sobre rolamentos, montagem e limites de temperatura. Em seguida, foram definidos materiais de fácil aquisição e baixo custo: base e postiços de alumínio, resistências tubulares de cartucho, controlador digital XH-W3001, sinalizadores, chave seletora, cabos e estrutura de MDF. Foram elaborados modelos tridimensionais para verificar a disposição dos componentes e orientar a fabricação.

A avaliação em bancada ocorreu em duas etapas. Na primeira, uma placa aquecedora transmitia calor a um cone de cobre. A temperatura no interior do rolamento foi acompanhada durante o aquecimento. Após a identificação de desempenho térmico insuficiente, a solução foi redesenhada com duas resistências inseridas em uma base de alumínio. Postiços removíveis, dimensionados para os rolamentos selecionados, passaram a receber o rolamento e a transferir calor por contato. O controlador digital XH-W3001 foi utilizado para acompanhar a temperatura, com o sensor alojado no furo central do postiço, e comandar o desligamento automático no setpoint programado. O ensaio da versão final foi realizado com um rolamento 6202. A NSK (s.d.) estabelece 120 °C como limite máximo de aquecimento e orienta definir a temperatura em função da interferência a vencer, acrescentando 20–30 °C à temperatura mínima necessária para compensar o resfriamento durante a montagem, respeitado esse limite. Portanto, 120 °C não constitui uma temperatura universal de montagem.

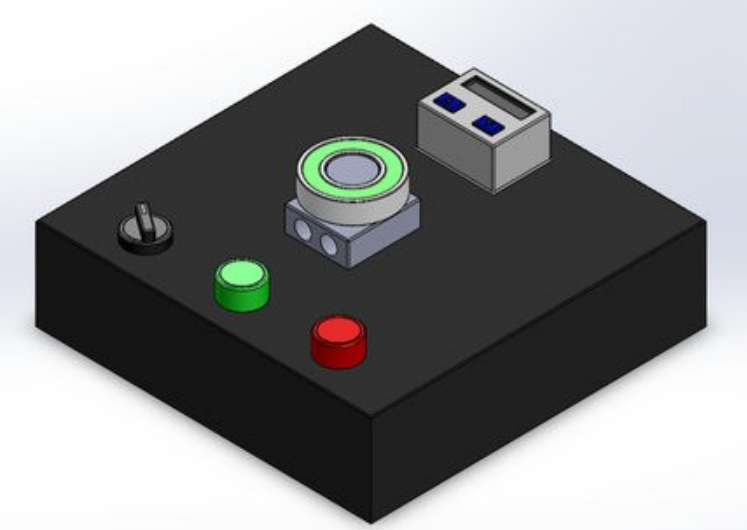
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira configuração atingiu aproximadamente 80 °C em cerca de 40 minutos, abaixo do setpoint definido para o ensaio. O menor desempenho térmico foi atribuído ao contato reduzido entre o cone e o rolamento, embora a área de contato não tenha sido medida. O resultado motivou a substituição do cone por postiços de alumínio com geometria compatível com os anéis dos rolamentos. Liu et al. (2019) observaram que o aumento da interferência entre anel interno e eixo reduziu a resistência térmica de contato pelo aumento da área real de contato. Esse mecanismo fundamenta a hipótese de melhor transferência de calor com os postiços, mas sua contribuição não foi isolada nem quantificada neste protótipo.

A Figura 1 apresenta a configuração final que reúne duas resistências tubulares de 200 W em uma base de alumínio e postiços intercambiáveis para os rolamentos 6202, 6204 e 6206. No ensaio com o rolamento 6202, o controlador digital XH-W3001 registrou 120 °C em 3 minutos, com o sensor instalado no furo central do postiço. Esse valor corresponde à temperatura no ponto de controle do postiço. A primeira configuração registrou aproximadamente 80 °C no interior do rolamento em cerca de 40 minutos. Esses registros são descritivos: os pontos de medição diferem e não há registro do modelo do primeiro rolamento nem das temperaturas iniciais dos ensaios. Assim, não permitem quantificar o ganho de eficiência térmica nem determinar a temperatura atingida pelo anel interno na versão final.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

Figura 1 – Modelo tridimensional do dilatador de rolamentos proposto



Fonte: Elaborado pelos autores.

Como referência de validação, Li et al. (2011) simularam a evolução da temperatura e a expansão do anel interno e verificaram experimentalmente um dispositivo de desmontagem por indução. Para o protótipo resistivo aqui apresentado, registrar curvas de aquecimento e medir a dilatação permitiria ampliar a avaliação inicial.

A Tabela 1 apresenta a estimativa dos custos de fabricação. O total estimado de R$ 400,00 decorre principalmente das resistências tubulares e da usinagem. O uso de MDF reciclável e sobras de cabos reduz despesas, mas exige avaliação de segurança elétrica, isolamento térmico e durabilidade antes da aplicação rotineira em ambiente industrial.

Tabela 1 – Materiais e custos estimados de fabricação do protótipo

Material	Descrição	Qtd.	Valor unit.	Valor final
Alumínio	Postiços para 6202, 6204 e 6206	3	R$ 15,00	R$ 45,00
Usinagem	Peças por hora de trabalho	2 h	R$ 50,00	R$ 100,00
Resistência	Tubular de cartucho, 200 W	2	R$ 90,00	R$ 180,00
Sinaleiros	LED verde e vermelho, 220 V	2	R$ 10,00	R$ 20,00
Controlador	XH-W3001, 127/220 V	1	R$ 30,00	R$ 30,00
Base e demais itens	Base de alumínio, MDF, chave e cabos	—	—	R$ 25,00
Total				R$ 400,00

Fonte: Elaborado pelos autores, com base no levantamento de materiais do projeto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados constituem uma validação inicial do protótipo: no ensaio com o rolamento 6202, foram registrados 120 °C em 3 minutos no furo central do postiço. Essa observação se limita ao ponto de controle e às condições ensaiadas, sem validar a temperatura do anel interno, o desempenho com os modelos 6204 e 6206 ou a eficácia na montagem e desmontagem. O custo de fabricação foi estimado em R$ 400,00. A continuidade da validação deve incluir medições no anel interno, ensaios padronizados e avaliação da uniformidade térmica, do consumo de energia, da repetibilidade e das operações de montagem e desmontagem.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

REFERÊNCIAS

ABECOM. **O que é rolamento? Quais os tipos e aplicações? 1 jan**. 2025. Disponível em: https://www.abecom.com.br/o-que-e-rolamento/. Acesso em: 2 set. 2026.

LI, G.; REN, X.; WANG, L.; ZHANG, D. Finite element simulation and experiments on a new induction heating bearing replacer. **Journal of Mechanical Science and Technology**, v. 25, n. 8, p. 1987–1993, 2011. DOI: 10.1007/s12206-010-1234-2.

LIU, J.; MA, C.; WANG, S.; WANG, S.; YANG, B. Thermal contact resistance between bearing inner ring and shaft journal. **International Journal of Thermal Sciences**, v. 138, p. 521–535, 2019. DOI: 10.1016/j.ijthermalsci.2019.01.022.

MARTINS, Daniel William Ferreira et al. Avaliação de conformidade e integridade estrutural de caldeira flamotubular: NR-13 e ASME. **ARACÊ**, v. 7, n. 9, e8567, 2025. DOI: 10.56238/arev7n9-308.

NSK. **Mounting**. [s.d.]. Disponível em: https://www.nsk.com/eu-en/tools-resources/maintenance/bearing-mounting/. Acesso em: 8 set. 2026.

SKF. **Limites de temperatura**. [s.d.]. Disponível em: https://www.skf.com/br/products/rolling-bearings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/temperature-limits. Acesso em: 2 set. 2026.

SKF. **Montagem de rolamentos com um furo cilíndrico**. [s.d.]. Disponível em: https://www.skf.com/br/products/rolling-bearings/principles-of-rolling-bearing-selection/bearing-selection-process/sealing-mounting-and-dismounting/mounting-and-dismounting/mounting/mounting-bearings-with-a-cylindrical-bore. Acesso em: 2 set. 2026.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE APOIO À ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM AMBIENTE ESCOLAR

ENVIRONMENTAL EDUCATION AS A SUPPORT TOOL FOR DEVELOPING A SOLID WASTE MANAGEMENT PLAN IN A SCHOOL ENVIRONMENT

EDUCACIÓN AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE APOYO A LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ENTORNO ESCOLAR

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

[Adriana Maria Oliveira de Moraes][1]; [Renata de Oliveira Marinho][2]; [Viviane da Silva Muniz][3]
[1] [Centro Universitário Uni única, Ipatinga-MG, adriannabio@yahoo.com.br]; [2] [Centro Universitário Uni única, Ipatinga-MG, renataoliveiramm@gmail.com]; [3] [Centro Universitário Uni única, Ipatinga-MG, vivianeb.silva@hotmail.com]

Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura

RESUMO

A gestão adequada dos resíduos sólidos no ambiente escolar requer a integração entre educação ambiental, infraestrutura e organização dos processos de segregação, armazenamento e coleta. Este estudo teve como objetivo analisar a educação ambiental como instrumento de apoio à elaboração e implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) em ambiente escolar. Foi realizado estudo descritivo, de abordagem quali-quantitativa, com caracterização dos pontos de geração, aplicação de questionários, observação das práticas de gerenciamento, quantificação estimada dos resíduos e registros fotográficos. Foram registrados 60 kg de resíduos, com destaque para os 20 kg de resíduos orgânicos identificados na cozinha. O diagnóstico evidenciou ausência de segregação adequada, deficiência na identificação dos recipientes, mistura de resíduos e ausência de lixeiras seletivas no pátio. Embora o armazenamento temporário apresentasse condições físicas adequadas, não havia separação entre recicláveis, orgânicos e rejeitos. Os questionários também indicaram lacunas de conhecimento sobre classificação e manejo dos resíduos. Os resultados reforçam a necessidade de integrar ações de educação ambiental às melhorias estruturais e operacionais previstas no PGRS.

Palavras-chave: Educação ambiental. Resíduos sólidos. Gestão de resíduos. Ambiente escolar. PGRS.

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos no ambiente escolar está relacionada às atividades pedagógicas, administrativas, de alimentação e higiene, tornando necessário um gerenciamento que contemple desde a geração e segregação até o armazenamento, coleta e destinação adequada.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece diretrizes para a gestão integrada dos resíduos e prioriza a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada. Nesse contexto, a educação

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

ambiental constitui importante instrumento para promover conhecimentos, atitudes e práticas relacionadas ao manejo responsável dos resíduos.

Entretanto, a adoção de práticas adequadas depende não apenas do conhecimento, mas também das condições estruturais disponíveis, como quantidade, identificação e localização dos recipientes e organização do armazenamento. Assim, educação ambiental e infraestrutura devem atuar de forma integrada.

Diante disso, este estudo teve como objetivo diagnosticar as condições de geração, segregação, armazenamento e transporte dos resíduos e as percepções da comunidade escolar, visando subsidiar a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos com ações de educação ambiental. O diagnóstico forneceu subsídios para a elaboração do PGRS, indicando que as ações educativas devem ser articuladas à disponibilização de recipientes identificados, à segregação na fonte e à reorganização do armazenamento temporário.

METODOLOGIA

Foi realizado estudo descritivo, de abordagem quali-quantitativa, direcionado ao diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos em ambiente escolar. Foram utilizados caracterização do espaço físico, observação dos pontos de geração, aplicação de questionários, identificação e quantificação dos resíduos, avaliação das condições das lixeiras, análise do armazenamento e registros fotográficos.

O checklist identifica a unidade escolar como Escola Dom Pedro I, localizada em Aracoiaba, com vistoria realizada em 1º de junho de 2026, durante o turno da manhã, em um dia de observação. Foram avaliadas salas de aula, cozinha/cantina, refeitório, pátio, secretaria, sala dos professores, biblioteca, banheiros, área externa/jardim, laboratório de informática, depósito/almoxarifado e quadra esportiva.

A avaliação considerou a presença e quantidade de lixeiras, separação por tipo de resíduo, identificação, condições de conservação, adequação dos sacos, ocorrência de transbordamento, odor, vetores e mistura inadequada. Também foram avaliadas as condições de segregação, armazenamento temporário, transporte interno e pontos críticos.

Os questionários foram aplicados a 100 respondentes, incluindo alunos, professores e funcionários,para identificar suas percepções e conhecimentos. As análises foram predominantemente descritivas, sem avaliação longitudinal da eficácia das ações educativas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados diversos pontos de geração de resíduos na escola. Na secretaria, sala dos professores e biblioteca predominou o registro de papel e plástico; na cozinha e no refeitório, destacaram-se os resíduos orgânicos; nos banheiros, papel usado; e na área externa, folhas. A quantificação registrada totalizou **60 kg de resíduos** durante o período observado. A cozinha apresentou a maior massa individual, com 20 kg de resíduos orgânicos. Os demais valores foram distribuídos entre sala dos professores, banheiros, sala de aula, pátio, biblioteca e secretaria.Essas massas foram estimadas por meio de volumetria através de sacos/contentores de capacidade conhecida. Ver tabela 1.

Tabela 1 – Massa estimada de resíduos por local

Local	Tipo de resíduo	Massa estimada
Sala dos professores	Papel	5 kg
Cozinha	Orgânico	20 kg
Banheiros	Papel	10 kg

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

Local	Tipo de resíduo	Massa estimada
Sala de aula	Papel	5 kg
Pátio	Papel/plástico	10 kg
Biblioteca	Papel/plástico	5 kg
Secretaria	Papel/plástico	5 kg
Total	—	60 kg

Fonte: Autoria própria.

Os resíduos orgânicos totalizaram 33,3% da massa, alinhando-se aos 36,4% obtidos por Saglam e Aydin (2024) em instituições de ensino. Assim como no presente diagnóstico, os referidos autores constataram uma contradição entre a alta intenção de reciclar dos estudantes e os erros reais na segregação dos descartes. Para corrigir essa lacuna, a abordagem combinada deste PGRS, que une educação e melhorias na infraestrutura, encontra respaldo em Trushna et al. (2024), cuja análise de 82 intervenções comprovou que a associação entre informação e ajustes estruturais gera os resultados mais favoráveis.

O diagnóstico revelou problemas recorrentes na segregação. Nos ambientes avaliados havia lixeiras, porém, predominava a ausência de separação por tipo de resíduo e de identificação visível. Na sala dos professores e na sala de aula foram registradas mistura inadequada, ausência de identificação e inexistência de recipientes específicos para diferentes tipos de resíduos. No pátio, foi registrada ausência de lixeira. Na cozinha, banheiros, biblioteca e secretaria também foram observadas deficiências de separação e identificação.

Esses resultados indicam que a simples presença de lixeiras não garante a segregação adequada. É necessário disponibilizar recipientes compatíveis com os diferentes fluxos de resíduos, acompanhados de identificação clara e orientação dos usuários. A Resolução CONAMA nº 275/2001 estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos e constitui referência para programas de coleta seletiva.

Quanto ao armazenamento temporário, o local apresentava condições físicas favoráveis, sendo coberto, ventilado, com piso lavável e protegido da chuva e dos animais. Não foram observados acúmulo excessivo, chorume, odor ou sujeira no momento da vistoria. Entretanto, não havia separação entre recicláveis, orgânicos e rejeitos nem identificação adequada do local. Essa condição foi classificada no checklist como ponto de **alta criticidade**.

O fluxo do manejo interno compreende a coleta dos resíduos nos setores pelo pessoal de limpeza e o seu transporte até um ponto de descarte centralizado no estabelecimento. A partir desse local específico, a Prefeitura assume a responsabilidade pelo recolhimento e transporte externo dos resíduos para a disposição final.

Os questionários apontaram lacunas relacionadas à classificação, à coleta seletiva e ao manejo adequado dos resíduos entre os participantes.

Nesse contexto, as ações educativas devem priorizar conhecimentos diretamente relacionados à rotina escolar, como classificação dos resíduos, diferenciação entre recicláveis, orgânicos e rejeitos, utilização correta dos recipientes e prevenção da contaminação dos materiais recicláveis. As ações previstas incluem palestras, dinâmicas e atividades participativas voltadas à sensibilização e ao engajamento da comunidade escolar na implantação do PGRS.

A educação ambiental, entretanto, não deve ser utilizada isoladamente. Os resultados demonstram que as dificuldades observadas estão relacionadas tanto ao conhecimento quanto às

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

condições estruturais e operacionais. Dessa forma, a implantação do PGRS deve integrar educação, infraestrutura e organização dos procedimentos. Ver tabela 2.

Tabela 2 – Principais pontos críticos identificados

Problema	Local	Criticidade	Ação indicada
Ausência de lixeiras seletivas	Pátio	Baixa	Instalar lixeiras identificadas
Recicláveis contaminados	Sala de aula	Baixa	Reforçar segregação
Mistura dos resíduos no armazenamento	Área de armazenamento	Alta	Organizar a área temporária

Fonte: Autoria própria.

A síntese evidencia que a implantação do PGRS deve atuar simultaneamente em três dimensões: estrutura, mediante disponibilização e identificação dos recipientes; processo, por meio da organização da segregação e do armazenamento; e educação, mediante formação contínua da comunidade escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico identificou problemas principalmente relacionados à segregação, identificação dos recipientes e organização do armazenamento dos resíduos. Foram registrados 60 kg durante o período de observação, com destaque para os 20 kg de resíduos orgânicos identificados na cozinha.

Embora o local de armazenamento temporário apresentasse condições físicas favoráveis, os resíduos eram mantidos sem separação entre recicláveis, orgânicos e rejeitos. Também foram identificadas ausência de lixeiras seletivas no pátio, mistura de resíduos e deficiência na identificação dos recipientes.

Os questionários apontaram diferenças de percepção entre os segmentos da comunidade escolar e lacunas relacionadas à classificação e ao manejo dos resíduos. Nesse cenário, a educação ambiental apresenta-se como instrumento de apoio à implantação do PGRS, especialmente quando articulada às condições estruturais e operacionais da instituição.

Recomenda-se a implantação de recipientes identificados e adequados aos diferentes fluxos, o reforço da segregação na fonte, a reorganização do armazenamento temporário e o desenvolvimento de ações educativas permanentes. Novas observações e quantificações poderão ser realizadas posteriormente para verificar mudanças nas práticas de gerenciamento.

Como limitações, destaca-se que a quantificação ocorreu durante apenas um dia e os valores foram estimados. Além disso, os dados individuais dos questionários não estão disponíveis para análises estatísticas mais detalhadas. Dessa forma, os resultados caracterizam o cenário observado e fornecem subsídios para o planejamento do PGRS, sem permitir generalizações para outras instituições.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Renata Rocha; RAFAEL, Clélio Rodrigo Paiva; FONSECA, Ronald Assis; SOUZA, Gessymar Nazaré Silva; MOREIRA, Bárbara Sampaio Lage; RESENDE, Elionay Loren; PEREIRA, Márcia Meryllis Alves; CAMPOS, Vivian. Planejamento, logística e aceitação social na implantação de biodigestores em comunidades rurais. **ARACÊ**, v. 7, n. 9, e8564, 2025. DOI: 10.56238/arev7n9-306.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva. Brasília, DF, 2001.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2010.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF, 1999.

LIMA, José Francinildo Matias et al. Análise de aspectos e impactos ambientais de um lixão. **Revista de Geopolítica**, v. 16, n. 5, e743, 2025. DOI: 10.56238/revgeov16n5-008.

SAGLAM, Betül Sena; AYDIN, Nesli. Investigation of waste characteristics and recycling behaviour at educational institutes. **Waste Management**, v. 180, p. 115–124, 2024. DOI: 10.1016/j.wasman.2024.03.036.

