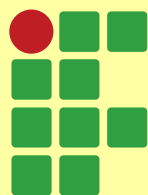


Pro&Tech

1ª MOSTRA VIRTUAL



INSTITUTO FEDERAL
Pará
Campus Belém



Campus Belém
6913

INSTITUTO FEDERAL

I Mostra Virtual do IFPA Campus Belém de Produtos Tecnológicos, 2025

1ª Edição

Instituto Federal do Pará, Campus Belém©

Comissão Organizadora da Mostra: Laércio Gouvêa Gomes (Presidente), Charles da Rocha Silva (Vice-presidente), Vitor Hugo Lopes Branco, Jean Guilherme Guimarães Bittencourt, Simone Nazaré da Silva Coutinho, Gabriela Negrão Costa.

Capa: Rubens Pinheiro Cunha e Carlos Vitor da Silva, ASCOM Belém

Revisão: Vitor Hugo Lopes Branco e Simone Nazaré da Silva Coutinho

Digramação e Editoração: Gabriela Negrão Costa e Rubens Pinheiro Cunha

Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (DPPI)

Coordenação de Pesquisa e Inovação (CPI)

Núcleo de Difusão de Tecnologia, Pesquisa e Inovação (NDTPI)

Núcleo Editorial de Periódicos Científicos (NEPC)

Av. Almirante Barroso, 1155 - Bairro do Marco. Belém - Pará. CEP: 66093-020

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

P962 Pro&Tech : mostra virtual de produtos tecnológicos do IFPA Campus Belém / Organizadores, Laércio Gouvêa Gomes... [et al.]. — 1. ed. — Belém : IFPA, 2025.
19 p. : il. ; color.

Publicação digital: e-Book - formato PDF

Vários autores

ISBN: 978-65-986679-0-0

1. Difusão de inovações. 2. Inovação tecnológica. 3.
Propriedade intelectual. I. Gomes, Laércio Gouvea. II. Título.

CDD 23. ed.: 338.064098115

Editorial

A COVID-19 mudou os paradigmas das revistas científicas e tecnológicas e até de exposições técnico-científicas. Após a suspensão de confinamento, ficaram os questionamentos, como faremos exposição de novos desenvolvimentos técnicos, científicos e tecnológicos. A Diretoria Geral do Campus Belém do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA por meio da Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação optou por fazer a exposição de produtos tecnológicos em ambiente virtual.

A discussão será ampla sobre como expor pesquisas e trabalhos técnico-científicos no ambiente da Internet. É perceptível que esse debate, tão marcante, esquentou, conforme se consolidaram as opções de publicações nas redes sociais e espaços corporativos de mídias digitais. Uma das alternativas para exposições de obras tecnológicas desenvolvidas no IFPA - Campus Belém está sendo apresentada a comunidade, a I Mostra Virtual de Produtos e Tecnologias - Pro&Tech com a marca do Campus Belém.

A atuação de pesquisadores tem sido, na maioria das vezes, pautada em exposições presenciais, emergenciais e até mesmo de forma improvisada. Diante da urgência em encontrar soluções expográficas para ocupar o ambiente da Internet, a I Mostra Virtual do Pro&Tech do Campus Belém apresenta-se como uma das alternativas pensada e proposta para uma situação de expografia para o virtual, ou seja, sem cair no lugar comum de revistas, livros, guias, catálogos entre outras opções virtuais.

Nesta I edição do Pro&Tech apresentam-se uma sequência de produtos tecnológicos desenvolvidos nos ambientes do IFPA - Campus Belém com textos, imagens e fotos apresentando os resultados de projetos de pesquisas, artigos publicados e outros tipos de produções geradas por pesquisadores deste Campus Belém.

Na primeira exposição da mostra de Produtos e Tecnologias - Pro&Tech intitulado "Downdrafts e o Transporte Vertical de Ozônio na Amazônia Central: Análises Experimentais e Simulações Numéricas", de Gilmar Henrique Santana da Silva, Cléo Quaresma Dias Júnior, Flávio Augusto D'Oliveira e Carla de Souza Farias. Os autores tratam estudo investigativo da relação entre eventos de downdrafts e variações nas concentrações superficiais de O₃ na Amazônia Central, combinando dados observacionais do projeto GoAmazon <https://www.gov.br/inpa/pt-br/Pesquisa/projeto-goamazon>.

Já em "Cimento Portland com Resíduos (CP R) da Indústria de Celulose e Papel na Região Amazônica", de Marco Antônio Barbosa de Oliveira, Edna Possan e Marcelo de Sousa Picanço, apresentam o Cimento Portland com Resíduos, denominado CP R, que traz uma proposta de aproveitamento dos resíduos da indústria de celulose e papel como materiais cimentícios suplementares para a indústria do cimento.