SANTOS, Núbia Cristina Geraldo dos et al. Estufa escolar como laboratório vivo: estratégia para sensibilização e práticas sustentáveis. **Revista de Geopolítica**, v. 16, n. 4, e735, 2025. DOI: 10.56238/revgeov16n4-090.

SOUSA, Davi Sousa de; LIMA, Lieide Vidal de; FONSECA, Ronald Assis; RAFAEL, Clélio Rodrigo Paiva; REX, Franciel. Educação ambiental na aldeia indígena Ka'apor (Zé Gurupi): sensibilização e práticas sustentáveis. **JANUS.NET, e-journal of International Relations**, v. 17, n. 1, dossiê temático 2, 2026. DOI: 10.26619/1647-7251.DT0526.9.

TRUSHNA, Tanwi et al. Interventions to promote household waste segregation: a systematic review. **Heliyon**, v. 10, n. 2, e24332, 2024. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e24332.

VAN DE WETERING, J. et al. Does environmental education benefit environmental outcomes in children and adolescents? A meta-analysis. **Journal of Environmental Psychology**, v. 81, 101782, 2022.

ZHANG, X. A systematic literature review on individuals' waste separation behavior. **Resources, Environment and Sustainability**, v. 14, 100137, 2023.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

ENGENHARIA, TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE: CONTRIBUIÇÕES DO CEET PARA UMA FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR NO ENSINO SUPERIOR

ENGINEERING, TECHNOLOGY AND SUSTAINABILITY: CEET'S CONTRIBUTIONS TO INTERDISCIPLINARY EDUCATION IN HIGHER EDUCATION

INGENIERÍA, TECNOLOGÍA Y SOSTENIBILIDAD: CONTRIBUCIONES DEL CEET A UNA FORMACIÓN INTERDISCIPLINARIA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

[Aline Almeida Silva] [1]; [Chayenne Abrahao Farah Aguiar] [2]; [Wallef Matheus Fernandes Faustino] [3] ; [Wilian Januário Magalhães][4]; [Andryelle Teixeira Rathke][5]; [Márcio Alves de Souza][6]; [Miridan Souza Carrilho][7]; [Talisson Souto Gabriel][8]; [Gessymar Nazaré Silva Souza][9];

[1] [UniÚnica, Sete Lagoas-MG, a.almeidasilva@gmail.com]; [2] [UniÚnica, Coronel Fabriciano-MG, chayenneabrahao@hotmail.com]; [3] [Instituição, cidade-UF, e-mail]; [4] [UniÚnica, Ipatinga-MG, wilianjanuario@gmail.com]; [5] [UniÚnica, Itapoá-SC, andybrrathke@gmail.com]; [6] [Instituição, cidade-UF, e-mail]; [7] [Instituição, cidade-UF, e-mail];

[8] [UniÚnica, Ipatinga-MG, soutogabrieltalison@gmail.com]; [9] [UniÚnica, Ipatinga-MG, gessymarcrq@gmail.com];

Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura

RESUMO

A formação de profissionais nas áreas de Engenharia e Tecnologia exige o desenvolvimento de competências que transcendem o domínio puramente técnico, demandando pensamento crítico, resolução colaborativa de problemas, interdisciplinaridade e responsabilidade socioambiental. Nesse cenário, o Centro de Estudos em Engenharias e Tecnologias (CEET) do Centro Universitário UniÚnica atua como um espaço integrador de formação técnico-científica, unindo ensino, pesquisa, extensão e prática acadêmica. O presente trabalho analisa as contribuições do CEET no desenvolvimento de competências acadêmicas e ético-profissionais dos estudantes, com foco na aproximação entre fundamentos teóricos e demandas contemporâneas de sustentabilidade e transformação digital. De abordagem qualitativa, descritiva e documental, a metodologia baseia-se na análise dos registros de inscrição de eventos promovidos pelo CEET de Março e Abril de 2026. Os resultados indicam que o encontro sobre gestão em Engenharias apresentou maior aproximação com as áreas de Engenharia e Tecnologia, enquanto o evento dedicado à saúde mental e à cultura de segurança alcançou público mais diversificado e favoreceu o diálogo entre diferentes campos do conhecimento. Essa composição constitui um indicador descritivo do alcance interdisciplinar das ações e evidencia o potencial do CEET para aproximar conhecimentos técnicos, gerenciais, ambientais e humanos, sem que os registros de inscrição sejam interpretados como comprovação direta de aprendizagem. Conclui-se que o CEET representa uma estratégia essencial de formação complementar no ensino superior, com potencial para preparar futuros engenheiros e tecnólogos para atuar com visão holística, sustentável e inovadora frente às complexas exigências do mundo do trabalho.

Palavras-chave: Engenharia; Tecnologia; Interdisciplinaridade; Inovação, Formação.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

1 INTRODUÇÃO

As Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Engenharia reconhecem essa necessidade ao estabelecerem competências relacionadas à análise de problemas, à comunicação, ao trabalho em equipe, à tomada de decisões e à consideração dos impactos sociais, econômicos e ambientais da atuação profissional (BRASIL, 2019). Nessa perspectiva, a formação universitária deve oferecer situações em que o estudante mobilize conhecimentos de diferentes áreas para interpretar desafios concretos, e não apenas reproduza conteúdos isolados.

O presente estudo examina dois eventos promovidos pelo Centro de Estudos em Engenharias e Tecnologias (CEET) em 2026. O objetivo é compreender de que maneira os temas escolhidos e a composição acadêmica do público expressam o caráter interdisciplinar da iniciativa. Para isso, são considerados os registros de inscrição dos encontros de 26 de março e 27 de abril, relacionando-os às finalidades formativas previstas para a educação em Engenharia.

2 O CEET E OS TEMAS DOS EVENTOS

O encontro de 26 de março, intitulado “Gestão em Engenharias: integrando tecnologias, inovações e sustentabilidade”, aproximou planejamento, recursos tecnológicos e responsabilidade socioambiental. Essa articulação está alinhada à compreensão de que a Engenharia possui papel decisivo no cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente quando a inovação é orientada por necessidades sociais e pela preservação ambiental (UNESCO, 2021). O tema permitiu discutir a gestão como componente da qualidade e da viabilidade das soluções técnicas.

O evento de 27 de abril, “Saúde mental e cultura de segurança”, direcionou o debate aos fatores humanos presentes nos ambientes acadêmicos e profissionais. A Organização Mundial da Saúde e a Organização Internacional do Trabalho destacam que a proteção da saúde mental requer prevenção de riscos psicossociais, participação dos trabalhadores e ações organizacionais, e não somente intervenções individuais (WHO; ILO, 2022). Inserido no CEET, o assunto evidenciou que a segurança depende tanto de procedimentos quanto de comunicação, confiança e condições adequadas de trabalho. Ver quadro 1.

Quadro 1 – Caracterização dos eventos analisados

Data	Tema	Registros	Contribuição formativa
26/03/26	Gestão em Engenharias: integrando tecnologias, inovações e sustentabilidade	171	Integra gestão, recursos tecnológicos, inovação e responsabilidade socioambiental.
27/04/26	Saúde mental e cultura de segurança	673	Relaciona fatores humanos, prevenção, comunicação e ambientes acadêmicos e profissionais seguros.

Fonte: elaboração própria com base nas planilhas de inscrição do CEET (2026).

3 METODOLOGIA

Trata-se de uma análise qualitativa, descritiva e documental, construída a partir das duas planilhas de inscrição fornecidas pelo CEET e da experiência acadêmica associada aos eventos. Foram examinados 844 registros: 171 referentes ao encontro de 26/03 e 673 ao de 27/04. Nomes e endereços eletrônicos não foram utilizados na apresentação dos resultados. As denominações de cursos, informadas livremente, foram padronizadas e agrupadas em seis eixos temáticos; no segundo evento, 13 registros sem curso informado foram mantidos em categoria própria.

Os quantitativos foram empregados apenas para caracterizar o alcance e a diversidade do público, sem pretensão de inferência estatística. Como as bases correspondem a registros de

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

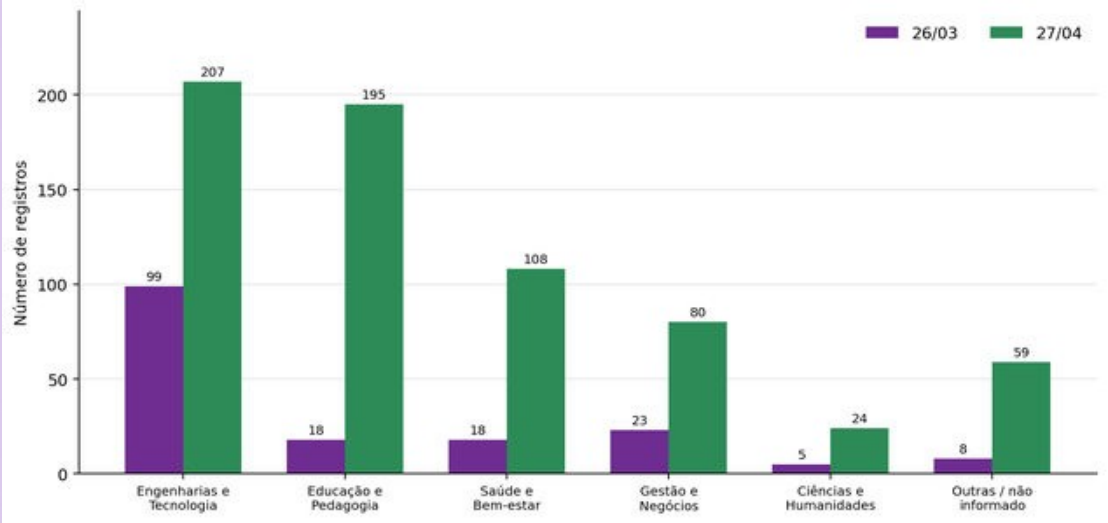
formulário, e não a uma lista validada de presença, os resultados não devem ser interpretados como número definitivo de participantes únicos. A interpretação concentrou-se no significado formativo da diversidade de áreas, na relação entre os temas dos encontros e no potencial do CEET para promover competências acadêmicas, técnicas e ético-profissionais.

4 CARACTERIZAÇÃO DESCRITIVA DOS REGISTROS

No evento de 26/03, Engenharias e Tecnologia reuniram 99 registros (57,9%), confirmando a aderência direta do tema ao público central do CEET. Gestão e Negócios somaram 23 (13,5%); Educação e Pedagogia, 18 (10,5%); Saúde e Bem-estar, 18 (10,5%); Ciências e Humanidades, cinco (2,9%); e outras formações, oito (4,7%). Essa configuração sugere um encontro predominantemente técnico, mas permeável a contribuições gerenciais, educacionais, humanas e de saúde.

No evento de 27/04, Engenharias e Tecnologia permaneceram como o maior eixo, com 207 registros (30,8%), porém a distribuição foi mais plural. Educação e Pedagogia alcançaram 195 (29,0%); Saúde e Bem-estar, 108 (16,0%); Gestão e Negócios, 80 (11,9%); Ciências e Humanidades, 24 (3,6%); outras formações, 46 (6,8%); e 13 registros (1,9%) não informaram o curso. A proximidade entre os dois maiores grupos indica que saúde mental e segurança mobilizam diferentes campos do conhecimento. Ver gráfico 1.

Gráfico 1 – Distribuição dos registros por área de formação e evento



Fonte: elaboração própria com base nas planilhas de inscrição do CEET (2026).

5 ANÁLISE QUALITATIVA E DISCUSSÃO

A distribuição dos registros revela alcances distintos. No primeiro encontro, a maioria vinculada às Engenharias e à Tecnologia indica aderência imediata entre o tema e o público de origem do CEET. Ainda assim, os 72 registros provenientes dos demais eixos mostram que a discussão sobre gestão e sustentabilidade despertou interesse fora do núcleo técnico. No segundo, a diferença de apenas 12 registros entre Engenharias e Tecnologia (207) e Educação e Pedagogia (195) caracteriza uma audiência mais equilibrada e confirma a transversalidade da saúde mental e da segurança.

A heterogeneidade observada deve ser interpretada como condição favorável ao intercâmbio de perspectivas, e não como prova automática de aprendizagem. Problemas de sustentabilidade exigem que soluções tecnológicas sejam avaliadas quanto à eficiência, aos efeitos sociais e ao uso responsável de recursos, conforme a agenda internacional para a Engenharia sustentável (UNESCO, 2021). Assim, a presença de formações gerenciais, educacionais, científicas e de saúde amplia as perguntas formuladas durante o debate e reduz o risco de análises restritas a uma única especialidade.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

No encontro de abril, a participação expressiva de Saúde e Bem-estar acrescentou repertório específico à discussão, enquanto Educação e Pedagogia contribuíram com perspectivas sobre aprendizagem, convivência e comunicação. Essa composição é pertinente porque medidas de saúde mental no trabalho devem alcançar a organização, a liderança e a prevenção dos riscos psicossociais (WHO; ILO, 2022). Para as Engenharias, a aproximação favorece uma leitura da segurança que inclui comportamento organizacional e relações humanas, além dos controles operacionais.

6 IMPLICAÇÕES PARA A FORMAÇÃO ACADÊMICA

Os encontros oferecem oportunidades para exercitar competências previstas nas Diretrizes Curriculares, como formular questões, argumentar com clareza, avaliar consequências e cooperar com pessoas de diferentes formações (BRASIL, 2019). No evento de março, essas competências podem ser mobilizadas na análise de escolhas tecnológicas e gerenciais. No de abril, aparecem na identificação de riscos, na escuta de diferentes experiências e na construção de respostas preventivas. Desse modo, cada tema produz uma situação formativa própria, evitando que a interdisciplinaridade permaneça apenas como conceito abstrato.

Para ampliar a avaliação do impacto acadêmico, futuras edições podem combinar o formulário de inscrição com perguntas posteriores sobre conhecimentos adquiridos, aplicabilidade do conteúdo e mudanças de percepção. Esse procedimento permitiria comparar o perfil do público com evidências de aprendizagem, superando a limitação atual das bases. Também seria útil padronizar os nomes de cursos e distinguir inscrições de presenças confirmadas, tornando os registros mais consistentes para análises posteriores.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os 844 registros analisados mostram que o CEET dialogou com públicos diferentes em cada atividade. O encontro sobre gestão em engenharias conservou forte identidade técnica, ao passo que o debate sobre saúde mental e cultura de segurança atraiu participação mais distribuída entre Engenharias, Educação, Saúde e Gestão. A variação confirma que a escolha temática influencia o alcance do centro e pode aproximar áreas que raramente compartilham o mesmo espaço acadêmico.

Conclui-se que as duas iniciativas foram complementares: uma abordou a orientação sustentável e gerencial das decisões de Engenharia; a outra incorporou fatores humanos indispensáveis à prevenção. Com registros futuros mais padronizados e avaliações posteriores aos eventos, será possível verificar de forma mais precisa como essa participação repercute na aprendizagem e na atuação profissional.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 80, p. 43-44, 26 abr. 2019. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/pdf/normas-classificadas-por-assunto/diretrizes-curriculares-cursos-de-graduacao/rces002_19.pdf. Acesso em: 6 set. 2026.

FONSECA, Ronald Assis; RAFAEL, Clélio Rodrigo Paiva; VICTOR, Emerson Francisco; SANTOS, Núbia Cristina Geraldo dos; OLIVEIRA, Amanda Xavier de; SILVA, Cleiciane Ferreira da. O uso do Mentimeter como metodologia ativa virtual no curso de Gestão Ambiental da Faculdade Única de Ipatinga. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 1–7, 2021. DOI: 10.51189/rema/1939.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

RAFAEL, Clélio Rodrigo Paiva; TESSAROLE, Cristina de Lacerda; FONSECA, Ronald Assis. A importância das tecnologias da informação e comunicação (TIC's) no processo de ensino e aprendizagem do ensino fundamental: uma revisão. **Anais do EVIDOSOL/CILTec-Online**, v. 11, n. 1, 2023. Disponível em: https://ciltec.textolivre.pro.br/index.php/CILTecOnline/article/view/1131. Acesso em: 1 out. 2026.

SANTOS, Núbia Cristina Geraldo dos et al. Estufa escolar como laboratório vivo: estratégia para sensibilização e práticas sustentáveis. **Revista de Geopolítica**, v. 16, n. 4, e735, 2025. DOI: 10.56238/revgeov16n4-090.

SOUSA, Davi Sousa de; LIMA, Lieide Vidal de; FONSECA, Ronald Assis; RAFAEL, Clélio Rodrigo Paiva; REX, Franciel. Educação ambiental na aldeia indígena Ka'apor (Zé Gurupi): sensibilização e práticas sustentáveis. **JANUS.NET, e-journal of International Relations**, v. 17, n. 1, dossiê temático 2, 2026. DOI: 10.26619/1647-7251.DT0526.9.

UNESCO. **Engineering for sustainable development: delivering on the Sustainable Development Goals**. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375644. Acesso em: 6 set. 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION; INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION. **Mental health at work: policy brief**. Geneva: WHO; ILO, 2022. 20 p. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/9789240057944. Acesso em: 6 set. 2026.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

ESTUDO COMPARATIVO DO DIMENSIONAMENTO DE PILAR-PAREDE SEGUNDO A NBR 6118:2023, O EUROCODE 2:2023 E O ACI 318-25

COMPARATIVE STUDY OF WALL-COLUMN DESIGN ACCORDING TO NBR 6118:2023, EUROCODE 2:2023 AND ACI 318-25

ESTUDIO COMPARATIVO DEL DIMENSIONAMIENTO DE MUROS-PILAR SEGÚN LA NBR 6118:2023, EL EUROCODE 2:2023 Y EL ACI 318-25

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

Aline Carvalho Almeida[1]; Henrique Duarte de Oliveira[2]; Renata de Oliveira Marinho[3]; Uilma Cardoso de Queiroz Ferreira[4]; Jhonata Leonardo de Souza[5]; André Fontana[6]
[1] UNIFIP, Patos-PB, alinealmeida.0953@gmail.com; [2] Faculdade Única, Ipatinga-MG, hdo.henrique.duarte@gmail.com; [3] Faculdade Única e UNIFIP, Ipatinga-MG/Patos-PB, renataoliveiramm@gmail.com; [4] Faculdade Única, Ipatinga-MG, uilmaqueiroz@hotmail.com; [5] Faculdade Única, Ipatinga-MG, jhonata.vha.cer@gmail.com; [6] Faculdade Única, Ipatinga-MG, afontanaweber@gmail.com;
Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura

RESUMO

Os pilares-parede constituem elementos de contraventamento de elevada rigidez, responsáveis por parcela expressiva da resistência das edificações às ações horizontais, mas seu dimensionamento é conduzido segundo modelos estruturais distintos nos principais códigos normativos, o que compromete a comparabilidade dos resultados. O presente estudo compara as prescrições da ABNT NBR 6118:2023, do Eurocode 2:2023 e do ACI 318-25 aplicadas a um mesmo elemento, avaliando em que medida as divergências decorrem dos coeficientes de segurança ou das hipóteses de modelagem de cada código. Adotou-se como referência a geometria e o carregamento do espécime H0.1F, ensaiado por Ni et al. (2019), o que assegura que os três dimensionamentos incidam sobre solicitações idênticas. Cada código foi aplicado integralmente, da verificação de dispensa dos efeitos de segunda ordem ao esmagamento das bielas, e as resistências do aço foram declaradas conforme as armaduras do espécime, observado o limite superior imposto pelo código norte-americano à flexão em paredes. O Eurocode 2:2023 e o ACI 318-25, que preservam a integridade da seção transversal, conduziram a áreas próximas, de 20,2 cm² e 19,6 cm², enquanto a decomposição em faixas verticais prescrita pela norma brasileira concentrou na faixa comprimida de extremidade força normal equivalente a 1,67 vez o total aplicado ao elemento, elevando a força normal adimensional local a 0,93 e demandando naquela faixa taxa de armadura de 21,0%, superior ao limite normativo. Tal comportamento não decorre de erro de aplicação, mas da formulação do método, que não admite a redistribuição interna de esforços incorporada implicitamente pelos demais códigos. No cortante, o código que descarta a contribuição do concreto resultou na maior resistência calculada. Conclui-se que a faixa de extremidade, e não o valor médio de armadura da seção, deve orientar o detalhamento do elemento.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

Palavras-chave: Pilar-parede; Efeitos localizados de segunda ordem; Método das faixas; Comparação normativa; Flexo-compressão.