"Técnica experimental para medição da capacidade de adesão de ligas de soldagem de baixo ponto de fusão em substrato utilizado em componentes microeletrônicos", de Emerson de Jesus da Silva Braga, Melquizedeq Barbosa Carlos, José Marcelino da Silva Dias Filho e Thiago Antônio Paixão de Sousa Costa, foca na proposta de apresentação de uma técnica experimental para quantificar de maneira objetiva e padronizada a capacidade de adesão de soldas de baixo ponto de fusão utilizadas em componentes microeletrônicos.

Nesta exposição da mostra do Pro&Tech, a "Tecnologia de Argamassas com Resíduos de Pneus para Piso Podotátil: Solução de Acessibilidade", de Marta Marielly Gomes da Silva, Rafaela Mendes Rodrigues, Marcus Murilo Almada da Silva, Eva de Loureiro Cardoso, Ricardo Borges de Sousa, Jediane Raissa Vieira Nascimento, Eliza Elena Oliveira Teixeira, Ione Rocha Pinho, Lucas Gabriel Andrade dos Santos, Alessandro de Castro Corrêa e Laércio Gouvêa Gomes, expõe as pesquisas desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa de Tecnologia em Materiais, Estruturas e Construção (GPTECMC), que vem desenvolvendo pesquisas com resíduos provenientes da recauchutagem de pneus para a confecção de argamassas e como produto: piso podotátil como solução tecnológica para acessibilidade.

Finalmente, "Desenvolvimento de Perfis Estruturais em Compósitos de Matriz Poliuretana Reforçado com Fibras Naturais de Juta", de Márcio Leite de Souza e Jean da Silva Rodrigues, apresentam o desenvolvimento de perfis estruturais em material compósito com matriz poliuretano derivada do óleo de mamona, reforçados com fibras naturais de juta oriundas da região amazônica, sua finalidade é para aplicações em que a isolamento elétrica é necessária e essencial.

Ao integrar ciência, inovação e sustentabilidade, a primeira mostra virtual Pro&Tech, portanto, evidencia a capacidade inventiva e aplicada dos pesquisadores da Instituição e reafirma o compromisso do IFPA - Campus Belém, abrindo novos horizontes para a difusão digital, com promoção do conhecimento e contribuição para o desenvolvimento regional por meio da ciência aplicada.



Hélio Antônio Lameira de Almeida
Diretor Geral do Campus Belém



Laércio Gouvêa Gomes
Diretor de Pesquisa, Pós-Graduação
e Inovação do Campus Belém.

Sumário

- 5 DOWNDRAFTS E O TRANSPORTE VERTICAL DE OZÔNIO NA AMAZÔNIA CENTRAL: Análises experimentais e simulações numéricas.**
Cléo Quaresma Dias Júnior, Gilmar Henrique Santana da Silva, Flávio Augusto D'Oliveira, Carla de Souza Farias.
- 7 CIMENTO PORTLAND COM RESÍDUOS (CP R) DA INDÚSTRIA DE CELULOSE E PAPEL NA REGIÃO AMAZÔNICA.**
Marco Antonio Barbosa de Oliveira, Edna Possan. Marcelo Sousa Picanço.
- 9 TÉCNICA EXPERIMENTAL PARA MEDIÇÃO DA CAPACIDADE DE ADESÃO DE LIGAS DE SOLDAGEM DE BAIXO PONTO DE FUSÃO EM SUBSTRATO UTILIZADO EM COMPONENTES MICROELETRÔNICOS.**
Thiago Antônio Paixão de Sousa Costa, Emerson de Jesus da Silva Braga, Melquizedeq Barbosa Carlos, José Marcelino da Silva Dias Filho.
- 13 TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS COM RESÍDUOS DE PNEUS PARA PISO PODOTÁTIL: Solução de acessibilidade.**
Laércio Gouvêa Gomes, Alessandro de Castro Corrêa, Marta Marielly Gomes da Silva, Rafaela Mendes Rodrigues, Marcus Murilo Almada da Silva, Eva de Loureiro Cardoso, Ricardo Borges de Sousa, Jediane Raissa Vieira Nascimento, Eliza Elena Oliveira Teixeira, Ione Rocha Pinho, Lucas Gabriel Andrade dos Santos.
- 16 DESENVOLVIMENTO DE PERFIS ESTRUTURAIS EM COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIURETANA REFORÇADO COM FIBRAS NATURAIS DE JUTA.**
Jean da Silva Rodrigues e Márcio Leite de Souza.

Downrafts e o Transporte Vertical de Ozônio na Amazônia Central: Análises Experimentais e Simulações Numéricas

Gilmar Henrique Santana da Silva
Cléo Quaresma Dias Júnior
Flávio Augusto D'Oliveira
Carla de Souza Farias

Resumo:

Este trabalho analisou as concentrações superficiais de ozônio (O_3) na Amazônia central, para entender como os eventos de downrafts (ventos descendentes) que transportam massa de ar para a superfície, afetam a concentração de O_3 , e consequentemente a saúde humana e de ecossistemas. A pesquisa utilizou dados medidos pelo projeto GoAmazon (2014-2015) e detectou 73 downrafts em dois anos: 50% aumentaram o O_3 superficial, e 50% reduziram ou não alteraram. Observou-se, através de alguns estudos de caso, simulados com o modelo WRF (Weather Research and Forecasting) que a direção do vento apresentou papel importante tanto nos episódios de aumento, quanto de diminuição de O_3 . É a primeira vez que um estudo mostra que os episódios de downrafts podem reduzir a concentração superficial de O_3 . Anteriormente, todos os trabalhos associavam downrafts com aumento de O_3 .

4

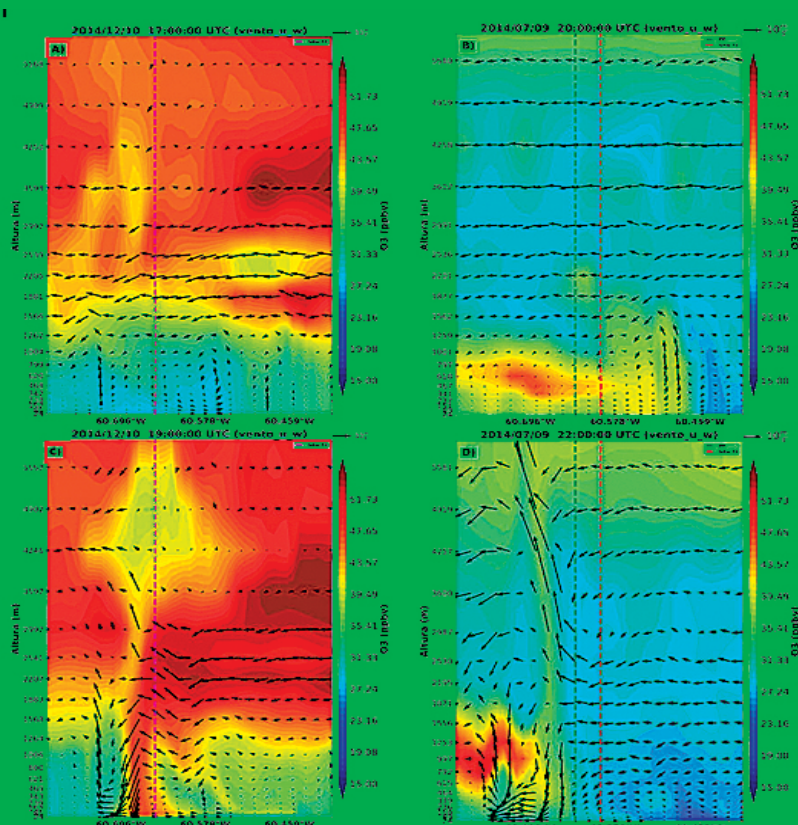


Figura 1 - Perfil vertical do vento com concentração de O_3 para os dias 09/07/2014 às 20h00 UTC a 22h00 UTC e 10/12/2014 às 17h00 UTC a 19h00 UTC, com as concentrações de O_3 com cores preenchidas e a componente u do vento horizontal e a componente w do vento vertical multiplicado por 10.

Descrição

// Ciências Exatas e da Terra - Geociências //

O WRF é um modelo numérico de previsão do tempo de mesoescala avançado e amplamente utilizado, projetado para aplicações tanto de pesquisa atmosférica quanto operacional. O WRF é um sistema flexível, de código aberto e altamente modular, que permite simulações de alta resolução de fenômenos meteorológicos, como tempestades, furacões e interações superfície-atmosfera Skamarock et al. (2019). Ele emprega uma estrutura de grade aninhada e oferece suporte a uma variedade de esquemas de parametrização física, incluindo radiação, microfísica de nuvens, processos de camada limite e convecção, adaptáveis às diferentes escalas espaciais e temporais.

O Modelo WRF é utilizado para descrever as condições atmosféricas que é baseado em um conjunto de equações que representam princípios físicos fundamentais, como a conservação da massa (equação da continuidade), a conservação de energia (primeira lei da termodinâmica) e a conservação do movimento (segunda lei de Newton). Além disso, incluem o princípio de conservação da quantidade de água e outros conceitos relacionados à atmosfera.