INTRODUÇÃO

A ABNT NBR 6118:2023 define o pilar-parede por critério geométrico, exigindo que a menor dimensão da seção transversal seja inferior a um quinto da maior. A consequência estrutural dessa proporção não é geométrica: a deformação deixa de ser uniforme ao longo da maior dimensão, de modo que regiões localizadas podem plastificar antes que o elemento esgote sua capacidade resistente global, razão pela qual a norma dedica o item 15.9 aos efeitos localizados de segunda ordem. Araújo (2006) e Garcia, Real e Lazzari (2024) trataram, respectivamente, da flambagem local das lâminas e da sensibilidade do método das faixas à largura adotada, mas a literatura raramente confronta os três principais códigos sobre um mesmo elemento.

As divergências entre os códigos possuem natureza metodológica: a ABNT NBR 6118:2023 decompõe o elemento em faixas verticais analisadas como pilares isolados; o Eurocode 2:2023 preserva a integridade da seção e amplifica os momentos de primeira ordem pela curvatura nominal; o ACI 318-25 verifica o equilíbrio resistente da seção mediante fatores de redução calibrados experimentalmente. Como cada abordagem adota hipóteses distintas quanto à redistribuição interna de esforços, cabe indagar qual governa o dimensionamento na proximidade da capacidade última, questão investigada aqui pela aplicação integral dos três códigos a um mesmo pilar-parede.

METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como aplicada, quantitativa e comparativa, estruturada em análise das prescrições normativas e dimensionamento analítico integral segundo cada código. Adotaram-se a geometria e o carregamento do espécime H0.1F de Ni et al. (2019): parede de 100 mm × 1000 mm e 2000 mm de altura livre, razão de aspecto 2,0 e f_c = 34,9 MPa. Adotaram-se N = 349 kN, força aplicada no ensaio, e V = 219,8 kN, valor de referência de Almeida (2026) equivalente a 96,8% da carga lateral máxima do ensaio, 227,1 kN, o que situa a verificação próxima da capacidade experimental, resultando M = V·H = 439,6 kN·m na base, sem majoração das ações.

A Figura 1(a) explicita o sistema local de coordenadas: o cortante atua na direção do eixo x, no plano da parede, e o momento de primeira ordem em torno do eixo z, de maior inércia, enquanto os efeitos localizados de segunda ordem atuam em torno do eixo x, fora do plano. Na armadura longitudinal adotou-se f_{yk} = 600 MPa (HRB600 do espécime) pela NBR e pelo Eurocode e f_y = 550 MPa, limite normativo, pelo ACI 318-25; nos estribos, 400 MPa (HRB400) nos três códigos.

A verificação pela ABNT NBR 6118:2023 iniciou-se pela dispensa dos efeitos localizados, item 15.9.2, e pela distribuição elástica linear que fornece a força normal em cada faixa, Equação 1. Os efeitos de segunda ordem decorrem do pilar-padrão com rigidez κ aproximada, Equação 2, e a armadura de ábacos de flexão composta, com o cortante pelo Modelo I do item 17.4.2.2, Equação 3.

$$\lambda = 3{,}46 \cdot \ell_e / h \le 35 \;\; ; \;\; a_i = 3h \le 100\ cm \;\; ; \;\; \sigma(x) = N/A_c + M \cdot x / I_z \quad (1)$$

$$a \cdot M_{sd,tot}^{\,2} + b \cdot M_{sd,tot} + c = 0\,, \; com \;\; a = 5h\,; \;\; b = h^2 \cdot N_d - N_d \cdot \ell_e^{\,2}/320 - 5h \cdot {}_b \cdot M_{1d,A} \;; \;\; c = -N_d \cdot h^2 \cdot \alpha_b \cdot M_{1d,A} \quad (2)$$

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

$$A_s = \omega \cdot b \cdot h \cdot f_{cd}/f_{yd} \;\; ; \;\; V_{Rd} = 0{,}6 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d + (A_{sw}/s) \cdot 0{,}9 \cdot d \cdot f_{ywd} \leq V_{Rd2} = 0{,}27 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d \quad (3)$$

A verificação pelo Eurocode 2:2023 partiu da esbeltez-limite do Anexo O; superado o limite, os efeitos de segunda ordem foram obtidos pela curvatura nominal, Equação 4, e o cortante pelo modelo de treliça de ângulo variável, $1 \leq \cot\theta \leq 2{,}5$, Equação 5, no qual, excedida a resistência atribuída ao concreto, a parcela $V_{Rd,c}$ é descartada.

$$\lambda_{lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C/\sqrt{n} \;\; ; \;\; e_2 = [K_r \cdot K_\varphi \cdot \varepsilon_{yd}/(0{,}45 \cdot d)] \cdot \ell_0^2/c \;\; ; \;\; M_{Ed} = M_{0Ed} + N_{Ed} \cdot e_2 \quad (4)$$

$$A_{s,tot} = \omega_{tot} \cdot b \cdot \ell_w \cdot f_{cd}/f_{yd} \;\; ; \;\; V_{Rd,s} = (A_{sw}/s) \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta \leq V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta) \quad (5)$$

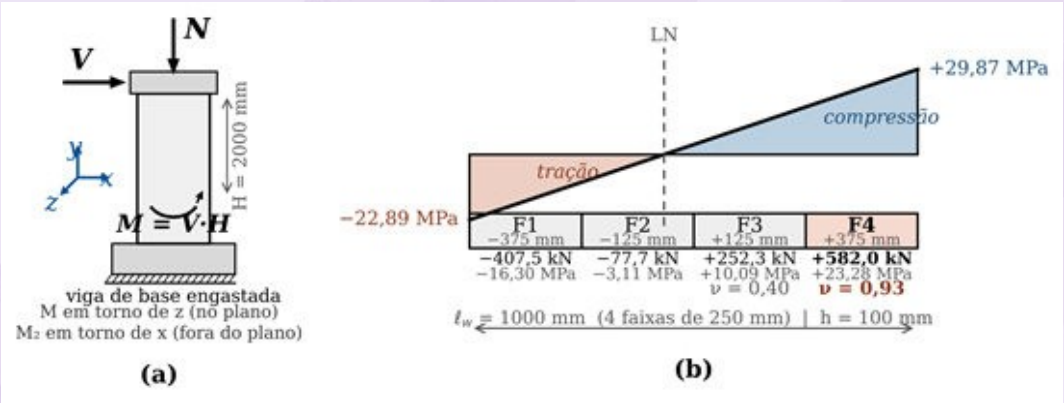
A verificação pelo ACI 318-25 partiu da linha neutra, da deformação da armadura mais tracionada e do fator de redução obtido por interpolação na zona de transição da Seção 21.2.2, Equação 6, com d_t = 964 mm. O momento nominal decorre do equilíbrio da seção, Equação 7, e a resistência ao cortante de paredes, da Seção 11.5.4, Equação 8.

$$c = [(\alpha + \omega)/(0{,}85 \cdot \beta_1 + 2\omega)] \cdot \ell_w \;\; ; \;\; \varepsilon_t = 0{,}003 \cdot (d_t - c)/c \;\; ; \;\; \phi = 0{,}65 + 0{,}25 \cdot (\varepsilon_t - \varepsilon_{ty})/0{,}003 \quad (6)$$

$$M_n = T \cdot \ell_w/2 + N_u \cdot (\ell_w - c)/2 \,, \;\; com \;\; T = A_{st} \cdot f_y \cdot (\ell_w - c)/\ell_w \;\; ; \;\; \phi \cdot M_n \geq M_u \quad (7)$$

$$V_n = (\alpha_c \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} + \rho_t \cdot f_{yt}) \cdot A_{cv} \leq V_{n,max} = 0{,}66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot A_{cv} \quad (8)$$

Figura 1 – (a) coordenadas locais e esforços solicitantes; (b) tensões na seção de base e faixas



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação b/ℓ_w = 0,10 é inferior a 1/5, o que classifica o elemento como pilar-parede pelo critério da ABNT NBR 6118:2023. A esbeltez da lâmina, Equação 1, resultou em λ = 69,2, superior ao limite de 35 do item 15.9.2: não se verifica a condição que autorizaria a dispensa dos efeitos localizados de segunda ordem. No plano da parede a esbeltez resultou em λ_x = 6,93 contra λ_1 = 40,75, de modo que ali os efeitos são desprezíveis. Pelo Eurocode 2:2023 obteve-se λ = 69,3 contra λ_{lim} = 27,8, e a curvatura nominal forneceu e_2 = 36,2 mm e M_2 = 12,6 kN·m, momento que atua em torno do eixo x.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

A distribuição elástica de tensões na base combina compressão média de 3,49 MPa com flexão de ±26,38 MPa nas bordas. A Figura 1(b) traz o diagrama, a decomposição em quatro faixas e, para cada uma, tensão, força normal e força normal adimensional local.

O somatório das forças normais recupera integralmente N = 349 kN, ao passo que o momento reconstituído atinge 412,3 kN·m contra os 439,6 kN·m aplicados, ou 94% do solicitante, perda decorrente da concentração da resultante de cada faixa no centroide.

A faixa F4 governa o dimensionamento: submetida a 582,0 kN sobre 25.000 mm², apresenta $\nu = 0{,}93$, superior ao que a seção de concreto suporta isoladamente, já que $0{,}85 \cdot f_{cd}$ corresponde a $\nu \approx 0{,}85$. A Equação 2, com a = 0,50, b = −6,695 e c = −60,99, forneceu $M_{sd,tot} = 19{,}6$ kN·m. Dimensionada como pilar isolado sob flexo-compressão em torno do eixo de menor inércia, com d = 64 mm e d′ = 36 mm, a armadura resultou em 52,6 cm², taxa de 21,0% da área da faixa, ao passo que a norma a limita a 4%: a solução não é admissível. O resultado decorre da formulação, que atribui à faixa de extremidade 1,67 vez a força normal total.

Quadro 1 – Síntese comparativa do dimensionamento segundo cada código normativo

Critério	NBR 6118:2023	Eurocode 2:2023	ACI 318-25
$A_{s,long}$ necessária	69,8 cm²	20,2 cm²	19,6 cm²
Verificação à flexão	Não atendida (F4)	Atendida	Atendida (24,13 cm²)
A_{sw} adotada	φ8 c/15 = 6,70 cm²/m	φ8 c/15 = 6,70 cm²/m	φ8 c/20 = 5,03 cm²/m
Resistência ao cortante	290,6 kN	448,9 kN	226,1 kN

Fonte:elaborado pelos autores (2026).

O Eurocode 2:2023 e o ACI 318-25 conduziram a áreas próximas, 20,2 cm² e 19,6 cm², resultado da manutenção da integridade da seção, que permite o equilíbrio global entre a resultante de compressão do concreto e a de tração das armaduras; a diferença de 3% decorre da calibração dos coeficientes, com $\phi = 0{,}90$ no ACI 318-25, próprio de seção controlada por tração. A divergência entre os dois é de calibração; entre ambos e a norma brasileira, de modelo estrutural.

A armadura de 24,13 cm² usualmente adotada atende à verificação à flexão pelo ACI 318-25, com $\phi \cdot M_n = 499{,}6$ kN·m pela Equação 7. Observa-se ainda inversão de hierarquia no cortante: confrontadas as armaduras adotadas, a norma brasileira e o código europeu convergem para 6,70 cm²/m e o norte-americano resulta 25% inferior, mas a resistência total é maior pelo Eurocode 2:2023, 448,9 kN contra 290,6 kN, porque a treliça com $\cot\theta = 2{,}22$ mobiliza braço maior e admite biela menos inclinada. O código que descarta a contribuição do concreto resulta, portanto, na maior resistência calculada, verificado o esmagamento das bielas nos três casos.

A borda identificada como crítica pelo procedimento brasileiro coincide com a região em que Ni et al. (2019) observaram esmagamento do concreto na base, o que confere respaldo experimental ao conservadorismo da norma nessa faixa. Quanto às limitações, o estudo apoia-se em uma única geometria e razão axial, o que não sustenta generalização paramétrica, e o elemento de referência é uma parede ensaiada sob carga cíclica. Os coeficientes de majoração unitários, mantidos os de minoração das resistências, impõem que a resistência de cálculo supere a capacidade experimental: sob solicitações usuais os três códigos atenderiam, e os déficits medem a distância entre modelos de cálculo, não a insegurança da peça. Não foi realizada verificação à flexão composta oblíqua.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho comparou as prescrições da ABNT NBR 6118:2023, do Eurocode 2:2023 e do ACI 318-25 no dimensionamento de um mesmo pilar-parede sob solicitações idênticas. A informação determinante não reside no valor médio de armadura da seção, mas na faixa comprimida de extremidade: com ν = 0,93, a faixa F4 demandou taxa de 21,0%, superior ao limite normativo. O procedimento do item 15.9.3 conduz a esse resultado porque não incorpora a redistribuição interna de esforços que os demais códigos admitem ao tratar a seção como elemento íntegro, hipótese que explica a dispersão entre 19,6 cm² e 69,8 cm².

Decorrem daí três recomendações. A primeira consiste em avaliar a força normal adimensional local de cada faixa antes do dimensionamento, pois valores superiores a 0,85 indicam necessidade de alterar a geometria, mediante aumento da espessura da borda ou elemento de extremidade, e não de acrescentar armadura. A segunda refere-se ao limite $a_i \leq 3h$, cuja violação subestima a concentração de tensões na borda comprimida. A terceira consiste em não tomar a menor área de armadura como indicativo de menor rigor, uma vez que o Eurocode 2:2023 exigiu a menor armadura transversal e conduziu à maior resistência ao cortante. Recomenda-se a extensão a séries paramétricas e a verificação à flexão composta oblíqua.

REFERÊNCIAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **ACI 318-25: Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary**. Farmington Hills: ACI, 2025.

ALMEIDA, A. C. **Estudo numérico-comparativo do dimensionamento de pilar-parede segundo a NBR 6118:2023, Eurocode 2 e ACI 318**. 2026. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Patos, Patos, 2026.

ARAÚJO, J. **M**. Flambagem local dos pilares-parede de concreto armado. Teoria e Prática na Engenharia Civil, n. 9, p. 29-37, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS EN 1992-1-1:2023: Eurocode 2 – Design of concrete structures – Part 1-1**. London: BSI, 2023.

GARCIA, G. **O.; REAL, M**. V.; LAZZARI, P. M. Fatores de influência no dimensionamento de pilares-parede: análise do método das faixas da NBR 6118:2023. Porto Alegre: UFRGS, 2024.

NI, X. et al. High-strength bar reinforced concrete walls: cyclic loading test and strength prediction. **Engineering Structures**, v. 198, p. 109508, 2019. DOI: 10.1016/j.engstruct.2019.109508.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

FTOOL E SAP2000 COMO RECURSOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE ANÁLISE ESTRUTURAL: ANÁLISE DE APLICAÇÕES E MODELAGEM COMPUTACIONAL.

FTOOL AND SAP2000 AS DIDACTIC RESOURCES IN TEACHING STRUCTURAL ANALYSIS: ANALYSIS OF APPLICATIONS AND COMPUTATIONAL MODELING.

FTOOL Y SAP2000 COMO RECURSOS DIDÁCTICOS EN LA ENSEÑANZA DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL: ANÁLISIS DE APLICACIONES Y MODELADO COMPUTACIONAL.

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

[Conceição Jane Guedes de Lira][1]; [Renata de Oliveira Marinho][2]; [Danieli Luciani Rossi][3] ; [Rodrigo da Silva Romero][4]; [Talles Freitas Rodrigues][5]

[1] [Universidade de Brasília - UnB, Campus Universitário Darcy Ribeiro - Prédio FE 03 - Sala BT 06 / 14 - Asa Norte - Brasília-DF, guedeslira1511103@gmail.com]; [2] [Faculdade Única, Ipatinga -MG, renataoliveiramm@gmail.com]; [3] [Faculdade Única, Ipatinga -MG, dani_rossi602@hotmail.com]; 4 [Faculdade Única, Ipatinga -MG, rod.romero@hotmail.com]; 5 [Faculdade Única, Ipatinga -MG, talles93160767@gmail.com

Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura

RESUMO

O emprego de softwares de análise estrutural constitui um importante recurso para aproximar os conhecimentos teóricos da prática no ensino de Engenharia Civil. Este trabalho tem como objetivo analisar as possibilidades de utilização do FTOOL e do SAP2000 no ensino de análise estrutural, articulando a análise das funcionalidades e aplicações educacionais das ferramentas à modelagem computacional de uma estrutura mista no SAP2000. A metodologia compreendeu levantamento bibliográfico, análise das características e possibilidades de aplicação dos dois softwares e modelagem computacional de um barracão de estrutura mista de madeira e aço no SAP2000. A partir do modelo desenvolvido, foram analisados esforços internos, reações de apoio, deslocamentos e deformações, além das possibilidades de visualização dos resultados. A análise das ferramentas evidenciou que o FTOOL apresenta recursos voltados à representação e compreensão de estruturas planas, enquanto o SAP2000 possibilita a construção e análise de modelos estruturais com maior nível de detalhamento. Os resultados indicam possibilidades complementares de utilização das ferramentas no ensino de análise estrutural, desde a abordagem dos fundamentos e da representação gráfica até a modelagem computacional de sistemas estruturais mais detalhados.

Palavras-chave: Análise Estrutural; SAP2000; FTOOL; Engenharia Civil; softwares.

INTRODUÇÃO

O emprego de ferramentas computacionais no ensino de estruturas pode contribuir para aproximar conceitos teóricos de situações práticas e favorecer a visualização do comportamento estrutural e o processo de aprendizagem dos estudantes de Engenharia Civil (Branchier et al., 2020).

Entre os recursos computacionais empregados no ensino de análise estrutural destaca-se o FTOOL, desenvolvido com enfoque didático para a representação e análise de estruturas reticuladas bidimensionais como vigas, treliças e pórticos planos, permitindo a visualização gráfica de diferentes parâmetros do comportamento estrutural e o SAP2000, que permite modelagem bidimensional e tridimensional, possui diferentes tipos de elementos e permite definir materiais, seções, vínculos,

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

carregamentos e combinações. Vázquez et al. (2024) apresentam a utilização do SAP2000 como recurso aplicado ao ensino de estruturas, evidenciando a utilização de ferramentas computacionais na abordagem de sistemas estruturais.

Apesar da disponibilidade dessas ferramentas, permanece o desafio de estabelecer uma relação adequada entre modelos simplificados, utilizados para a compreensão dos fundamentos da análise estrutural, e modelos computacionais com maior nível de detalhamento. O presente trabalho tem como objetivo analisar as possibilidades de utilização do FTOOL e do SAP2000 no ensino de análise estrutural, considerando as características, funcionalidades e limitações das ferramentas, bem como a aplicação de modelagem computacional de uma estrutura mista no SAP2000.

METODOLOGIA

A pesquisa possui caráter aplicado, exploratório e comparativo, tendo como foco a utilização de ferramentas computacionais como recursos de apoio ao ensino de análise estrutural em Engenharia Civil.Inicialmente, foram realizado levantamento bibliográfico sobre o uso de ferramentas computacionais no ensino de análise estrutural, com ênfase nas características e aplicações educacionais do FTOOL e do SAP2000. A partir da literatura consultada, foram identificadas as principais possibilidades de utilização das ferramentas, considerando os tipos de estruturas que podem ser representadas, os recursos de modelagem e as formas de visualização dos resultados.