Resultados Alcançados

Este estudo investigou a relação entre eventos de downdrafts e variações nas concentrações superficiais de O_3 na Amazônia Central, combinando dados observacionais do projeto GoAmazon <https://www.gov.br/inpa/pt-br/pesquisa/projeto-goamazon>. Foi constatado que a origem do aumento ou diminuição de O_3 próximo à superfície, durante a ocorrência de downdraft, está diretamente relacionada à concentração de O_3 presente nas massas de ar descendentes. Os casos de aumentos foram associados à presença de "plumas" ricas em O_3 na média troposfera (Figura 1a), transportadas para a superfície pelos downdrafts (Figura 1c), resultando em incrementos médios entre 10 ppbv a 21 ppbv. Em contraste, os eventos de redução de O_3 foram atribuídas ao transporte de uma camada de ar fria, seca e "pobre" em O_3 para a superfície (Figura 1b e 1d), evidenciado pela queda de 30 ppbv a 20 ppbv nas concentrações médias de O_3 . A importância de verificar a origem dessas plumas "ricas" ou "pobres" em O_3 na média troposfera indicam que, se a média ou alta troposfera estiverem muito poluídas, ocorrerão aumentos superficiais de O_3 durante a ocorrência de downdrafts, caso contrário ocorrerá redução superficiais de O_3 . Além disso, nota-se que quando a direção do vento é de leste para oeste há um transporte horizontal de uma camada de ar mais poluída de O_3 para a região investigada, favorecendo episódios de diminuição de O_3 durante a ocorrência de downdrafts (Figura 1c). Caso contrário, quando a direção do vento é de oeste para leste (Figura 1b) o escoamento horizontal carrega consigo uma massa de ar limpa de O_3 , favorecendo o aumento de O_3 durante a ocorrência de downdrafts.

Cimento Portland com resíduos (CP R) da indústria de celulose e papel na Região Amazônica

Marco Antonio Barbosa de Oliveira
Edna Possan
Marcelo de Sousa Picanço



Resumo:

O cimento Portland com resíduos, denominado CP R, promove uma simbiose entre a indústria cimenteira e a indústria de celulose e papel, em que ambas, ocupam lugar de destaque no cenário nacional, que propiciam ao Brasil ficar em considerável posição do ranking mundial. O CP R está alinhado, com a estratégia de redução da emissão dos gases de efeito estufa, visto que ambas as indústrias promovem impactos ambientais, visto que traz uma proposta de aproveitamento dos resíduos da indústria de celulose e papel como materiais cimentícios suplementares.

Figura1 - Alíquotas de amostras de CP



Fonte: Autor (2025)

// Engenharias //

Descrição

As diversas combinações binárias e ternárias de CP R foram obtidas a partir de projeto de experimentos de misturas, sendo submetido à avaliação das propriedades no estado anidro ou hidratado (pasta) ou na condição endurecida, por meio de equipamentos modernos, que foram capazes de fornecer refinadas respostas de caracterizações e análises físicas, químicas, mineralógicas, térmicas, reológicas, microestruturais, ambientais, mecânicas e difusão de CO₂. A indústria geradora dos resíduos está próxima da indústria de cimento, e ambas estão instaladas na Região Amazônica. Têm-se resíduos gerados em volumes suficientes para sua utilização como subproduto na cadeia da indústria de cimento, o que garante a viabilidade técnica.

Resultados Alcançados

O Cimento Portland com resíduos da indústria de celulose e papel, após uma avaliação intensa e abrangente, apresentou resultados que atendem as normativas nacionais para classificação em três tipos de cimento Portland com diversas possibilidades de combinações de misturas binárias e ternárias, portanto uma oportunidade de produção promissora em teste em escala industrial. Deste modo, contribuir com a destinação sustentável e agregar valor aos resíduos como adições minerais na produção de cimento Portland, desta maneira contribuir no cerne da agenda ambiental com as políticas, ações e diretrizes voltadas para redução de emissões de CO₂ na indústria de cimento.

Figura 2 - Corpos de prova de argamassas com CP R.



Fonte: Autor (2025)

Técnica experimental para medição da capacidade de adesão de ligas de soldagem de baixo ponto de fusão em substrato utilizado em componentes microeletrônicos.

Thiago Antônio Paixão de Sousa Costa
Emerson de Jesus da Silva Braga
Melquizedeq Barbosa Carlos
José Marcelino da Silva Dias Filho

Resumo:

O bom contato das ligas de soldagem com os substratos é fator fundamental para manter os componentes eletrônicos acoplados e íntegros. Atualmente os ensaios de molhabilidade correspondem à técnica experimental mais amplamente empregada para a avaliação da interação entre as ligas de soldagem e os materiais que constituem as trilhas das placas de equipamentos eletrônicos. No entanto, esses ensaios não geram como resultado, de fato, a capacidade em que uma liga adere à superfície do substrato, isto é, não fornece um parâmetro objetivo da energia/tensão necessária para romper a união entre a solda e o material de conexão. Nesse sentido, a presente pesquisa propõe uma técnica experimental para quantificar de maneira objetiva e padronizada a capacidade de adesão de soldas de baixo ponto de fusão utilizadas em componentes microeletrônicos. A princípio, duas chapas de substrato, com dimensões iguais e pré-estabelecidas, são posicionadas no interior de um molde metálico bipartido idealizado e dimensionado nesta pesquisa, formando o conjunto chapas/molde. No interior deste conjunto é depositado a liga de soldagem no estado líquido, que ao solidificar irá aderir às duas chapas de substrato e formará um corpo de prova (CP) substrato solda substrato. Os Cps são submetidos a ensaio de tração, e a partir da carga cisalhante máxima suportada e suas respectivas área de solda, determina-se a capacidade de adesão da liga de soldagem ao substrato.

9

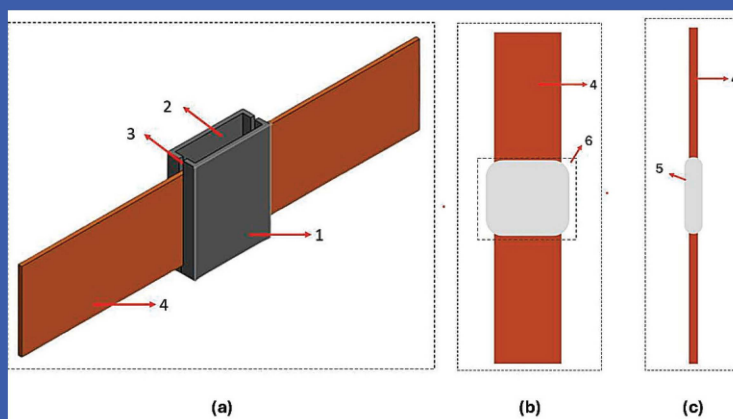


Figura 1 - (a) Vista isométrica do conjunto substrato/molde e corpo de prova substrato/solda em vista frontal (b) e vista lateral (c), em que metálico bipartido; (2) interior vazado do molde; (3) cortes para posicionamento das chapas do substrato; (4) substrato; (5) material depositado (cordão de solda); (6) área de contato do cordão de solda.

Descrição

// Engenharias/ Engenharia de Materiais e Metalúrgicas" //

A tecnologia desenvolvida consiste em um método experimental inovador para mensurar de forma objetiva e padronizada a adesão de ligas de soldagem a substratos metálicos. Esse processo visa substituir ou complementar os tradicionais ensaios de molhabilidade, que apresentam limitações quanto à análise da interação entre a liga de soldagem e a superfície do material de contato.

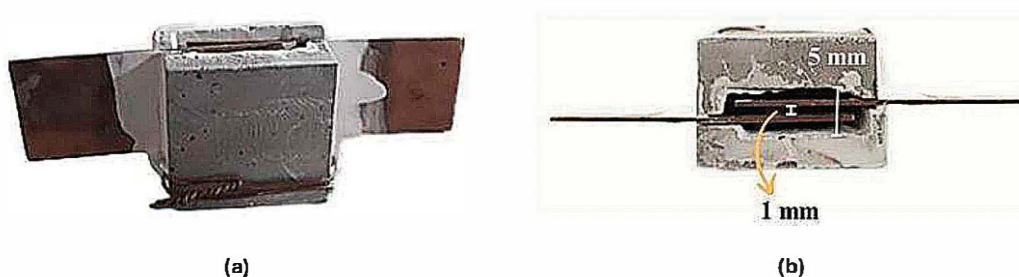
A caracterização dessa tecnologia se dá no contexto da indústria de microeletrônica e manufatura de componentes eletrônicos, com aplicações voltadas para a melhoria da confiabilidade de dispositivos que dependem da qualidade das uniões soldadas. O estudo e desenvolvimento foram realizados em um ambiente laboratorial especializado em materiais metálicos e processos de soldagem. O período de desenvolvimento abrangeu pesquisas experimentais e testes conduzidos ao longo de meses, permitindo a validação da metodologia proposta. A população-alvo desse avanço tecnológico inclui pesquisadores da área de engenharia de materiais, fabricantes de eletrônicos, laboratórios de controle de qualidade e indústrias que necessitam de processos confiáveis de soldagem.

Dentre as vantagens da tecnologia desenvolvida, destaca-se a obtenção de um parâmetro quantitativo e reprodutível para avaliar a adesão das soldas a qualquer substrato metálico. O método proposto utiliza um molde bipartido que permite a deposição e solidificação da liga de soldagem entre duas chapas metálicas, formando um corpo de prova padronizado. Esse corpo de prova é submetido a um ensaio de tração, no qual se determina a carga cisalhante máxima suportada, possibilitando o cálculo da capacidade de adesão da solda ao substrato.

Dessa forma, o procedimento reduz a subjetividade das análises, permitindo a comparação objetiva entre diferentes ligas de soldagem, diferentes substratos e diferentes condições de soldagem.