Ressalta-se que, neste estudo, não foi realizada uma modelagem prática do galpão no FTOOL, sendo sua análise baseada na literatura e nas características e funcionalidades identificadas no software.

Para a aplicação prática, foi utilizado o software SAP2000, no qual foi desenvolvido um modelo tridimensional de um galpão de estrutura mista de madeira e aço. Na quarta etapa, os recursos e possibilidades de utilização do FTOOL e do SAP2000 foram comparados considerando sua aplicação ao ensino de análise estrutural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão bibliográfica realizada permitiu identificar diferentes possibilidades de utilização de ferramentas computacionais no ensino e na análise estrutural, com ênfase no FTOOL e no SAP2000. O FTOOL é uma ferramenta computacional desenvolvida com enfoque educacional para a representação e análise de estruturas bidimensionais como vigas, treliças e pórticos planos. Sua utilização permite visualizar graficamente esforços internos, reações, deslocamentos e deformações, ontribuindo para a compreensão do comportamento estrutural. Entretanto, sua aplicação é restrita a sistemas reticulados bidimensionais, não contemplando, por exemplo, estruturas cuja representação exija elementos de superfície ou volume, como chapas, vigas-parede e barragens. Martha e Rangel (2022) destacam a utilização do FTOOL como recurso educacional para o ensino de análise estrutural, enquanto Farias e Bleicher (2024) e Passinho e Silva (2025) apresentam experiências de aplicação do software em atividades acadêmicas.

A exploração do FTOOL realizada neste trabalho ocorreu por meio da análise bibliográfica e da identificação de suas principais funcionalidades. Dessa forma, não foi realizada uma modelagem prática no FTOOL equivalente à desenvolvida no SAP2000. Sua análise permitiu, contudo, identificar características relacionadas à representação gráfica de estruturas reticuladas bidimensionais, à definição de geometria, condições de apoio, propriedades dos elementos e carregamentos.

O SAP2000 é um software de análise utilizado para a modelagem e análise do comportamento de estruturas bidimensional e tridimensional submetidas a diferentes condições de carregamento.Vázquez-Greciano et al. (2024), incorporaram exercícios com SAP2000 a uma

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

disciplina de análise estrutural, associando a modelagem computacional a atividades formativas e avaliação automatizada. Esses estudos evidenciam diferentes possibilidades de utilização das ferramentas em contextos educacionais, sem que se atribua ao presente trabalho uma avaliação direta da aprendizagem dos estudantes.

Em relação ao SAP2000, Foi realizada a modelagem tridimensional de um galpão de estrutura mista, com 36 m de comprimento, 18 m de largura e 9 m de altura, cobertura inclinada em 10°, pilares de aço W 360 × 72 e vigas de madeira Ipê com seção de 7 × 14 cm. As combinações adotadas foram: C1 = peso próprio + sobrecarga + vento a 0°; C2 = peso próprio + sobrecarga + vento a 90°; C3 = peso próprio + vento a 0° + sobrecarga; C4 = peso próprio + vento a 90° + sobrecarga; C5 = peso próprio + sobrecarga; C6 = peso próprio + vento a 0°; e C7 = peso próprio + vento a 90°. Foram considerados peso próprio, sobrecarga de 1 kN/m² e ações de vento de 2 kN/m nas direções de 0° e 90°, com pilares engastados na base.

O peso próprio foi considerado na modelagem, enquanto a sobrecarga adotada foi de 1 kN/m² e as ações de vento foram aplicadas nas direções de 0° e 90°, com intensidade de 2 kN/m. As combinações foram processadas no SAP2000 para avaliar a resposta estrutural nas diferentes situações de carregamento. Para a verificação dos deslocamentos dos elementos estruturais, adotou-se como critério de aceitabilidade o limite de (L/300), conforme estabelecido pela ABNT NBR 7190:2022. Considerando o vão de 9,00 m da estrutura analisada, o deslocamento máximo resultando em (900/300=3) cm.

A análise resultou em deslocamentos máximos de 2,59 cm na direção Y e 1,71 cm na direção X, ambos inferiores ao limite de 3,00 cm adotado. Entre os esforços obtidos, destacam-se o esforço normal de 160,286 kN no pilar P13 e o momento fletor de 98,189 kN·m na viga V5. A modelagem permitiu visualizar a resposta estrutural do galpão e explorar, de forma prática, os procedimentos de definição, processamento e interpretação dos resultados no SAP2000.

A diferença entre as ferramentas não se limita, portanto, à quantidade de recursos disponíveis, mas também está relacionada à formulação e à possibilidade de representação dos sistemas estruturais. O FTOOL é baseado em uma abordagem matricial de rigidez direcionada à análise de estruturas reticuladas bidimensionais. O SAP2000, por sua vez, utiliza o método dos elementos finitos e disponibiliza diferentes tipos de elementos para a representação de sistemas estruturais, permitindo a construção de modelos bidimensionais e tridimensionais com diferentes níveis de aproximação.

Essa diferença é particularmente relevante no modelo analisado. O galpão possui pórticos sucessivos e uma configuração espacial tridimensional, cuja representação integral ultrapassa as possibilidades de modelagem do FTOOL. Embora partes individualizadas do galpão possam ser idealizadas como estruturas planas e analisadas em uma ferramenta bidimensional, a análise do sistema espacial completo requer recursos de modelagem tridimensional, como os disponíveis no SAP2000.

Dessa forma, não foi realizada uma comparação numérica direta entre os resultados dos dois softwares, uma vez que a aplicação prática desenvolvida neste estudo ocorreu somente no SAP2000. A comparação apresentada concentra-se nas características, limitações e possibilidades de aplicação das ferramentas. Os resultados indicam, portanto, possibilidades complementares de utilização das ferramentas no ensino de análise estrutural. O FTOOL pode ser utilizado na abordagem dos conceitos fundamentais e na visualização do comportamento de estruturas reticuladas bidimensionais, enquanto o SAP2000 permite explorar situações de maior complexidade geométrica e diferentes configurações de modelagem. Essa diferenciação possibilita relacionar modelos estruturais simplificados a

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

aplicações computacionais mais detalhadas, respeitando as características e limitações de cada ferramenta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar comparativamente o uso dos softwares FTOOL e SAP2000 como ferramentas de apoio ao ensino de análise estrutural em Engenharia Civil, considerando suas características, funcionalidades, possibilidades de visualização e interpretação do comportamento estrutural.

A análise do FTOOL, realizada a partir do levantamento bibliográfico e da exploração de suas funcionalidades, evidenciou seu direcionamento à representação e análise de estruturas reticuladas bidimensionais, possibilitando a visualização de reações de apoio, esforços internos, deslocamentos e deformações. A aplicação prática realizada no SAP2000 consistiu na modelagem de um barracão de estrutura mista de madeira e aço, considerando sua geometria, materiais, seções, vínculos e carregamentos. A análise possibilitou a obtenção de esforços internos, reações de apoio, deslocamentos e deformações. Entre os resultados obtidos, destacam-se os deslocamentos máximos de 2,59 cm na direção Y e 1,71 cm na direção X, inferiores ao limite de 3,00 cm adotado para a verificação.

A análise também evidenciou que a configuração tridimensional do barracão, composta por pórticos sucessivos, ultrapassa o escopo de representação do FTOOL, que é direcionado a estruturas reticuladas bidimensionais. Dessa forma, enquanto o FTOOL pode ser utilizado para a representação e compreensão de modelos estruturais planos, o SAP2000 permite analisar a estrutura espacial como um conjunto, além de possibilitar diferentes níveis de detalhamento na modelagem.

Dessa forma, o FTOOL pode ser empregado na abordagem inicial dos conceitos e do comportamento de estruturas reticuladas bidimensionais, enquanto o SAP2000 possibilita avançar para a modelagem e análise de sistemas estruturais com maior complexidade geométrica e espacial. A associação dessas características permite organizar o uso das ferramentas de forma progressiva, partindo dos fundamentos da análise estrutural e avançando para a modelagem computacional de estruturas mais detalhadas.

REFERÊNCIAS

BRANCHIER, H. S.; GAUER, E. A.; HANSEN, B. Contribuições dos softwares na aprendizagem de análise e cálculo de elementos estruturais. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 39, p. 472–479, 2020. DOI: 10.37702/REE2236-0158.v39p472-479.2020.

FARIAS, A. S.; BLEICHER, S. Aplicação do software Ftool: estudo de caso na disciplina de estabilidade do curso técnico pós-médio de edificações. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 3, e5976, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17.n.3-290.

FONSECA, Ronald Assis; RAFAEL, Clélio Rodrigo Paiva; VICTOR, Emerson Francisco; SANTOS, Núbia Cristina Geraldo dos; OLIVEIRA, Amanda Xavier de; SILVA, Cleiciane Ferreira da. O uso do Mentimeter como metodologia ativa virtual no curso de Gestão Ambiental da Faculdade Única de Ipatinga. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 1–7, 2021. DOI: 10.51189/rema/1939.

MARTHA, L. F.; RANGEL, R. L. FTOOL: Three decades of success as an educational program for structural analysis. In: XLIII Ibero-Latin American Congress on Computational Methods in Engineering – CILAMCE, 2022.

PASSINHO, J.; SILVA, K. G. S. O uso do FTOOL no ensino de mecânica vetorial para engenharia: uma experiência no curso de Engenharia Civil no Campus da UEMA/São Luís. **Revista Práticas em Extensão**, v. 9, n. 2, 2025. DOI: 10.18817/rpe.v9i2.4112.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

RAFAEL, Clélio Rodrigo Paiva; TESSAROLE, Cristina de Lacerda; FONSECA, Ronald Assis. A importância das tecnologias da informação e comunicação (TIC's) no processo de ensino e aprendizagem do ensino fundamental: uma revisão. **Anais do EVIDOSOL/CILTec-Online**, v. 11, n. 1, 2023. Disponível em: https://ciltec.textolivre.pro.br/index.php/CILTecOnline/article/view/1131. Acesso em: 1 out. 2026.

VÁZQUEZ-GRECIANO, A.; HERNANDO, J. I.; DE SANTOS-BERBEL, C.; DE OÑA, A.; AZNAR, A. Improving education in structural analysis: integration of SAP-2000 exercises and automated classroom assessment. In: 17th Annual International Conference of Education, Research and Innovation – ICERI2024. Seville, Spain, 2024. p. 957–962. DOI: 10.21125/iceri.2024.0328.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

MANUAL TÉCNICO PARA IMPLANTAÇÃO E ADEQUAÇÃO DE CONSULTÓRIOS ODONTOLÓGICOS: DIRETRIZES DE ENGENHARIA, ACESSIBILIDADE E RESPONSABILIDADE TÉCNICA

TECHNICAL MANUAL FOR THE SETUP AND COMPLIANCE OF DENTAL OFFICES: ENGINEERING, ACCESSIBILITY, AND TECHNICAL RESPONSIBILITY GUIDELINES

MANUAL TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y ADECUACIÓN DE CONSULTORIOS ODONTOLÓGICOS: DIRECTRICES DE INGENIERÍA, ACCESIBILIDAD Y RESPONSABILIDAD TÉCNICA

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

Carlos Henrique Resende de matos[1]; Jacó Moreira de Aguiar[2]; Rodrigo Souza Lacerda de Freitas[3]; Sidioney Onézio Silveira[4]

[1] Faculdade Única, Ipatinga-MG, carloshenriquematos@hotmail.com; [2] Faculdade Única, Ipatinga-MG, contatojaco@gmail.com; [3] Faculdade Única, Ipatinga-MG, rodrigohdigoh@hotmail.com; [4] Faculdade Única, Ipatinga-MG, sidioneysilveira@gmail.com

Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura

RESUMO

O artigo propõe o desenvolvimento de um manual técnico orientador focado na implantação e adequação de consultórios odontológicos de pequeno porte sob a ótica da Engenharia Civil. A justificativa baseia-se na atual fragmentação e dispersão regulatória na literatura técnica, distribuída entre resoluções da ANVISA, normas da ABNT, Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e legislações municipais, o que costuma gerar retrabalhos e custos adicionais nos projetos. A metodologia adotada consistiu em uma pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva, fundamentada em revisão bibliográfica e análise documental. Complementarmente, foram feitas observações de campo em 22 consultórios situados em Mauá (SP) e Contagem (MG) para confrontar a situação prática das clínicas com os critérios normativos. Os resultados demonstram que a implantação desses espaços exige uma abordagem que una engenharia, arquitetura e ciências da saúde. O manual técnico foi estruturado em sete eixos fundamentais: planejamento e zoneamento (viabilidade legal do imóvel), dimensionamento (fluxos físicos), acessibilidade (baseada na NBR 9050, com ênfase em portas, circulação e sanitários), infraestrutura (instalações elétricas e hidrossanitárias), ergonomia (posicionamento de mobiliários), biossegurança (gerenciamento de resíduos) e responsabilidade técnica (emissão de ART ou RRT, conforme a natureza da reforma). A ferramenta se mostra aplicável tanto a novos estabelecimentos quanto a unidades existentes, permitindo o diagnóstico por meio de checklists e matrizes de não conformidades. Conclui-se que a conformidade técnico-legal de pequenos consultórios reduz desperdícios financeiros, previne riscos ocupacionais (como DORT) e garante o acesso universal nos serviços de saúde bucal. Como limitações, o estudo restringe-se a ambientes de menor escala, sugerindo-se, para trabalhos futuros, a expansão das diretrizes para clínicas especializadas e a criação de uma plataforma digital interativa.

Palavras-chave: Consultórios odontológicos; Engenharia civil; Acessibilidade; Vigilância sanitária; Manual técnico.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

INTRODUÇÃO

A organização física de estabelecimentos assistenciais de saúde constitui elemento essencial para assegurar a segurança sanitária, a eficiência operacional e a conformidade legal dos serviços prestados. No âmbito da odontologia, a implantação de um consultório demanda um planejamento técnico que transcende a mera disposição espacial de equipamentos, envolvendo aspectos estruturais, funcionais, ergonômicos, elétricos, hidrossanitários e de acessibilidade. O objeto deste trabalho centraliza-se no desenvolvimento de um manual técnico orientador voltado especificamente para a implantação e adequação de consultórios odontológicos de pequeno porte sob a perspectiva da Engenharia Civil. Sua delimitação restringe-se a esses estabelecimentos de menor escala, sistematizando as diretrizes físicas e normativas que orientam sua concepção.

O estágio atual do desenvolvimento deste assunto revela uma considerável fragmentação na literatura técnica e regulatória. As exigências legais encontram-se dispersas entre resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e legislações urbanísticas municipais. Pesquisas correlatas na literatura, como as de Ulrich et al. (2008) e Malkin (2008), enfatizam o impacto do design de ambientes de saúde nos resultados clínicos e no bem-estar, enquanto Pereira e Pereira (2015) fornecem parâmetros de organização espacial básica para clínicas. No entanto, a literatura carece de um instrumento unificado que conecte esses critérios à prática e às atribuições de responsabilidade técnica da engenharia. Diante disso, o problema da pesquisa delimita-se na seguinte questão: como estruturar um manual técnico orientador que auxilie cirurgiões-dentistas na implantação segura e regular de consultórios odontológicos, integrando requisitos normativos, estruturais, urbanísticos e de acessibilidade?

O objetivo geral deste estudo é desenvolver um manual técnico orientador para a implantação de consultórios odontológicos de pequeno porte, integrando diretrizes normativas, estruturais, ergonômicas, urbanísticas e de acessibilidade, com ênfase na responsabilidade técnica. Os objetivos específicos compreendem a sistematização dos requisitos normativos, a análise das exigências físico-funcionais da RDC nº 50/2002, a avaliação dos critérios da NBR 9050:2020 e a elaboração de um checklist prático para engenheiros e cirurgiões-dentistas.

A justificativa do estudo fundamenta-se na dificuldade que profissionais da saúde e da construção civil encontram para interpretar o arcabouço normativo integrado, o que frequentemente acarreta projetos inadequados, retrabalhos e custos adicionais desnecessários. Adicionalmente, a odontologia apresenta elevados índices de Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT), reforçando a necessidade de intervenções ergonômicas fundamentadas no layout físico. O trabalho divide-se estruturalmente em introdução, fundamentação teórica normativa e de eixos conceituais (ergonomia, acessibilidade, biossegurança, sustentabilidade e inovação), desenvolvimento do manual técnico segmentado por eixos, metodologia, resultados e considerações finais. A pesquisa possibilita uma relevante contribuição social ao promover a acessibilidade universal e mitigar os riscos ocupacionais e ambientais em ambientes de saúde de pequeno porte.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva, baseada em revisão bibliográfica e análise documental de normas técnicas, sanitárias e trabalhistas aplicáveis a consultórios odontológicos. Foram analisadas referências relacionadas ao planejamento físico-funcional, à acessibilidade, à infraestrutura predial, à ergonomia, à biossegurança, ao gerenciamento de resíduos e à responsabilidade técnica.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

Os requisitos identificados foram organizados por convergência temática em uma matriz de integração normativa, complementada por observações da acessibilidade de consultórios odontológicos localizados em Mauá (SP) e Contagem (MG). Foram avaliados 22 consultórios, sendo 16 em Mauá/SP e 6 em Contagem/MG.

As observações consideraram os seguintes elementos: acesso ao consultório, banheiro acessível, portas, espaço de aproximação e circulação junto à cadeira odontológica e condições dos sanitários. Os dados foram analisados qualitativamente, mediante comparação entre as condições observadas e os requisitos estabelecidos nas normas e legislações identificadas na análise documental.

A análise concentrou-se na RDC nº 50/2002, RDC nº 15/2012, RDC nº 63/2011 e RDC nº 222/2018, nas normas ABNT NBR 5410, NBR 5626, NBR 6492:2021, NBR 9050 e NBR 9077, além das Normas Regulamentadoras relacionadas à segurança e à saúde no trabalho e da legislação municipal pertinente.

Posteriormente, os requisitos foram agrupados em eixos temáticos e relacionados à sua aplicação prática. Essa sistematização deu origem à matriz de integração normativa e aos componentes do manual técnico. Para os estabelecimentos existentes, foram considerados instrumentos de diagnóstico, como matriz de não conformidades, checklist técnico e plano de intervenção. O estudo não compreendeu a aplicação experimental do manual nem a mensuração de seus efeitos sobre custos, riscos ou conformidade dos estabelecimentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise evidenciou que a implantação e a adequação de consultórios odontológicos exigem a integração de requisitos sanitários, funcionais, construtivos, ergonômicos, de acessibilidade e de responsabilidade técnica. Como resultado central, foi estruturado um manual técnico organizado em eixos de planejamento, dimensionamento, adequação e regularização, procurando reunir exigências que se encontram distribuídas em diferentes normas e legislações.

No eixo de planejamento inicial e zoneamento, o estudo destaca a necessidade de verificar a compatibilidade da atividade odontológica com a legislação municipal antes do desenvolvimento do projeto. Essa etapa permite considerar antecipadamente parâmetros de uso do solo, ocupação e demais exigências locais, contribuindo para a organização do processo de implantação e regularização.

Quanto ao dimensionamento e à organização físico-funcional, o manual sistematiza ambientes e fluxos necessários ao funcionamento do consultório, considerando sala clínica, recepção ou espera, sanitário acessível, área de esterilização ou processamento de materiais e espaços de apoio. A organização deve favorecer a circulação de pacientes e profissionais e a separação adequada entre materiais limpos e contaminados.

A acessibilidade constitui um dos resultados de maior relevância. As observações realizadas em 22 consultórios odontológicos, sendo 16 em Mauá/SP e 6 em Contagem/MG, contemplaram o acesso aos estabelecimentos, os sanitários, incluindo os banheiros acessíveis, as portas, os espaços de aproximação junto à cadeira odontológica e os sanitários. A análise permitiu relacionar as condições observadas aos requisitos de acessibilidade previstos na ABNT NBR 9050, reforçando a importância da verificação integrada dos ambientes de atendimento e de apoio.

Lima Júnior et al. (2025), ao analisarem 889 Centros de Especialidades Odontológicas brasileiros, observaram melhora dos indicadores de acessibilidade entre 2014 e 2018, embora os banheiros adaptados tenham permanecido como o item de menor adequação ao final do segundo ciclo. Esse resultado reforça a necessidade de incluir os sanitários e os espaços de circulação entre os principais elementos de avaliação em projetos e adequações de consultórios odontológicos.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

No eixo de infraestrutura predial, verificou-se a necessidade de compatibilizar as demandas dos equipamentos odontológicos com as instalações do imóvel. As instalações elétricas devem contemplar proteção, aterramento e circuitos compatíveis com os equipamentos, enquanto as instalações hidrossanitárias devem atender às necessidades de abastecimento, esgotamento e condições sanitárias. A análise também evidencia que intervenções de adequação podem repercutir em outros sistemas do edifício, reforçando a necessidade de compatibilização entre projetos.

A ergonomia foi incorporada ao manual como requisito de planejamento do espaço de trabalho. O posicionamento da cadeira odontológica, do equipo, das bancadas, dos instrumentos e dos equipamentos deve favorecer a execução das atividades e reduzir movimentos desnecessários. Danylak et al. (2024), em revisão sistemática sobre intervenções ergonômicas e programas de prevenção na força de trabalho odontológica, identificaram a postura estática prolongada como importante fator relacionado ao risco musculoesquelético, sustentando a inclusão da ergonomia entre os eixos do manual.

Na biossegurança, os resultados apontam a importância da organização dos fluxos, do processamento dos instrumentais, da utilização adequada de equipamentos de proteção e do gerenciamento dos resíduos. A RDC nº 222/2018 e a NR 32 foram utilizadas como referências para a organização desses requisitos.

A responsabilidade técnica aparece como eixo transversal. O estudo ressalta que determinadas reformas, intervenções estruturais e alterações de instalações demandam atuação de profissional habilitado e formalização da responsabilidade correspondente. A responsabilidade deverá ser formalizada conforme a atividade e a habilitação profissional, por ART no Sistema Confea/Crea para atividades abrangidas por esse sistema ou por RRT no CAU quando se tratar de atividade de Arquitetura e Urbanismo. Assim, a formalização deve ser analisada de acordo com o escopo da intervenção, não sendo possível afirmar genericamente a obrigatoriedade de ART para toda alteração de layout.

Para sintetizar os principais resultados, o **Quadro 1** apresenta os eixos que estruturam o manual e sua finalidade.

Quadro 1 – Síntese dos eixos técnicos do manual

Eixo	***Principais requisitos***	***Finalidade***
Planejamento e zoneamento	Uso do imóvel, zoneamento e regularização	Verificar viabilidade legal
Dimensionamento	Ambientes, áreas e fluxos	Assegurar funcionalidade
Acessibilidade	Rotas, portas, circulação e sanitário	Orientar o atendimento aos requisitos de acessibilidade
Infraestrutura	Instalações elétricas e hidrossanitárias	Orientar a segurança e o funcionamento
Ergonomia	Postos de trabalho e fluxos	Orientar a organização do ambiente
Biossegurança	Fluxos e resíduos	Redução de riscos
Responsabilidade técnica	Projetos, reformas e ART/RRT	Orientar a formalização da responsabilidade profissional

Fonte: Elaborado pelos autores (2026), com base na Matriz de Integração Normativa.

O **Quadro 1** evidencia que a contribuição do trabalho não está na criação de novas normas, mas na integração e organização de requisitos existentes em uma sequência orientadora. A matriz permite relacionar diferentes dimensões do projeto, como acessibilidade, infraestrutura, ergonomia e

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

responsabilidade técnica, favorecendo uma análise conjunta das necessidades de implantação e adequação.

Outro resultado relevante é a possibilidade de utilização do manual tanto em novos empreendimentos quanto em consultórios já existentes. Para novos estabelecimentos, a ferramenta pode apoiar o planejamento desde a análise do imóvel. Para unidades existentes, o diagnóstico por meio de checklist e matriz de não conformidades pode auxiliar na organização das irregularidades e na definição de prioridades de intervenção. Essas possibilidades representam contribuições potenciais do instrumento, cuja efetividade ainda deverá ser verificada em aplicações futuras.

A interdisciplinaridade constitui um dos principais diferenciais do estudo. A Odontologia contribui com o conhecimento sobre procedimentos clínicos, equipamentos, fluxos e necessidades dos usuários, enquanto a Engenharia Civil contribui para a análise do espaço construído, instalações, acessibilidade, segurança e compatibilização técnica. Essa aproximação amplia a compreensão do consultório como ambiente de saúde e não apenas como espaço físico destinado à instalação de equipamentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo cumpriu satisfatoriamente o seu objetivo geral ao propor e detalhar um manual técnico sistemático direcionado à implantação e adequação de consultórios odontológicos de pequeno porte. Os principais achados evidenciam que a conformidade técnico-legal desse tipo de estabelecimento depende fundamentalmente da integração multidisciplinar imediata entre a Engenharia Civil, a Arquitetura e as Ciências da Saúde. O manual desenvolvido constitui um instrumento metodológico de grande valor prático para mitigar custos de retrabalho, prevenir riscos ambientais e ocupacionais e salvaguardar a acessibilidade universal nos serviços de saúde bucal.

Como limitações da pesquisa, aponta-se o foco restrito a consultórios e clínicas odontológicas de pequeno porte, não cobrindo as complexidades de clínicas radiológicas de grande porte ou complexos ambulatoriais maiores. Para a continuidade deste trabalho, sugere-se a expansão das diretrizes para abranger clínicas médicas especializadas e o desenvolvimento de um aplicativo digital ou plataforma interativa baseada no checklist elaborado, otimizando o processo de fiscalização e autodiagnóstico para os profissionais do setor.

REFERÊNCIAS

ALVES, Antonio Marcos Pereira et al. Plano de prevenção e combate a incêndio em estabelecimento comercial de pequeno porte. **Revista de Geopolítica**, v. 16, n. 4, e777, 2025. DOI: 10.56238/revgeov16n4-087.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492: Documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**. Resolução RDC nº 222, de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Brasília: ANVISA, 2018.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**. Resolução RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002. Regulamento técnico para planejamento físico de estabelecimentos assistenciais de saúde. Brasília: ANVISA, 2002.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC nº 15, de 15 de março de 2012. Dispõe sobre requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde e dá outras providências. Brasília, DF: ANVISA, 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0015_15_03_2012.html. Acesso em: 1 out. 2026.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC nº 63, de 25 de novembro de 2011. Dispõe sobre os Requisitos de Boas Práticas de Funcionamento para os Serviços de Saúde. Brasília, DF: ANVISA, 2011. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/rdc0063_25_11_2011.html. Acesso em: 1 out. 2026.

BRASIL. **Ministério do Trabalho e Previdência**. Norma Regulamentadora NR 17: Ergonomia. Brasília: MTP, 2024.

BRASIL. **Ministério do Trabalho e Previdência**. Norma Regulamentadora NR 32: Segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde. Brasília: MTP, 2024.

CURY, Jorge Luis et al. Riscos ocupacionais e impactos à saúde do trabalhador em unidades de saúde. **ARACÊ**, v. 7, n. 10, e8770, 2025. DOI: 10.56238/arev7n10-080.

DANYLAK, Stefan; WALSH, Laurence J.; ZAFAR, Sobia. Measuring ergonomic interventions and prevention programs for reducing musculoskeletal injury risk in the dental workforce: a systematic review. **Journal of Dental Education**, v. 88, n. 2, p. 128–141, 2024. DOI: 10.1002/jdd.13403.

LIMA JÚNIOR, Djalma Antonio de et al. Accessibility for people with motor disabilities at CEOs in Brazil: an ecological study. **Brazilian Oral Research**, v. 39, e080, 2025. DOI: 10.1590/1807-3107bor-2025.vol39.080.

MALKIN, J. **A Visual Reference for Evidence-Based Design**. New York: John Wiley & Sons, 2008.

PEREIRA, A. **C.; PEREIRA, J**. C. Planejamento físico de clínicas odontológicas. São Paulo: Editora Santos, 2015.

PEREIRA, Márcia Meryllis Alves et al. Riscos ocupacionais e seus impactos na equipe de um hospital municipal. **ARACÊ**, v. 7, n. 9, e9008, 2025. DOI: 10.56238/arev7n9-298.

RAFAEL, Clélio Rodrigo Paiva; RAFAEL, Candyce Mabelle Paiva; SANTOS, Eric Malveira dos; MARRA, Verônica Senna. Integração multidisciplinar na Atenção Primária à Saúde: desafios e perspectivas dos agentes de saúde no programa saúde com agente. **RENOTE**, v. 22, n. 2, p. 553–560, 2024. DOI: 10.22456/1679-1916.142612.

ULRICH, R. S. et al. A review of the research literature on evidence-based healthcare design. **Health Environments Research & Design Journal**, v. 1, n. 3, p. 61-125, 2008.

VALACHI, B.; VALACHI, K. Mechanisms leading to musculoskeletal disorders in dentistry. **Journal of the American Dental Association**, v. 134, n. 10, p. 1344-1350, 2003.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

MODELAGEM HIDROLÓGICA COMPUTACIONAL E GEOPROCESSAMENTO APLICADOS A CENÁRIOS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL: EXPERIÊNCIA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO A DISTÂNCIA DE ENGENHARIA CIVIL

COMPUTATIONAL HYDROLOGICAL MODELING AND GEOPROCESSING APPLIED TO SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SCENARIOS: AN UNDERGRADUATE RESEARCH EXPERIENCE IN DISTANCE LEARNING CIVIL ENGINEERING

MODELACIÓN HIDROLÓGICA COMPUTACIONAL Y GEOPROCESAMIENTO APLICADOS A ESCENARIOS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE: EXPERIENCIA DE INICIACIÓN CIENTÍFICA EN LA ENSEÑANZA A DISTANCIA DE INGENIERÍA CIVIL

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

Thalya Rebouças de Oliveira[1]; Henrique Duarte de Oliveira[2]; Renata de Oliveira Marinho[3]; Alisson Selinger Machinski[4]; Casimiro Waete Agostinho[5]; Uilma Cardoso de Queiroz Ferreira[6]
[1] Faculdade Única, Ipatinga-MG, thalyareboucas@hotmail.com; [2] Faculdade Única, Ipatinga-MG, hdo.henrique.duarte@gmail.com; [3] Faculdade Única, Ipatinga-MG, renataoliveiramm@gmail.com; [4] Faculdade Única, Ipatinga-MG, alisssonselinger@gmail.com; [5] Faculdade Única, Ipatinga-MG, casimirowaete@gmail.com; [6] Faculdade Única, Ipatinga-MG, uilmaqueiroz@hotmail.com.
Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura

RESUMO

A expansão urbana e a impermeabilização do solo intensificam os problemas associados ao escoamento superficial e exigem instrumentos de análise capazes de subsidiar decisões de projeto em drenagem urbana. A incorporação de ferramentas computacionais e de geoprocessamento ao ensino de Engenharia Civil amplia as possibilidades de análise desses fenômenos e favorece a formação prática de estudantes na modalidade Educação a Distância (EAD). O trabalho tem como objetivo desenvolver uma abordagem de modelagem hidrológica computacional para a avaliação de cenários de drenagem urbana sustentável, articulando geoprocessamento, caracterização espacial e modelagem computacional em uma proposta aplicada à iniciação científica. Os procedimentos metodológicos foram organizados a partir de encontros de capacitação no uso do Sistema de Informação Geográfica QGIS, conduzidos com 6 integrantes e estruturados em oito blocos de operação: instalação e configuração de complementos, uso de mapas-base, localização de áreas de interesse, definição do sistema de referência de coordenadas, criação e edição de camadas vetoriais, elaboração de mapas e layouts cartográficos, acesso a bases de dados externas e delimitação de bacias hidrográficas e cursos d’água. Na sequência, cada integrante seleciona uma cidade ou localidade de referência, sobre a qual são realizadas a caracterização espacial, a identificação da área de contribuição e dos elementos de drenagem pertinentes e a aplicação de ferramentas de modelagem, entre as quais o HEC-RAS. Como resultados parciais, os 6 integrantes concluíram os oito blocos previstos e definiram 6 áreas-base distintas, condição que assegura a comparabilidade metodológica entre os casos. O acompanhamento dos encontros registrou ritmos de aprendizado heterogêneos, com maior demanda de tempo na definição do sistema de referência de coordenadas e na edição de

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

camadas vetoriais, e menor nas rotinas de visualização e composição de layouts. Conclui-se que o QGIS atende à caracterização espacial e ao pré-processamento dos dados, mas não executa a simulação hidráulica do escoamento, o que justifica o acoplamento ao HEC-RAS nas etapas seguintes. As limitações identificadas concentram-se na dependência de complementos de terceiros e na resolução das bases altimétricas gratuitas, fatores que condicionam a precisão da delimitação das bacias. A continuidade prevê a aplicação de instrumento estruturado de avaliação da percepção dos participantes, a análise comparativa dos contextos estudados e a produção de materiais didáticos voltados à formação em EAD.

Palavras-chave: Drenagem urbana sustentável; Modelagem hidrológica; Geoprocessamento; QGIS; Educação a distância.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

MODELO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO TECNOLÓGICA DE SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS BASEADO NO MÉTODO AHP

MULTICRITERIA MODEL FOR TECHNOLOGY SELECTION IN ELECTRICAL SUBSTATIONS BASED ON THE AHP METHOD

MODELO MULTICRITERIO PARA LA SELECCIÓN TECNOLÓGICA DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS BASADO EN EL MÉTODO AHP

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

Elton Carlos Camilo[1] [2]

[1] Centro Universitário Uniunica, eltoncarlos2016@yahoo.com.br

[2] Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), São João del-Rei, MG, Brasil

Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura

Trabalho premiado: Menção honrosa.

RESUMO

A seleção do tipo de subestação elétrica em ambientes industriais constitui um problema de decisão multicritério, no qual a definição inadequada pode gerar impactos técnicos e econômicos ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento, considerando o confronto entre investimento inicial (CAPEX) e custos operacionais e de ciclo de vida (OPEX/LCC) (Rozga et al., 2021). O objetivo deste trabalho é aplicar o método Analytic Hierarchy Process (AHP) para estruturar e hierarquizar critérios relevantes na escolha entre subestações isoladas a ar (AIS) e isoladas a gás (GIS). A abordagem adotada é mista, quali-quantitativa, estruturando a decisão em três níveis hierárquicos, sendo objetivo, critérios e alternativas, a partir de sete indicadores-chave de desempenho (CAPEX, OPEX, custo de ciclo de vida, área disponível para construção, impacto ambiental, desempenho operacional e segurança operacional), com julgamentos paritários estabelecidos a partir das prioridades associadas ao contexto decisório de duas indústrias de médio/grande porte, considerando suas características, restrições e requisitos técnicos e operacionais. O método foi aplicado a dois estudos de caso com perfis decisórios distintos: uma indústria orientada ao desempenho técnico e à segurança operacional e outra orientada à restrição de capital. Os resultados obtidos indicam razões de consistência de 0,048 e 0,046, respectivamente, ambas dentro do limite de aceitabilidade de 0,10 (Saaty, 1980). Na primeira indústria, a tecnologia GIS obteve prioridade global de 0,668 frente a 0,332 da AIS, ao passo que, na segunda indústria, a tecnologia AIS obteve prioridade global de 0,577 frente a 0,423 da GIS. Conclui-se que não existe tecnologia universalmente superior, e que o método AHP demonstrou-se adequado para estruturar o processo decisório entre AIS e GIS, tornando explícitos os critérios e julgamentos adotados e permitindo sua adaptação a diferentes contextos organizacionais.

Palavras-chave: subestações elétricas; método AHP; GIS; AIS; processos de decisão multicritério.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

1. Introdução

A definição do tipo de subestação elétrica (SE) para aplicação em ambientes industriais envolve múltiplos critérios técnicos, econômicos, ambientais e operacionais, e frequentemente dificulta a obtenção de consenso entre os agentes envolvidos no processo decisório sem o uso de ferramentas estruturadas de apoio à decisão (Rozga et al., 2021). Uma escolha inadequada pode gerar, no curto prazo, investimentos iniciais mal dimensionados; no médio prazo, aumento da taxa de falhas e dos custos de manutenção; e, no longo prazo, redução da vida útil dos equipamentos e elevação do custo total de propriedade, ou custo de ciclo de vida (*Life Cycle Cost* — LCC). Normas técnicas internacionais, como o guia IEEE (2014) para subestações isoladas a gás, apresentam diretrizes de planejamento, projeto, instalação, operação e manutenção, mas não oferecem uma metodologia estruturada de apoio à decisão entre as tecnologias AIS (*Air Insulated Switchgear*) e GIS (*Gas Insulated Substations*). Estudos indicam que a confiabilidade e o desempenho de subestações GIS estão diretamente relacionados a fatores como condição dos equipamentos, histórico de manutenção e critérios operacionais (Boeck, 1998; Koch, 2014; Suwanasri et al., 2025), evidenciando que decisões inadequadas podem aumentar custos de reparo e comprometer a estabilidade do sistema elétrico.

Diante desse cenário, observa-se a necessidade de ferramentas de suporte à decisão baseadas em métodos multicritério, como o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), proposto por Saaty (1980, 2008), que permite estruturar o problema de forma hierárquica, ponderar critérios relevantes e reduzir a subjetividade do processo decisório. Trabalhos como o de Rozga et al. (2021) aplicam diretamente o AHP na seleção de tecnologias de subestações de alta tensão, enquanto Piltan et al. (2012) demonstram sua aplicação integrada com outras técnicas de apoio à decisão em problemas energéticos complexos. Observa-se, contudo, que a literatura aborda o problema de forma fragmentada, com aplicações dependentes de julgamentos subjetivos e restrição no conjunto de critérios analisados. Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo aplicar o AHP para estruturar e hierarquizar critérios técnicos, econômicos, operacionais, de segurança e de confiabilidade na escolha entre subestações GIS e AIS em contexto industrial, apresentando resultados de dois estudos de caso com perfis decisórios distintos.

2. Metodologia

Adota-se uma abordagem mista, quali-quantitativa, estruturada em três etapas: (i) definição dos indicadores-chave de desempenho (KPIs) relevantes para a decisão; (ii) aplicação do método AHP para obtenção dos pesos relativos dos critérios e das alternativas; e (iii) síntese dos resultados em dois estudos de caso industriais com perfis decisórios distintos. Foram selecionados sete KPIs, considerando aspectos técnicos, econômicos, ambientais e operacionais: (1) CAPEX; (2) impacto ambiental; (3) área disponível para construção; (4) OPEX; (5) desempenho operacional; (6) custo de ciclo de vida (LCC); e (7) segurança operacional, definidos a partir de indicadores discutidos na literatura técnica sobre subestações GIS e AIS (IEEE, 2014; Rozga et al., 2021; Suwanasri et al., 2025).