Do ponto de vista pedagógico, essa inovação contribui para a formação de profissionais capacitados no uso de metodologias experimentais mais precisas, auxiliando no ensino e na pesquisa em engenharia de materiais e processos de fabricação. Socialmente, a tecnologia impacta positivamente na qualidade e segurança dos produtos eletrônicos, garantindo maior confiabilidade em dispositivos essenciais para diversas aplicações, desde equipamentos médicos até sistemas de telecomunicação e informática. No âmbito mercadológico, essa inovação pode ser um diferencial competitivo para empresas do setor, possibilitando a certificação da qualidade das soldas e a otimização dos processos produtivos, reduzindo falhas e retrabalhos.

Figura 2 - Conjunto substrato/molde em foto frontal (a) e superior (b).



Fonte: Autor (2025).

Portanto, a metodologia desenvolvida representa um avanço significativo para a caracterização da adesão das ligas de soldagem, preenchendo uma lacuna existente nos métodos tradicionais e oferecendo benefícios tanto para a indústria quanto para a pesquisa acadêmica.

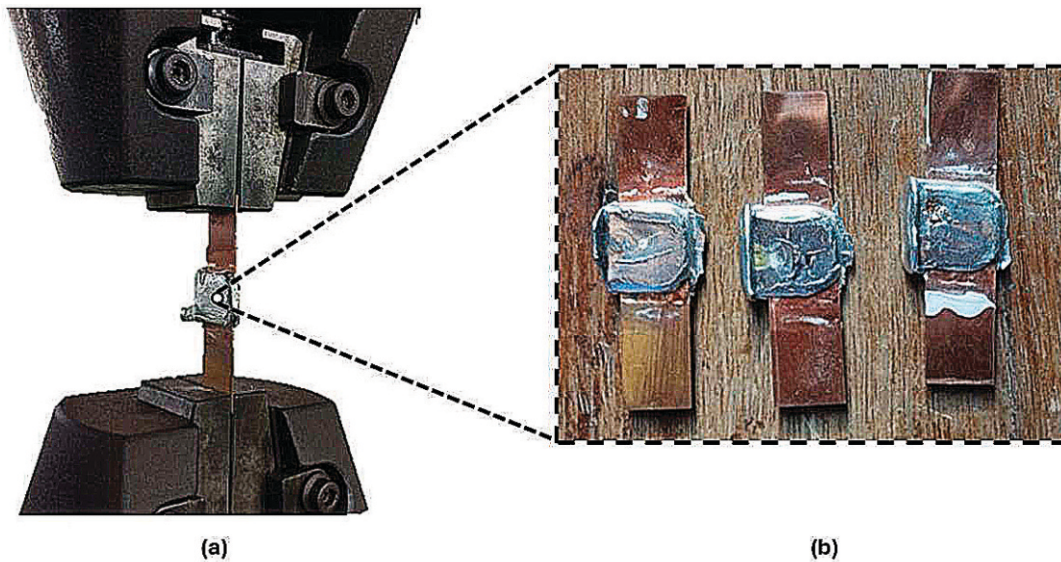
Resultados Alcançados

Os ensaios experimentais comprovaram que a técnica proposta permite quantificar de forma confiável a adesão das ligas de soldagem ao substrato. A técnica permitiu a comparação objetiva e quantitativa entre três ligas soldadas em substrato de cobre: a liga comercial Sn-40%Pb e as ligas alternativas Sn-5%Sb-0,5%Cu e Sn-2%Sb-0,2%Cu, desenvolvidas como opções livres de chumbo, um material nocivo ao meio ambiente e à saúde humana.

Os testes demonstraram que a liga Sn-40%Pb apresentou a maior capacidade de adesão entre as ligas avaliadas, em torno de 2,5 vezes superior à liga Sn-2%Sb-0,2%Cu. Já a liga Sn-5%Sb-0,5%Cu teve um desempenho intermediário, alcançando aproximadamente 73% da adesão da liga comercial, indicando que pode ser uma alternativa viável e ambientalmente sustentável para substituir a liga convencional. Portanto, a técnica experimental proposta nesta pesquisa permitiu a determinação de valores absolutos para a adesão de cada uma das ligas investigadas. Seguindo padrões metodológicos rigorosos, foi possível realizar comparações quantitativas e objetivas entre as ligas, fornecendo dados concretos para a tomada de decisão e a escolha do melhor material para a aplicação desejada.

O impacto econômico dessa tecnologia se reflete na redução de falhas em processos de soldagem e na correta seleção do material, considerando o par solda/substrato, garantindo maior eficiência produtiva e diminuição de retrabalho em indústrias eletrônicas. Socialmente, contribui para o desenvolvimento de produtos mais confiáveis, essenciais para setores como saúde e telecomunicações. Ambientalmente, a padronização do processo reduz o desperdício de materiais e melhora a eficiência do uso de insumos. No longo prazo, essa inovação pode fomentar o desenvolvimento de novas ligas e processos que atendam às demandas da indústria de maneira mais sustentável e eficiente.