O método AHP organiza o problema em estrutura hierárquica composta por objetivo, critérios e alternativas (Saaty, 1980, 2008), com comparações paritárias realizadas por meio da escala fundamental de Saaty (2008), com valores entre 1 (igual importância) e 9 (importância extrema). O peso relativo (w_i) de cada critério é obtido

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

pela resolução de A·w = λmax·w, em que λmax é o maior autovalor da matriz de comparação A e n a ordem da matriz. A consistência é verificada pelo Índice de Consistência (CI = (λmax − n)/(n − 1)) e pela Razão de Consistência (CR = CI/RI), em que RI é o índice aleatório tabelado por Saaty (2008); CR inferior a 0,10 indica consistência aceitável (Saaty, 1980). O peso global de cada alternativa é obtido pela combinação linear das prioridades locais ponderadas pelos pesos dos critérios, resultando em ranqueamento no qual a alternativa de maior valor representa a decisão mais aderente ao contexto avaliado. Os julgamentos paritários foram estabelecidos a partir das prioridades associadas ao contexto decisório de cada indústria, considerando suas características específicas, restrições orçamentárias, disponibilidade de área e requisitos técnicos e operacionais. As comparações foram consolidadas nas respectivas matrizes de decisão, às quais foi aplicada a verificação de consistência prevista pelo método AHP.

3. Resultados e Discussão

O *framework* foi aplicado a dois estudos de caso industriais com perfis decisórios distintos, para verificar sua aderência a diferentes contextos organizacionais.

3.1 Indústria 1 — orientada a desempenho e segurança

A Indústria 1 não apresenta restrição significativa de área para implantação, possui capacidade financeira para arcar com custos operacionais ao longo do ciclo de vida e trata a confiabilidade técnica, a segurança operacional e a continuidade do fornecimento como fatores determinantes para a escolha, dada a alta criticidade de seu processo produtivo. Ver tabela 1.

Tabela 1 – Pesos relativos dos KPIs (Indústria 1)

KPI	Peso relativo (%)
CAPEX	22,5
Impacto ambiental	4,7
Área disponível	2,5
OPEX	9,4
Desempenho operacional	28,1
LCC	9,7
Segurança operacional	23,2

Nota: Elaborado pelo autor. A soma dos pesos pode apresentar pequena diferença em relação a 100% devido ao arredondamento dos valores.

Para essa indústria, foram obtidos λmax = 7,381, CI = 0,063 e CR = 0,048, valor inferior ao limite de 0,10, indicando consistência aceitável dos julgamentos (Saaty, 1980). Os critérios de maior peso foram desempenho operacional (28,1%), segurança operacional (23,2%) e CAPEX (22,5%). Nas condições avaliadas, a GIS apresentou maior prioridade nos critérios de área disponível, OPEX, desempenho operacional, LCC e segurança operacional, enquanto a AIS apresentou maior prioridade em CAPEX e impacto ambiental. Após a agregação das prioridades locais aos pesos dos critérios, a

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

GIS obteve prioridade global de 0,668, frente a 0,332 da AIS, mostrando-se a alternativa mais aderente ao perfil decisório considerado para a Indústria 1.

3.2 Indústria 2 — orientada à restrição de CAPEX

A Indústria 2 apresenta perfil decisório orientado à minimização do investimento inicial, aceitando a elevação de custos operacionais futuros em troca de menor desembolso de capital no presente. No aspecto ambiental, o cenário avaliado considera a preocupação da organização com a gestão de agentes isolantes, particularmente o SF_6 empregado na configuração GIS considerada neste estudo, cujos requisitos de controle e mitigação de riscos ambientais influenciam o processo decisório (Rozga, 2013). Ressalta-se que essa condição não se aplica indistintamente a todas as soluções GIS, considerando a evolução recente de tecnologias alternativas e livres de SF_6 (Cui et al., 2024). Ver tabela 2.

Tabela 2 – Pesos relativos dos KPIs (Indústria 2)

KPI	Peso relativo (%)
CAPEX	39,8
Impacto ambiental	16,2
Área disponível	17,0
OPEX	7,6
Desempenho operacional	4,2
LCC	7,6
Segurança operacional	7,6

Nota: Elaborado pelo autor. A soma dos pesos pode apresentar pequena diferença em relação a 100% devido ao arredondamento dos valores.

Para essa indústria, foram obtidos $\lambda max = 7,368$, CI = 0,061 e CR = 0,046, também dentro do limite de aceitabilidade. O CAPEX apresentou o maior peso relativo (39,8%), seguido da área disponível (17,0%) e do impacto ambiental (16,2%), evidenciando o caráter predominantemente econômico do perfil decisório analisado. Após a agregação das prioridades locais aos pesos dos critérios, a AIS obteve prioridade global de 0,577, frente a 0,423 da GIS. Nas condições avaliadas, portanto, a elevada ponderação atribuída ao CAPEX foi determinante para deslocar a preferência global para a tecnologia AIS. Em conjunto, os dois estudos de caso demonstram que a escolha tecnológica é sensível às prioridades estabelecidas por cada organização: enquanto a maior valorização do desempenho e da segurança favoreceu a GIS na Indústria 1, a predominância do investimento inicial favoreceu a AIS na Indústria 2. Em ambos os casos, a razão de consistência permaneceu abaixo de 0,10, indicando consistência aceitável dos julgamentos paritários (Saaty, 1980).

4. Considerações Finais

Este trabalho aplicou o método Analytic Hierarchy Process (AHP) para estruturar a decisão entre subestações elétricas dos tipos AIS e GIS em contexto industrial, considerando sete KPIs técnicos, econômicos, ambientais e operacionais. Os resultados dos dois estudos de caso evidenciam que a escolha tecnológica depende da priorização dos critérios adotados em cada contexto. Na Indústria 1, orientada principalmente ao desempenho e à segurança operacional, a GIS alcançou prioridade global de 0,668, frente a 0,332 da AIS. Na Indústria 2, caracterizada pela predominância do CAPEX no processo decisório, a AIS alcançou 0,577, frente a 0,423 da GIS.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

Como contribuição prática, o framework proposto oferece uma estrutura replicável para apoiar decisões de engenharia relacionadas à seleção tecnológica de subestações, tornando explícitos e rastreáveis os critérios e julgamentos utilizados no processo decisório. Como limitações, destacam-se o número reduzido de estudos de caso e o caráter determinístico dos pesos utilizados. Como trabalhos futuros, propõe-se incorporar a variabilidade dos julgamentos ao processo decisório, bem como avaliar KPIs relacionados à cibersegurança, digitalização de subestações e evolução tecnológica dos meios isolantes empregados em soluções GIS.

Referências

BOECK, W. **Users guide for the application of gas-insulated switchgear (GIS) for rated voltages of 72.5 kV and above**. Paris: CIGRE, 1998. Technical Brochure 175.

CUI, Z. et al. Recent progresses, challenges and proposals on SF6 emission reduction approaches. **Science of the Total Environment**, v. 906, e167347, 2024. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.167347.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS (IEEE). **IEEE Std C37.122.1-2014: IEEE guide for gas-insulated substations rated above 52 kV**. New York: IEEE, 2014.

KOCH, H. J. **Gas insulated substations**. [S. l.]: John Wiley & Sons, 2014.

MARTINS, Daniel William Ferreira et al. Avaliação de conformidade e integridade estrutural de caldeira flamotubular: NR-13 e ASME. **ARACÊ**, v. 7, n. 9, e8567, 2025. DOI: 10.56238/arev7n9-308.

PILTAN, M.; MEHMANCHI, E.; GHADERI, S. F. Proposing a decision-making model using analytical hierarchy process and fuzzy expert system for prioritizing industries in installation of combined heat and power systems. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 1, p. 1124–1133, 2012.

ROZGA, P. et al. A new approach for decision support of the selection of construction technology of high-voltage substations based on AHP method. **IEEE Access**, v. 9, p. 73413–73423, 2021.

ROZGA, P. Sulphur hexafluoride (SF6) and its alternatives in high voltage equipment. **Journal of Electrical Engineering**, v. 64, n. 6, p. 384–388, 2013.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83–98, 2008. DOI: 10.1504/IJSSCI.2008.017590.

SAATY, T. L. **The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation**. [S. l.]: McGraw-Hill, 1980.

SUWANASRI, C.; SUWANASRI, T.; PHADUNGTHIN, R. Health and importance index-based reliability and performance analysis for gas-insulated substations. **Energies**, v. 18, n. 2, e456, 2025.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

RECURSOS DIGITAIS E LINGUAGEM TÉCNICO-CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA

DIGITAL RESOURCES AND TECHNICAL-SCIENTIFIC LANGUAGE IN ENGINEERING EDUCATION

RECURSOS DIGITALES Y LENGUAJE TÉCNICO-CIENTÍFICO EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

[Conceição Jane Guedes de Lira][1]; [Renata de Oliveira Marinho][2]; [Danieli Luciani Rossi][3] ; [Rodrigo da Silva Romero][4]; [Talles Freitas Rodrigues][5]

[1] [Universidade de Brasília - UnB, Campus Universitário Darcy Ribeiro - Prédio FE 03 - Sala BT 06 / 14 - Asa Norte - Brasília-DF, guedeslira1511103@gmail.com]; [2] [Faculdade Única, Ipatinga -MG, renataoliveiramm@gmail.com]; [3] [Faculdade Única, Ipatinga -MG, dani_rossi602@hotmail.com]; 4 [Faculdade Única, Ipatinga -MG, rod.romero@hotmail.com]; 5 [Faculdade Única, Ipatinga -MG, talles93160767@gmail.com

Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura

RESUMO

A incorporação de recursos tecnológicos no ensino superior tem transformado as formas de acesso, produção e compartilhamento do conhecimento, especialmente no processo de formação acadêmica e profissional em Engenharia. Nesse contexto, o desenvolvimento da linguagem técnico-científica apresenta-se como uma competência essencial, uma vez que possibilita ao estudante compreender, interpretar, produzir e comunicar informações de maneira clara, objetiva e adequada às diferentes situações acadêmicas e profissionais. Paralelamente, o domínio da Língua Inglesa assume importância crescente, considerando sua ampla utilização na produção científica, no desenvolvimento tecnológico e na documentação relacionada às diferentes áreas da Engenharia. Diante desse cenário, esta pesquisa tem como objetivo analisar como os recursos digitais contribuem para o desenvolvimento da linguagem técnico-científica e para o acesso ao conhecimento especializado na formação em Engenharia, considerando a utilização da Língua Portuguesa e da Língua Inglesa no processo de aprendizagem e na atuação profissional. A pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa, desenvolvida por meio de levantamento bibliográfico e análise de recursos digitais empregados nos contextos acadêmico e profissional. A análise demonstrou que os recursos digitais ampliam o acesso a diferentes fontes de informação e possibilitam maior autonomia aos estudantes na busca, seleção e organização do conhecimento. Verificou-se ainda que o domínio da linguagem técnico-científica contribui para a elaboração de trabalhos acadêmicos, relatórios, projetos e demais documentos utilizados na Engenharia, favorecendo a precisão, a clareza e a organização das informações apresentadas. A Língua Inglesa também se mostrou relevante por possibilitar o acesso a artigos científicos, manuais, normas, pesquisas e conteúdos tecnológicos produzidos internacionalmente, ampliando as possibilidades de atualização e aprendizagem. Conclui-se que a utilização consciente das tecnologias, associada ao aprimoramento da linguagem técnico-científica em Língua Portuguesa e ao conhecimento da Língua Inglesa, pode contribuir para uma formação mais autônoma, crítica, interdisciplinar e compatível com as demandas contemporâneas do ensino superior e do mercado de trabalho na área de Engenharia.

Palavras-chave: Recursos digitais; Linguagem técnico-científica; Engenharia; Língua Portuguesa; Língua Inglesa.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

INTRODUÇÃO

A transformação digital tem ampliado as possibilidades de ensino e aprendizagem no ensino superior, especialmente na Engenharia. A adoção de plataformas, softwares e ferramentas de inteligência artificial pode favorecer o acesso à informação, a autonomia e a aplicação dos conhecimentos. Hao et al. (2025) evidenciam a importância da inteligência artificial na educação em Engenharia, enquanto Poitras-Whitecalf et al. (2025) ressaltam o desenvolvimento de competências digitais na formação profissional.

Jaiswal (2025) apresenta a integração das tecnologias no ensino de línguas, evidenciando seu potencial para apoiar processos de aprendizagem e ampliar as possibilidades de comunicação em diferentes contextos educacionais. Essa abordagem evidencia a relevância dos recursos digitais associados às competências linguísticas na formação acadêmica, especialmente diante da necessidade de interpretar, produzir e compartilhar informações técnico-científicas em diferentes idiomas.

A linguagem técnico-científica exerce função importante para a leitura, interpretação e produção de informações acadêmicas e profissionais. A Língua Portuguesa contribui para a comunicação técnica, de outro lado, a Língua Inglesa amplia o acesso à literatura científica internacional. Sergeeva et al. (2025) destacam a importância da alfabetização digital para o uso crítico e adequado das tecnologias no ensino superior.

Diante desse contexto, o presente estudo foi orientado pelo seguinte questionamento: de que maneira os recursos digitais e a linguagem técnico-científica contribuem para a formação acadêmica e profissional em Engenharia, considerando o uso da Língua Portuguesa e da Língua Inglesa.

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa, realizada por meio de levantamento bibliográfico e análise de recursos digitais relacionados à formação em Engenharia. Foram selecionadas publicações nos intervalos de 2024 e 2025, relacionadas a recursos digitais, inteligência artificial, competências digitais, linguagem técnico-científica e ensino de línguas. A análise realizada demonstra que a relevância da integração entre recursos digitais, linguagem técnico-científica e competências linguísticas na formação em Engenharia.

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio da consulta às publicações selecionadas para este estudo, utilizando os descritores recursos digitais, inteligência artificial, competências digitais, linguagem técnico-científica e ensino de línguas. Foram incluídas publicações de 2024 e 2025 relacionadas à formação em Engenharia e excluídos estudos sem relação direta com o ensino superior ou com os temas definidos para análise.

Os dados foram organizados e analisados considerando-se autor, ano, tema e fonte, permitindo identificar as principais contribuições das pesquisas consultadas para a formação acadêmica e profissional em Engenharia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que se refere ao uso de tecnologias digitais na formação em Engenharia, Hao et al. (2025) apresentam uma revisão sobre o uso da inteligência artificial na educação em Engenharia e descrevem a implementação de um módulo introdutório voltado aos fundamentos de IA. Os resultados relatados pelos autores indicam contribuições para a compreensão de conceitos relacionados à inteligência artificial e para o desenvolvimento da alfabetização em IA entre os estudantes. Poitras-Whitecalf et al. (2025) ressaltam que o uso eficaz desses recursos depende do desenvolvimento de competências

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

digitais específicas, capacitando os futuros profissionais a utilizarem tecnologias de forma crítica e adequada.

Em relação ao ensino de línguas e à comunicação técnica, Jaiswal (2025) constata que a integração de recursos digitais ao ensino de línguas amplia as possibilidades de prática, melhora a compreensão de conteúdos e favorece a comunicação em diferentes contextos. Embora haja avanços, persistem desafios relacionados à qualidade da mediação digital e à adequação dos materiais aos objetivos de aprendizagem. No âmbito da língua inglesa e da comunicação técnica, Bhayani e Chauhan (2024), Priya K. S. e Jeyanthi (2024) e Isnin, Sapuan e Abdul Hadi (2025) evidenciam que o desenvolvimento de estratégias de leitura, interpretação e produção textual em inglês técnico está diretamente associado à maior facilidade de acesso à literatura científica internacional e à melhoria na qualidade da comunicação profissional.

Os resultados também indicam que os recursos digitais favorecem o acesso a fontes diversificadas de informação e ampliam a autonomia do estudante no processo de aprendizagem. Observou-se, contudo, que os benefícios dependem da forma como as ferramentas são integradas às atividades pedagógicas: quando articuladas com objetivos claros e com o planejamento docente, tornam-se mais eficazes.

Quanto à linguagem técnico-científica, verificou-se que ela constitui instrumento essencial para a compreensão e elaboração de textos acadêmicos e documentos técnicos. A proficiência em Língua Portuguesa assegura clareza e precisão na comunicação no âmbito nacional, enquanto o domínio da Língua Inglesa, apoiada por recursos digitais de tradução e consulta, permite acesso amplo e atualizado à produção científica mundial.

Os resultados obtidos reforçam a premissa de que os recursos digitais e as competências linguísticas constituem elementos complementares e fundamentais à formação em Engenharia. A convergência entre as contribuições de Hao et al. (2025) e de Poitras-Whitecalf et al. (2025) indica que a simples disponibilidade de tecnologia não garante melhoria na aprendizagem; é necessário, concomitantemente, desenvolver competências digitais e alfabetização científica e tecnológica, conforme ressaltado por Sergeeva et al. (2025.

A linguagem técnico-científica, tanto em Português quanto em Inglês, aparece como elemento articulador entre o conhecimento e sua aplicação prática. A precisão terminológica, a clareza na estruturação das ideias e a capacidade de interpretar e produzir documentos técnicos são competências que ganham novas dimensões com o suporte de ferramentas digitais, que facilitam a consulta, a tradução e a redação, mas que não substituem o domínio dos princípios linguísticos e lógicos necessários à comunicação de qualidade.

Diante disso, entende-se que a formação em Engenharia precisa contemplar de forma articulada três dimensões: o domínio dos conhecimentos específicos da profissão, o desenvolvimento de competências digitais para buscar, processar e aplicar informações, e o desenvolvimento de habilidades de comunicação técnico-científica em ambos os idiomas. A integração entre essas dimensões tende a favorecer uma formação mais autônoma, crítica e alinhada às exigências acadêmicas e profissionais atuais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo desenvolvido permitiu analisar a contribuição dos recursos digitais e da linguagem técnico-científica para a formação em Engenharia. Os resultados evidenciaram que a utilização de recursos digitais amplia as possibilidades de acesso à informação, favorece a autonomia dos

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

estudantes e contribui para o desenvolvimento de competências necessárias ao contexto acadêmico e profissional.

A literatura analisada também demonstrou que a efetividade dessas tecnologias depende do desenvolvimento de competências digitais capazes de promover o uso crítico e adequado dos recursos disponíveis. Além disso, verificou-se que a linguagem técnico-científica desempenha papel fundamental na interpretação, produção e comunicação do conhecimento em Engenharia.

Observou-se ainda que o domínio da Língua Inglesa amplia o acesso à literatura científica internacional, contribuindo para a atualização profissional e para o contato com avanços tecnológicos desenvolvidos em diferentes contextos.

Conclui-se que a integração entre recursos digitais, competências digitais e linguagem técnico-científica pode contribuir para uma formação mais autônoma, crítica e alinhada às demandas contemporâneas da Engenharia.

REFERÊNCIAS

BHAYANI, Deven; CHAUHAN, Kiran. Integrating task-based language teaching to improve communication skills among first-year engineering students: a case study at Government Engineering College, Modasa. **ShodhKosh: Journal of Visual and Performing Arts**, v. 5, n. 1, p. 1878–1883, 2024. DOI: 10.29121/shodhkosh.v5.i1.2024.4637.

HAO, Yijia; LIU, Yushi; LIU, Bo; AMARANTIDIS, George; GHANNAM, Rami. Integrating AI in engineering education: a comprehensive review and student-informed module design for UK students. **IEEE Transactions on Education**, v. 68, n. 2, p. 173–185, 2025. DOI: 10.1109/TE.2025.3536105.

ISNIN, S. F.; SAPUAN, A. F.; HADI, N. F. A. Effect of Mini-Research Project (MRP) Module on English Technical Writing Skills among Engineering Students. **International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development**, v. 14, n. 1, p. 940–957, 2025.

JAISWAL, A.; BABIC WILLIAMS, T.; WILLIAM, J. M.; MADNI, A. Assessing the impact of virtual reality and Zoom on learning experiences in instructor training program. **Future in Educational Research**, v. 3, n. 3, p. 435–455, 2025. DOI: 10.1002/fer3.70002.

JAISWAL, Shashi. Protoplanning a syllabus for a less commonly taught language in India: An endeavor to assimilate technology. In: GERVAS, Pablo; SAXENA, Rajiv; LEON, Carlos; KUMAR, Mayuresh (Org.). **Artificial Intelligence and Digital Media in Foreign Language Pedagogy. Nova Delhi: Goyal Publishers**, 2025. v. 1, p. 143–153.

POITRAS-WHITECALF, E.; SHNAIKAT, K.; OKWUEGBUNA, S.; MARASCO, E.; BARCOMB, A. **Developing AI Literacy Competencies Among First-Year Engineering Students**. Proceedings of the Canadian Engineering Education Association (CEEA), 2025. DOI: 10.24908/pceea.2025.19576.

PRIYA, K. S.; JEYANTHI, B. Infiltrating Functional English for Technical Students with the Concomitant of Project Transcripts: A Paradigm in Education. **World Journal of English Language**, v. 14, n. 5, p. 372, 2024. DOI: 10.5430/wjel.v14n5p372.

RAFAEL, Clélio Rodrigo Paiva; TESSAROLE, Cristina de Lacerda; FONSECA, Ronald Assis. A importância das tecnologias da informação e comunicação (TIC's) no processo de ensino e aprendizagem do ensino fundamental: uma revisão. **Anais do EVIDOSOL/CILTec-Online**, v. 11, n. 1, 2023. Disponível em: https://ciltec.textolivre.pro.br/index.php/CILTecOnline/article/view/1131. Acesso em: 1 out. 2026.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

SERGEEVA, O. V.; MASALIMOVA, A. R.; ZHELTUKHINA, M. R.; CHIKILEVA, L. S.; LUTSKOVSKAI, L. Y.; LUZIN, A. Impact of digital media literacy on attitude toward generative AI acceptance in higher education. **Frontiers in Education**, v. 10, 1563148, 2025. DOI: 10.3389/feduc.2025.1563148.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

RESÍDUOS DE CORTE DE MÁRMORE E GRANITO NA MELHORIA DE SOLOS PROBLEMÁTICOS: MECANISMOS DE ESTABILIZAÇÃO E JANELA DE DOSAGEM

MARBLE AND GRANITE CUTTING WASTE FOR THE IMPROVEMENT OF PROBLEMATIC SOILS: STABILIZATION MECHANISMS AND DOSAGE WINDOW

RESIDUOS DE CORTE DE MÁRMOL Y GRANITO EN LA MEJORA DE SUELOS PROBLEMÁTICOS: MECANISMOS DE ESTABILIZACIÓN Y VENTANA DE DOSIFICACIÓN

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

Henrique Duarte de Oliveira[1]; Valéria Cristina de Morais Zanquini[2]; Jonatas dos Santos Ribeiro[3]; Dionei José Serafin Wieczorek[4]; Carlos Eduardo de Carvalho e Silva[5]; Julio Santos Guerra Neyra[6]
[1–6] Graduandos em Engenharia Civil, Faculdade Única EAD, Ipatinga-MG. [1] hdo.henrique.duarte@gmail.com, ORCID: 0009-0001-2963-9356; [2] eng.valeriamorais@gmail.com, ORCID: 0009-0005-2752-4853; [3] jon_jonatas@outlook.com, ORCID: 0009-0003-4385-2182; [4] wieczorekdionei@gmail.com, ORCID: 0009-0001-5492-4300; [5] carlos.silva@hydrostec.com.br, ORCID: 0009-0002-0274-9552; [6] juliog2773@gmail.com, ORCID: 0009-0004-9261-986X

Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura

RESUMO

A destinação dos resíduos de corte de mármore e granito (RCMG) permanece um passivo relevante da cadeia produtiva de rochas ornamentais, setor no qual o Brasil ocupa a quarta posição mundial. Entre as rotas de reaproveitamento, a melhoria de solos problemáticos concentra o maior volume de evidência experimental e, simultaneamente, as maiores inconsistências interpretativas. O objetivo foi reavaliar criticamente essa evidência, examinando a magnitude dos efeitos reportados e a consistência dos mecanismos invocados para explicá-los. Adotou-se reanálise de dados secundários sobre sete estudos primários, com extração padronizada dos valores de controle e tratamento, apreciação do risco de viés em seis domínios e aplicação de um modelo de referência inédito no tema: a lei de mistura, que estima a resposta esperada caso o único mecanismo atuante fosse a substituição granulométrica. Nos estudos analisados, o resíduo reduziu o índice de plasticidade entre 30,2 % e 47,1 % para teores de 25 % a 50 % em massa, elevou a massa específica seca máxima, reduziu a umidade ótima e multiplicou o Índice de Suporte Califórnia por até 2,8 vezes. A resposta, contudo, não se mostrou monotônica: o desempenho máximo ocorreu em 25 % de resíduo, com perda de 47 % da capacidade de suporte em 35 %. O modelo indicou que, em teores de 25 % a 30 %, o ganho supera a diluição em 16,7 % a 24,4 %, enquanto em 50 % o desempenho é 39,6 % inferior ao previsto; a eficiência anula-se em 35,2 %, valor próximo ao teor em que se observou o colapso da capacidade de suporte em ensaios brasileiros. Verificou-se ainda que a atribuição corrente dos ganhos a reações pozolânicas não encontra respaldo na evidência microestrutural do conjunto. Os resultados sugerem que o RCMG atua predominantemente como estabilizante físico e granulométrico e apontam janela de dosagem entre 15 % e 25 % em massa, compatível com reforço de subleito e sub-base, mas insuficiente, isoladamente, para camada de base. Dado o número reduzido de estudos, tais conclusões constituem hipóteses fundamentadas, sujeitas a confirmação experimental.

Palavras-chave: Resíduo de corte de mármore e granito; Estabilização de solos; Índice de Suporte Califórnia; Pavimentação; Economia circular.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva de rochas ornamentais desperdiça mais material do que entrega. Nas etapas de extração, serragem e acabamento as perdas ultrapassam metade do volume lavrado, e a fração mais problemática é a lama fina da serragem e do polimento, cuja granulometria e cujo volume inviabilizam a destinação convencional (Gobbo et al., 2004). O Brasil é o quarto maior produtor mundial de rochas naturais (Abirochas, 2025).

Entre as rotas de reaproveitamento, a melhoria de solos é a que absorve maior volume de material por obra executada, e há coincidência geográfica favorável: os polos de beneficiamento do semiárido nordestino e do leste mineiro coexistem com solos problemáticos que dependem de cal ou cimento. A literatura é volumosa e, em aparência, convergente: estudos de seis países relatam, quase unanimemente, redução do índice de plasticidade, aumento da massa específica seca máxima, elevação da capacidade de suporte e diminuição do potencial expansivo; a revisão mais recente no país confirma essas tendências e registra que o campo ainda não dispõe de tratamento estatístico dos resultados acumulados (Prandina; Farias, 2026).

É aí que se instala a lacuna. Revisões que somam resultados favoráveis deixam três problemas sem enfrentamento: falta um referencial que separe o ganho da substituição de material daquele atribuível a efeito adicional; não se define o teor a partir do qual o ganho se inverte; e atribuem-se correntemente os ganhos a reações pozolânicas promovidas pelo cálcio do pó de mármore, quando a pozolanicidade pressupõe sílica ou alumina amorfas reagindo com hidróxido de cálcio em pH elevado, condição que a calcita não estabelece por si só (Mitchell; Soga, 2005). O objetivo foi reavaliar essa evidência, examinando a magnitude dos efeitos, a existência de um teor de inversão e a consistência dos mecanismos, com enquadramento nas especificações rodoviárias brasileiras.

METODOLOGIA

A pesquisa configura-se como reanálise crítica de dados secundários, em que o ineditismo reside no tratamento analítico aplicado a resultados publicados. Não se trata de metanálise: os estudos primários da área raramente reportam medidas de dispersão, o que inviabiliza estimadores com ponderação por variância.

A busca foi conduzida em mecanismos de busca acadêmica de cobertura ampla e em bases de acesso aberto, com expressões booleanas combinando descritores de resíduo (marble dust, granite dust, stone cutting waste, RCMG, pó de mármore, lama de marmoraria) e de aplicação (soil stabilization, expansive soil, subgrade, California Bearing Ratio, estabilização de solos, subleito), complementada por rastreamento de citações a partir das revisões disponíveis (Prandina; Farias, 2026). Registra-se, para efeito de transparência, que bases de acesso restrito, como Scopus e Web of Science, não foram consultadas e que os quantitativos de recuperação e exclusão por base não foram registrados, razão pela qual não se apresenta fluxograma: trata-se de busca exploratória, não de triagem exaustiva.

Foram elegíveis os estudos primários que aplicassem resíduos do beneficiamento de mármore ou granito a solos e reportassem limites de consistência, parâmetros de compactação, Índice de Suporte Califórnia ou variação volumétrica, excluídos os trabalhos sobre matrizes cimentícias, cerâmicas ou asfálticas. Aplicados esses critérios, sete estudos primários, de seis países e distribuídos por vinte e dois anos, compuseram o conjunto analisado, todos submetidos a apreciação de risco de viés em seis domínios: caracterização do resíduo e do solo, replicatas e dispersão, energia de compactação e cura, rigor editorial do veículo e disponibilidade dos valores primários. Dois foram classificados como de risco global alto e mantidos por fornecerem pares de controle e tratamento que nenhum outro supre. A etapa quantitativa exigiu condição adicional, o relato simultâneo do índice de

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

plasticidade de controle e de tratamento em fração mássica declarada, atendida por três dos sete estudos; os quatro restantes, por reportarem apenas valores finais sem controle, por empregarem coaditivo reativo sem discriminar a fração de resíduo ou por não informarem o índice de plasticidade da mistura, permaneceram na discussão qualitativa.

Sob a hipótese nula de que o resíduo, praticamente não plástico, apenas substitui parte da fração argilosa ativa, o índice de plasticidade decresce linearmente com a fração mássica incorporada, conforme a lei de mistura, e a eficiência relativa E mede o desvio entre observado e previsto: valores positivos indicam redução superior à explicável pela diluição; negativos, desempenho inferior ao de um inerte equivalente.

$$IP\,prev = IP0 \cdot (1 - f) \qquad (1)$$

$$E = [(IP\,prev - IP\,obs) / IP\,prev] \cdot 100 \qquad (2)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A redução do índice de plasticidade verifica-se nos sete estudos, entre 30,2 % e 47,1 % nos tratamentos isolados, mas o exame de seus componentes revela divergência que a leitura agregada não capta: Başer (2009) reporta elevação de 23,3 % no limite de plasticidade e Abdelkader, Hussein e Ye (2021), redução de 24,8 %, embora ambos convirjam na queda do limite de liquidez. A elevação do limite de plasticidade costuma ser associada à floculação por troca catiônica, e a redução simultânea de ambos, à substituição granulométrica.

Os efeitos sobre a compactação são convergentes: Abdelkader, Hussein e Ye (2021) registram elevação da massa específica seca máxima de 1,908 g/cm³ para 2,059 g/cm³ e redução da umidade ótima de 13,1 % para 11,2 % com 25 % de resíduo. A explicação mais parcimoniosa é física: o resíduo tem grãos mais densos que a fração argilosa substituída, 2,823 g/cm³ no material brasileiro (Oliveira, 2015), e sua natureza não plástica reduz a demanda de água. Moura e Gonçalves (2002) elevaram o Índice de Suporte Califórnia de 13 % para 36 % com 25 % de RCMG.

A literatura tende a reportar melhoria crescente com a adição, formulação correta apenas porque a maior parte dos estudos não ultrapassa 30 %. Moura e Gonçalves (2002), único a testar teor superior com medição de suporte, revelam a inversão: o ISC sobe para 26 % com 15 % de resíduo, atinge 36 % com 25 % e recua para 19 % com 35 %, teor em que a expansão, nula nas demais misturas, passa a 0,2 %. O modelo de referência aplicado aos três estudos elegíveis produz o resultado da Tabela 1.

Tabela 1 - Eficiência relativa do resíduo em relação à lei de mistura

Estudo primário	Teor f (%)	IP obs. / IP contr.	Previsto (1 − f)	Eficiência E (%)
Abdelkader, Hussein e Ye (2021)	25	0,625	0,750	+16,7
Başer (2009)	30	0,529	0,700	+24,4
Bhavsar et al. (2014)	50	0,698	0,500	−39,6

Fonte: elaborada pelo autor (2026), conforme as Equações 1 e 2.

O ajuste linear aos três pontos fornece E = 88,8 − 2,52f, com coeficiente de determinação de 0,91, e anula-se em f igual a 35,2 %. A fragilidade estatística se declara: com três observações o coeficiente é descritivo, não comporta inferência nem extrapolação. O interesse não está na precisão, mas na convergência: o teor em que o modelo indica eficiência nula aproxima-se daquele em que Moura e Gonçalves (2002) observaram o colapso da capacidade de suporte. A coincidência é sugestiva, não demonstrativa.

Quanto ao mecanismo, a evidência microestrutural não sustenta a hipótese pozolânica: Abdelkader, Hussein e Ye (2021) registram aumento do teor de calcita com o teor de pó de mármore, ou seja, a difração detectou a fase adicionada, e não silicato ou aluminato de cálcio hidratado. Quanto

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

às micrografias de Saygili (2015), a objeção é metodológica: a microscopia eletrônica fornece morfologia, não identificação de fases. O ensaio capaz de decidir a questão não foi executado em nenhum dos sete estudos, e essa ausência é, em si, um resultado desta reanálise. A leitura aqui proposta, de predomínio de efeito físico, é a mais compatível com as evidências, mas permanece sujeita a verificação.

Para o projetista, a pergunta é em qual camada a mistura cabe. Com ISC de 36 % e expansão nula, o traço de melhor desempenho supera o mínimo de 20 % exigido pela DNIT 139/2010-ES para sub-base estabilizada granulometricamente, condicionado ao Índice de Grupo nulo, que o estudo original não reporta. Para base não atende: a DNIT 141/2010-ES exige ISC mínimo de 60 % e índice de plasticidade até 6 %.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sete estudos convergem quanto à direção dos efeitos do RCMG sobre solos problemáticos, e essa convergência, verificada em seis países e ao longo de duas décadas, é o achado mais sólido do conjunto. A magnitude do benefício, porém, parece dever-se em boa parte à diluição da fração argilosa ativa: o efeito adicional estimado fica entre 16,7 % e 24,4 % em teores de 25 % a 30 %, ordem de grandeza mais compatível com floculação por troca catiônica limitada do que com cimentação. A resposta ao teor não se mostrou monotônica, e os dados sugerem janela útil entre 15 % e 25 % em massa, situando a mistura em reforço de subleito e sub-base, não em base sem ligante hidráulico.

As limitações delimitam o alcance dessas afirmações: o corpus resultou de busca exploratória com rastreamento de citações, sem triagem sistemática nem registro de recuperação por base; sete estudos, dois deles de risco de viés alto, constituem base estreita; a eficiência relativa apoia-se em três pontos e o ponto de inversão, em um único trabalho; e a heterogeneidade de solos, resíduos e protocolos limita a comparabilidade. A janela de dosagem deve ser lida como hipótese fundamentada, não como parâmetro de projeto. Como agenda, destacam-se o ensaio discriminante do mecanismo, a caracterização mineralógica obrigatória do resíduo e ensaios com solos tropicais lateríticos brasileiros.

REFERÊNCIAS

ABDELKADER, H. A. M.; HUSSEIN, M. M. A.; YE, H. Influence of waste marble dust on the improvement of expansive clay soils. **Advances in Civil Engineering**, v. 2021, art. 3192122, 2021.

ABIROCHAS. **Balanço das exportações e importações brasileiras de rochas ornamentais em 2024**. Informe 01/2025. Brasília: Abirochas, 2025.

BAŞER, O. **Stabilization of expansive soils using waste marble dust**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Middle East Technical University, Ancara, 2009.

BHAVSAR, S. N. et al. Impact of marble powder on engineering properties of black cotton soil. **International Journal for Scientific Research & Development**, v. 1, n. 12, p. 136-139, 2014.

DNIT. **Norma DNIT 139/2010-ES: pavimentação - sub-base estabilizada granulometricamente**. Rio de Janeiro: IPR, 2010a.

DNIT. **Norma DNIT 141/2010-ES: pavimentação - base estabilizada granulometricamente**. Rio de Janeiro: IPR, 2010b.

GOBBO, L. A. et al. Aproveitamento de resíduos industriais. In: A cadeia produtiva de rochas ornamentais no Estado de São Paulo. São Paulo: IPT, 2004. p. 129-152.

LIMA, José Francinildo Matias et al. Análise de aspectos e impactos ambientais de um lixão. **Revista de Geopolítica**, v. 16, n. 5, e743, 2025. DOI: 10.56238/revgeov16n5-008.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

MITCHELL, J. **K.; SOGA, K**. Fundamentals of soil behavior. 3. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2005.

MOURA, W. A.; GONÇALVES, J. P. Aproveitamento dos resíduos finos das serrarias de Santo Antônio de Pádua/RJ. In: ENTAC, 9., 2002, Foz do Iguaçu. Anais [...]. ANTAC, 2002. p. 1653-1660.

OLIVEIRA, T. **Caracterização do resíduo de serragem de rochas ornamentais para aplicações geotécnicas**. 2015. Dissertação (Mestrado) - EESC/USP, São Carlos, 2015.

PRANDINA, J. R. R.; FARIAS, M. M. Resíduos da indústria de rochas ornamentais em misturas de solos para aplicações geotécnicas: uma revisão de literatura. **Transportes**, v. 34, art. e3155, 2026.

RAFAEL, Clélio Rodrigo Paiva; GARCIA, Joan; SUBTIL, Eduardo Lucas. Reliability-Based Evaluation of the Robustness of Constructed Wetlands for Sustainable Sanitation: Implications for Design and Operation. Water environment research: a research publication of the Water Environment Federation, v. 98, n. 9, p. e70572, 2026. DOI: https://doi.org/10.1002/wer.70572

SAYGILI, A. Use of waste marble dust for stabilization of clayey soil. **Materials Science**, v. 21, n. 4, p. 601-606, 2015.