Figura 3 - (a) Fixação do corpo de prova para ensaio de tração; (b) Corpos de prova.



Fonte: Autor (2025)

Tecnologia de Argamassas com Resíduos de Pneus para Piso Podotátil: Solução de Acessibilidade

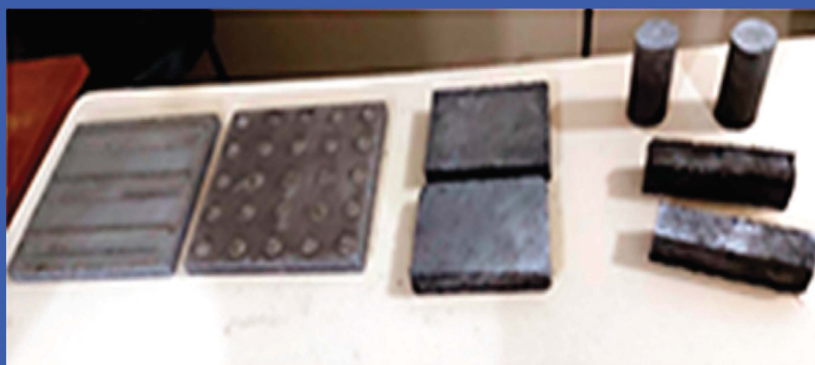
Laércio Gouvêa Gomes
Alessandro de Castro Corrêa
Marta Marielly Gomes da Silva
Rafaela Mendes Rodrigues
Marcus Murilo Almada da Silva
Eva de Loureiro Cardoso
Ricardo Borges de Sousa
Jediane Raissa Vieira Nascimento
Eliza Elena Oliveira Teixeira
Ione Rocha Pinho
Lucas Gabriel Andrade dos Santos

Resumo:

A Engenharia de materiais do Campus Belém do Instituto Federal do Pará vem assumindo um papel importante no cenário nacional, pois busca avançar tecnologicamente no desenvolvimento de novos materiais para atender aos arranjos produtivos regionais. O Grupo de Pesquisa de Tecnologia em Materiais, Estruturas e Construção (GPTECMEC) do Campus Belém do IFPA vem desenvolvendo pesquisa com argamassa e concreto incorporando resíduos provenientes da recauchutagem de pneus para a moldagem de produtos cimentícios. Argamassas são materiais de construção porosos com aplicações diversas, em sua grande maioria, são compostas por cimento, areia, cal, aditivos, adições e água. Encontrar materiais alternativos que substituam os materiais tradicionais constituintes de argamassas, além de sustentável ambientalmente, é um dos grandes desafios lançados aos engenheiros de materiais. Pesquisas foram desenvolvidas a fim de buscar a combinação ideal de materiais cimentícios incorporando resíduos de pneus, suas propriedades físicas e mecânicas são distintas dos insumos de fontes naturais. Aflui-se nesta publicação a produção de novos compósitos cimentícios, mais econômicos e duráveis, fundamentais para redução no consumo de materiais provenientes do meio ambiente, atendendo aos requisitos de sustentabilidade.

13

Figura 1 - Compósitos Cimentícios com resíduos de pneus.



Fonte: Autor (2025)

Descrição

// **Engenharias/
Engenharia
de Materiais e
Metalúrgicas"** //

O Grupo de Pesquisa de Tecnologia em Materiais, Estruturas e Construção (GPTECMEC), vem desenvolvendo pesquisa com resíduos industriais e outros resíduos como os provenientes da recauchutagem de pneus para a confecção de argamassas e concreto (GOMES, 2018; SANTOS et al., 2019; SILVA et al., 2019; GOMES JR. e GOMES, 2020; GORAYEB JR et al., 2023).

Foram produzidas argamassas com resíduos de pneus para moldagem de piso podotátil. Os materiais utilizados para a preparação das argamassas são cimento Portland CP II F 32; areia fina como agregado miúdo, os resíduos de pneus doados pela indústria de recauchutagem de pneus, fornecidas por empresa parceira; aditivo plastificante para melhorar a trabalhabilidade, doados pela TOTALMIX Controle Tecnológico.

A densidade e a absorção de água da areia foram obtidas por meio dos procedimentos definidos na ABNT NBR 16916:2021 e determinação da massa unitária e do índice de vazios pela ABNT NBR 16972:2021. As composições granulométricas do agregado miúdo foram determinadas de acordo com a ABNT NBR 17054:2022. A conformidade dos agregados destinados a produção de argamassas foi avaliada de acordo com a ABNT NBR 7211:2002. Os resíduos de borracha de pneus também foram analisados no Difrátômetro de Raios-X, buscando avaliar seu grau de material amorfo.