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

TEORES DE INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE CERÂMICA VERMELHA EM CAMADAS DE PAVIMENTO: TRÊS MODOS DE EMPREGO E O LIMITE IMPOSTO PELA QUEBRA DE PARTÍCULAS

RED CERAMIC WASTE CONTENT IN PAVEMENT LAYERS: THREE MODES OF USE AND THE LIMIT IMPOSED BY PARTICLE BREAKAGE

CONTENIDOS DE INCORPORACIÓN DE RESIDUO DE CERÁMICA ROJA EN CAPAS DE PAVIMENTO: TRES MODOS DE EMPLEO Y EL LÍMITE IMPUESTO POR LA ROTURA DE PARTÍCULAS

doi.org/10.53426/con.v5i0.009

Henrique Duarte de Oliveira[1]; Renata de Oliveira Marinho[2]; Jacó Moreira de Aguiar[3]; Rubens Eduardo de Carvalho[4]; Damião de Oliveira Dantas[5]; Carlos Eduardo de Carvalho e Silva[6]
[1] Faculdade Única, Ipatinga-MG, hdo.henrique.duarte@gmail.com; [2] Faculdade Única, Ipatinga-MG, renataoliveiramm@gmail.com; [3] Faculdade Única, Ipatinga-MG, contatojaco@gmail.com; [4] Faculdade Única, Ipatinga-MG, recarvalho85@gmail.com; [5] Faculdade Única, Ipatinga-MG, dantasdamiao87@gmail.com; [6] Faculdade Única, Ipatinga-MG, carlos.silva@hydrostec.com.br.
Grupo de Trabalho: GT 9 – Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Infraestrutura

RESUMO

O aproveitamento de resíduo de cerâmica vermelha em camadas de pavimento esbarra em uma dúvida prática de projeto: quanto do material cabe na mistura. A literatura recente responde de forma aparentemente contraditória, com teores ótimos que vão de 7,5% a 75%, amplitude que sugere ausência de convergência e desestimula o uso em obra. Este trabalho verificou se essa divergência é real ou se decorre de delineamentos experimentais que não são comparáveis entre si. Realizou-se revisão integrativa, reportada segundo o PRISMA 2020 e estruturada pela estratégia PECO, com 27 estratégias de busca na BDTD, no Google Acadêmico, no Portal de Periódicos da CAPES e na SciELO, no período de 2020 a 2026. Dos 5.224 registros identificados, 155 foram avaliados em texto completo e 31 compuseram a síntese, correspondentes a 25 linhas independentes de evidência depois de agrupados os estudos que compartilham grupo de pesquisa e sistema de material. De cada estudo extraiu-se o teor ótimo, o modo de emprego do resíduo, a camada-alvo declarada e o fator que fixou o limite superior. Os teores reúnem-se em três faixas nítidas, e cada faixa corresponde a um modo distinto de emprego. De 7,5% a 15%, com mediana de 12%, o resíduo entra pulverizado como estabilizante de solo argiloso ou expansivo, e o limite decorre da redução da plasticidade e da fração fina. De 20% a 30%, substitui agregado britado em camada graduada, e o teto é fixado por abrasão, resistência ao esmagamento e enquadramento granulométrico. De 50% a 75%, atua como esqueleto granular em solo fino de baixa capacidade, e o que governa é o ganho de suporte, que chega a elevar o índice de suporte Califórnia de 4,6% para 150,7%. A contradição desaparece quando se observa o denominador de cada delineamento. Em um caso pergunta-se quanto agregado nobre pode ser substituído sem comprometer a camada; no outro, quanto resíduo precisa ser adicionado para que um solo inadequado passe a atender aos requisitos. São perguntas diferentes, e os números que respondem a elas não pertencem à mesma escala. A quebra de partículas confirmou-se como o mecanismo físico que fixa o teto do segundo modo, com três estudos independentes convergentes: a fração graduada quebra menos que as uniformes, o desempenho reverte acima de 30% de incorporação e o agregado

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

reciclado fragmenta-se mais que o solo natural. Conclui-se que teores ótimos de resíduo de cerâmica vermelha não são comparáveis entre estudos sem a declaração do modo de emprego e do material de referência, e que apresentar esses valores lado a lado produz falsa impressão de dissenso na literatura. Recomenda-se que trabalhos futuros declarem o modo de emprego adotado e quantifiquem a quebra de partículas por índices, procedimento já disponível no país e ausente na quase totalidade do corpus analisado.

Palavras-chave: Resíduo de cerâmica vermelha; Pavimentação rodoviária; Teor de incorporação; Quebra de partículas; Revisão integrativa.

ANEXO - CORPUS, CRITÉRIOS E ESTRATÉGIAS DE BUSCA

Este anexo disponibiliza, em atendimento à devolutiva da organização do evento, a relação bibliográfica completa dos 31 estudos incluídos na síntese, as 27 estratégias de busca tal como executadas em cada fonte, e os critérios e procedimentos de seleção e extração adotados na revisão integrativa que fundamenta este resumo.

A.1 Delineamento e critérios de elegibilidade:

Estratégia PECO. Revisão integrativa estruturada pela estratégia PECO: População - camadas de base e sub-base de pavimentos rodoviários e camadas granulares associadas; Exposição - incorporação de resíduo de cerâmica vermelha (RCV) em qualquer teor e processo de estabilização; Comparador - agregado natural britado, solo natural sem adição ou material convencionalmente empregado na camada; Desfecho - desempenho geotécnico e mecânico da camada e viabilidade “tecnoambiental” do emprego.

Critérios de inclusão. Resíduo sólido moído de cerâmica vermelha estrutural (tijolo, bloco, telha, lajota), de origem industrial ou de construção e demolição, em que a fração cerâmica é a variável dosada do estudo ou constitui fração declarada de no mínimo 30% do material reciclado; emprego em base, sub-base, reforço do subleito, subleito, ou estabilização de solos com finalidade rodoviária declarada; publicação entre 2020 e 2026; estudo primário com metodologia experimental ou de campo declarada; português, inglês ou espanhol; texto completo disponível.

Critérios de exclusão. Cerâmica branca e de revestimento; subprodutos de processo (lodo de polimento de porcelanato, cinza de by-pass, efluente líquido); materiais queimados em forno cerâmico que não constituam o produto cerâmico; resíduo de construção e demolição genérico sem discriminação da composição, ou com fração cerâmica minoritária e não dosada; emprego em matriz cimentícia ou aglomerada (concreto, argamassa, geopolímero, bloco intertravado) ou em revestimento asfáltico; publicação anterior a 2020; estudos secundários, trabalhos de conclusão de curso de graduação e estudos propositivos sem ensaios próprios; demais idiomas; texto completo indisponível.

A.2 Procedimentos de seleção e extração:

Condução e controle de viés. Revisão conduzida por revisor único, sem triagem em duplicata independente. Como controle, os critérios de elegibilidade foram fixados por escrito antes das buscas e mantidos sem alteração; cada exclusão foi registrada nominalmente, com motivo declarado, nas matrizes de triagem por base; e a aplicação dos critérios foi submetida a conferência assistida por ferramenta de inteligência artificial generativa, com revisão humana de cada divergência apontada.

Deduplicação. Conduzida na etapa de avaliação de elegibilidade, em três níveis: identidade de arquivo (resumo criptográfico), identidade bibliográfica (autoria, título, veículo, volume, número,

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

DOI) e sobreposição de conteúdo (versões preliminares, ampliadas ou derivadas de um mesmo trabalho).

Extração e síntese. Instrumento próprio derivado da estratégia PECO, registrando para cada estudo: teor ótimo, modo de emprego do resíduo, camada-alvo declarada, fator que fixou o limite superior, e a presença ou ausência de cada ensaio no delineamento - compactação, capacidade de suporte, expansão, limites de consistência, módulo de resiliência, deformação permanente, quebra de partículas, abrasão e esmagamento, caracterização mineralógica, verificação em campo, análise de ciclo de vida e análise de custo. Estudos do mesmo grupo de pesquisa, sobre o mesmo sistema de material e com autoria sobreposta, foram tratados como uma única linha de evidência - daí os 31 estudos corresponderem a 25 linhas independentes.

A.3 Estratégias de busca (27), por base-fonte:

Buscas realizadas entre março e junho de 2026, sem filtro temporal nas interfaces (recorte de 2020 a 2026 aplicado na avaliação de elegibilidade). No Google Acadêmico, a triagem por título limitou-se aos cerca de 50 primeiros registros de cada estratégia, ordenados por relevância; nas demais fontes, todos os registros devolvidos foram triados.

BDTD — Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (5 estratégias)

Nº	Estratégia como executada	Identif.	Selec.
B1	cerâmic* AND paviment*	17	5
B2	("resíduo cerâmico" OR "resíduos cerâmicos" OR "cerâmica vermelha") AND (pavimento OR pavimentação)	2	2
B3	("resíduo cerâmico" OR "cerâmica vermelha") AND (base OR "sub-base" OR subleito)	31	7
B4	(resíduo cerâmico OR cerâmica vermelha) AND (estabilização de solos)	4	3
B5	(agregado reciclado OR resíduo de construção) AND pavimento AND cerâmic	2	2
	Subtotal BDTD	56	19

Google Acadêmico (3 estratégias; triagem limitada às ~50 primeiras ocorrências por estratégia)

Nº	Estratégia como executada	Identif.	Selec.
G1	(resíduo de cerâmica vermelha OR resíduo cerâmico OR cerâmica vermelha) (pavimento OR pavimentação OR sub-base OR subleito OR estabilização de solos)	≈ 809	17
G2	("crushed clay brick" OR "recycled ceramic aggregate" OR "ceramic waste") (pavement OR "base course" OR subbase OR subgrade OR "soil stabilization")	≈ 4.090	38
G3	("residuo cerámico" OR "cerámica roja") (pavimento OR "estabilización de suelos" OR "base granular")	≈ 59	10
	Subtotal Google Acadêmico	≈ 4.958	65

Portal de Periódicos da CAPES (9 estratégias)

Nº	Estratégia como executada	Identif.	Selec.
C1	Resíduo de cerâmica vermelha AND pavimento OR pavimentação	9	7
C2	Resíduo cerâmico AND base OR sub-base OR subleito	13	7
C3	Agregado reciclado AND cerâmico OR pavimentação	16	9

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

C4	crushed clay brick AND pavement OR base course OR subbase	2	1
C5	recycled ceramic aggregate AND pavement OR unbound granular material	1	1
C6	ceramic waste AND soil stabilization AND road OR pavement	9	5
C7	"construction and demolition waste" AND ceramic AND base course	0	0
C8	residuo cerámico AND pavimento OR estabilización de suelos	5	3
C9	estabilização de solo AND resíduo cerâmico OR cerâmica vermelha	1	1
	Subtotal Portal de Periódicos CAPES	56	34

SciELO (10 estratégias)

Nº	Estratégia como executada	Identif.	Selec.
S1	"resíduo de cerâmica vermelha" AND (pavimento OR pavimentação)	2	2
S2	"resíduo cerâmico" AND ("base" OR "sub-base" OR "subleito")	2	2
S3	"estabilização de solo" AND ("resíduo cerâmico" OR "cerâmica vermelha")	2	2
S4	"agregado reciclado" AND cerâmic* AND pavimenta*	0	0
S5	"crushed clay brick" AND ("pavement" OR "base course" OR "subbase")	3	3
S6	"recycled ceramic aggregate" AND (pavement OR "unbound granular material")	0	0
S7	"ceramic waste" AND "soil stabilization" AND (road OR pavement)	0	0
S8	"construction and demolition waste" AND ceramic AND "base course"	0	0
S9	"residuo cerámico" AND (pavimento OR "estabilización de suelos")	0	0
S10	(resíduo de cerâmica vermelha OR RCV) OR (pavimento OR pavimentação)	145	32
	Subtotal SciELO	154	41

Total: 27 estratégias, aproximadamente 5.224 registros identificados, 159 selecionados por título, 155 avaliados em texto completo e 31 incluídos na síntese. Seis estratégias (cinco na SciELO e uma no Portal da CAPES) não devolveram registros, todas com terminologia internacional consagrada do campo, o que indica ausência de indexação dessa literatura nos acervos consultados, e não falha de formulação.

A.4 Relação bibliográfica dos 31 estudos incluídos (E01–E31):

Referências em ordem alfabética de autoria, com o código de identificação do estudo (E01 a E31) ao final, conforme adotado na síntese:

AGBELELE, C. R. T.; DOKO, V. K.; CHABI, E.; GANMAVO, B.; GIBIGAYE, M. Effect of ceramic waste valorization on the stabilization of Tori-Dokanmey ferralitic soil for road pavement layers in Benin. Civil and Environmental Engineering, Žilina, 2026. **(E31)**

ARIAS-TRUJILLO, J.; MATÍAS-SANCHEZ, A.; CANTERO, B.; LÓPEZ-QUEROL, S. Mechanical stabilization of aeolian sand with ceramic brick waste aggregates. Construction and Building Materials, v. 363, art. 129846, 2023. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2022.129846. **(E17)**

BLAYI, R. A.; OMER, B.; ABABAKR, F. A.; YASEEN, B. S.; JABER, A. M.; HISQEL, A. S. Impact of ceramic waste powder on the geotechnical properties of a clayey soil. Next Materials, v. 11, art. 101863, 2026. DOI 10.1016/j.nxmate.2026.101863. **(E16)**

DEBOUCHA, S.; AISSA MAMOUNE, S. M.; SAIL, Y.; ZIANI, H. Effects of ceramic wastes, marble powder and cement on the sub-base layer of pavements. Geotechnical and Geological Engineering, v. 38, p. 3331-3340, 2020. **(E04)**

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

DEBOUCHA, S.; ZIANI, H.; AMRIOU, A. Effect of ceramic waste and lime in road sub-base layer. Amsterdam: IOS Press, 2023. DOI 10.3233/ATDE230810. **(E05)**

DEBOUCHA, S.; ZIANI, H.; AMRIOU, A.; LAYACHI, G. Effects of ceramic waste and lime on permeability and consolidation in the pavement sub-base layer. In: AFRICAN REGIONAL CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING, 18., 2024, Argel. Anais [...]. Argel: Algerian Geotechnical Society, 2024a. **(E07)**

DEBOUCHA, S.; ZIANI, H.; AMRIOU, A.; MAHERZI, W.; DEBOUCHA, W. Influence of ceramic waste and cement on the mechanical and hydraulic properties, and microstructure of the road sub-base layer. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, v. 19, n. 3, p. 132-157, 2024b. DOI 10.7250/bjrbe.2024-19.645. **(E06)**

GOUDA, M. A. et al. Enhancing subgrade properties of black cotton soil through the combined use of sugarcane bagasse ash and ceramic waste powder. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, v. 1326, art. 012118, 2024. DOI 10.1088/1755-1315/1326/1/012118. **(E15)**

HIDALGO, C. et al. Brick dust and fly ash as subgrade stabilizer for Low Traffic Volume Roads: laboratory and test track evaluation. Revista Ingeniería de Construcción, v. 39, n. 2, p. 112-126, 2024. DOI 10.7764/RIC.00110.21. **(E11)**

HIDALGO, C.; CARVAJAL, G.; HINCAPIE, A.; MUÑOZ, F.; HERNÁNDEZ, M. Ground improvement by construction and demolition waste (CDW) soil mixture replacement. Buildings, v. 13, n. 3, art. 779, 2023. DOI 10.3390/buildings13030779. **(E12)**

IQBAL, M. R.; KAWAMOTO, K.; UCHIMURA, T.; NGUYEN, T. D.; TON, T. K.; NGUYEN, V. T.; NGUYEN, H. G. Compaction characteristics and CBR of sludge blended with recycled clay bricks for road subgrade application. International Journal of GEOMATE, v. 19, n. 75, p. 133-143, 2020. **(E08)**

ISLAM, M. M.; HASAN, M. S. Potential of recycled materials as a replacement of conventional aggregate for base or sub-base construction. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CIVIL ENGINEERING FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 7., 2024, Khulna. Anais [...]. Khulna: Khulna University of Engineering and Technology, 2024. **(E19)**

LIMA, D. A. Estabilização alcalina de um solo granular com resíduo de telha esmaltada e cal de carbureto ativados com silicato e hidróxido de sódio. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022. **(E03)**

LIMA, G. E. S.; VICENTE, A. P.; FAGUNDES, L. S.; CABRAL, G. L. L.; CRUZ, T. A.; TASHIMA, M. M. Estabilização física de solo laterítico arenoso utilizando resíduos cerâmicos. Matéria (Rio de Janeiro), v. 25, n. 4, e-12876, 2020. DOI 10.1590/S1517-707620200004.1176. **(E24)**

LOTERO CAICEDO, A. Melhoramento de um solo granular por ativação alcalina de resíduos de cerâmica vermelha e cal de carbureto. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. **(E01)**

MANRICH, S. et al. Avaliação do comportamento geotécnico de um solo de Porto Velho/RO após adição de resíduo cerâmico vermelho. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 14, n. 3, 2022. **(E26)**

MARTINATTO, L. Comportamento de um solo arenoso estabilizado com álcali ativação visando a pavimentação. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. **(E02)**

MISHRA, M. P.; SHAHANE, H. A. Effect of tiles waste and fly ash brick waste on permeability and strength of lower granular subbase material. In: INDIAN GEOTECHNICAL CONFERENCE, 2019. Proceedings [...]. Singapore: Springer, 2021. p. 359-367. (Lecture Notes in Civil Engineering, v. 134). DOI 10.1007/978-981-33-6370-0_32. **(E22)**

MOHAMMED, K.; GUDINA, O.; JEMAL, A.; GEREMEW, A. The comparative experimental studies on the suitability of ceramic waste aggregate and recycled asphalt pavement aggregate as an alternative for base course material. Journal of Civil Engineering, Science and Technology, v. 13, n. 2, p. 160-171, 2022. DOI 10.33736/jcest.4781.2022. **(E18)**

NASCIMENTO, L. H. F. do; KÜHN, V. de O.; JESUS, S. C. de; CORREIA, N. de S. Análise de quebra de grãos de misturas de solo com resíduos de construção civil para camadas de pavimento. Revista Tecnológica, Maringá, v. 29, n. 2, p. 526-540, 2020. DOI 10.4025/revtecnol.v29i2.52110. **(E30)**

NIFANA, A.; PALANIKUMAR, K. Stabilization of expansive soil using ceramic powder. Journal of the Balkan Tribological Association, v. 28, n. 2, p. 305-315, 2022. **(E13)**

ISSN: 2965-0399 REVISTA CONEXÕES
V. 1, 2026
Revista dos cursos de Graduação e Pós-graduação da Faculdade Única de Ipatinga na modalidade EaD

ONYELOWE, K. C. et al. Resilient modulus and deviatoric stress of stabilized soils treated with crushed ceramic waste for pavement subgrade construction. Építőanyag: Journal of Silicate Based and Composite Materials, v. 72, n. 3, 2020. **(E09)**

ORTIZ QUISPE, W. Diseño y mejoramiento de subbase de pavimento con ceniza de Queñoa y desperdicios ladrilleros triturados en la carretera Juliaca-Coata, 2024. Revista Veritas de Difusão Científica, v. 5, n. 3, p. 2106-2129, 2025. DOI 10.61616/rvdc.v5i3.332. **(E23)**

SABER, M.; IRAVANIAN, A. Utilization of residual ceramic powder in the stabilization of clayey soils. International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology, v. 13, n. 1, p. 68-80, 2022. **(E10)**

SANTOS, L. R. S.; CAETANO, M. R.; SANTOS, J. S.; SOUZA FILHO, H. L. de; TEIXEIRA, O. G. Aproveitamento de resíduos de cerâmica vermelha para fins de composição de camadas de subleito de pavimentos asfálticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, 20., 2020, Campinas. Anais [...]. Campinas: ABMS, 2020. DOI 10.4322/cobramseg.2022.0625. **(E29)**

SANTOS, M. V. dos; SOUZA, W. M. de; RIBEIRO, A. J. A. Análise da aplicabilidade do resíduo de cerâmica vermelha na pavimentação. In: ENCONTRO NACIONAL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO, 7., 2023. Anais [...]. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2023. v. 7, n. 1, p. 202-207. **(E28)**

SHARMA, A. Utilization of fly ash and waste ceramic in improving characteristics of clayey soil: a laboratory study. Geotechnical and Geological Engineering, v. 38, p. 5327-5340, 2020. **(E14)**

SHOURAV, S. I.; CHAKRABARTTY, M. Usage of concrete wastes with additional ceramic wastes as road sub-base material. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN CIVIL ENGINEERING, 7., 2024, Chattogram. Anais [...]. Chattogram University of Engineering and Technology, 2024. **(E20)**

SILVA, J. A. et al. Análise dos resíduos do pó da cerâmica vermelha, brita e pedra morisca, como estabilizantes nas camadas de infraestrutura de pavimentação. Revista do Tribunal de Contas do Estado do Piauí, v. 27, n. 1, 2023. **(E27)**

SILVA, P. B.; ANGULO, S. C.; MOTTA, R.; BERNUCCI, L. L. B. Pozzolanic reaction of recycled cementitious and red ceramic-waste aggregates with hydrated lime for pavement base layer. Journal of Materials in Civil Engineering, v. 35, n. 2, art. 04022422, 2023. DOI 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0004579. **(E21)**

SOUSA, F. C. et al. Potential for replacement of Portland cement by ceramic residue in the soil-cement mixture for application in paving layer. Journal of Interdisciplinary Debates, v. 2, n. 1, 2021. **(E25)**