As misturas das argamassas foram realizadas por meios de substituição da areia por resíduos de pneus, variando a cada 2,5%, de 0% até 20%, alcançando 30% e chegando a substituição de 50% e até 100%.

Os procedimentos experimentais para caracterização, dosagem, mistura, moldagem e ruptura dos corpos-de-prova foram realizados conforme as recomendações normativas para cada situação e seguindo os estudos já desenvolvidos no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais – PPGEMAT. Os experimentos ocorreram, em sua maioria, nos Laboratórios do Campus Belém do Instituto Federal do Pará.

Resultados Alcançados

Os resultados geraram apresentações em eventos científicos regionais e nacionais. A utilização de resíduos provenientes da recauchutagem de pneus para argamassas de piso podotátil, é uma prática altamente benéfica à logística reversa dos pneus, podendo contribuir de forma significativa para redução desse passivo ambiental.

A resistência à compressão axial e de tração na flexão foram reduzidas em relação à argamassa de referência (ARG0RP), isto se deve à baixa aderência presente em alguns pontos entre a fibra de borracha e a matriz cimentícia.

Ao compararmos os resultados obtidos nos ensaios de compressão axial, conclui-se que a argamassa com 5% de resíduo de pneu (ARG5RP) apresenta-se como a mais vantajosa, pois, apesar de apresentar uma redução na resistência à compressão axial de 32% em relação ao teor de substituição de 2,5% (ARG2.5RP), e de 37% em relação à argamassa de referência (0% de substituição, ARG0RP), consegue incorporar uma maior quantidade de resíduos de pneu, além de atender aos limites de resistência estabelecidos em normas da ABNT.

Por fim, conclui-se que o objetivo destes trabalhos foram alcançados com sucesso, pois foi possível avaliar os efeitos da substituição parcial de agregado miúdo por resíduos de recauchutagem de pneus nas propriedades mecânicas de argamassas destinadas à confecção de piso podotátil, para baixas solicitações mecânicas. Além de diminuir o impacto ambiental em relação à fabricação da argamassa tradicionalmente usada nessas placas, reduzindo a quantidade de areia extraída dos leitos dos rios e reaproveitando resíduo de pneus inutilizáveis após o processo de recauchutagem.

Figura 2 - Piso Podotátil de argamassas com resíduos de pneus.



Fonte: Autor (2025)

Desenvolvimento de Perfis Estruturais em Compósitos de Matriz Poliuretana Reforçado com Fibras Naturais de Juta

Márcio Leite de Souza
Jean da Silva Rodrigues

Resumo:

A nova lógica de desenvolvimento sustentável crescente no mercado global impõe à área de Engenharia a necessidade de desenvolvimento de materiais e processos de fabricação que atendam não somente aos aspectos estruturais e geométricos de um componente, mas também que estejam alinhados à sustentabilidade ambiental em todo seu ciclo de vida, como a descartabilidade, biodegradabilidade, renovabilidade das matérias primas, baixo consumo de energia para fabricação, dentre outros. Nesse contexto, compósitos de matriz de fonte vegetal e fibras naturais surgem como uma alternativa de melhoria em diversos aspectos que vão desde a preservação ambiental até uma relação peso/resistência favorável. O trabalho em questão propõe o desenvolvimento de perfis estruturais em material compósito com matriz poliuretano derivada do óleo de mamona, reforçados com fibras naturais de juta oriundas da região amazônica, produzidos através do processo de fabricação de Moldagem por Transferência de Resina (Resin Transfer Moulding - RTM), visando a obtenção de perfis rígidos, com bom acabamento superficial, baixa densidade (leveza), baixo consumo de energia na sua produção e não-condutor elétrico, tornando-o adequado para aplicações em que a isolamento elétrica é essencial, como em revestimentos e estruturas que requerem proteção contra descargas elétricas, entre outras vantagens e aplicações específicas, se comparado aos materiais convencionais existentes.

Figura 1 - Perfi L fabricado com reforço de fibras de juta e matriz de PU derivado de óleo de mamona.



Fonte: Autor (2025)

Descrição

// Engenharia de Materiais e Metalúrgica Materiais Conjugados Não-Metálicos //

Desenvolvido em parceria com a S&L Engenharia, o objetivo do projeto é o desenvolvimento de perfis estruturais do tipo I, U e L em compósitos de matriz de poliuretano (PU) derivado do óleo de mamona, com reforço de fibras vegetais de juta. Os perfis convencionais, disponíveis no mercado, apesar da alta resistência, apresentam peso elevado e consomem muita energia no processo de produção. Assim, perfis em compósito, podem gerar produtos de alta resistência específica e rigidez suficiente para muitas aplicações estruturais e semi-estruturais. O PU derivado de óleo de mamona, é eminentemente mais sustentável que seus equivalentes sintéticos em função de sua fonte vegetal renovável. A fibra de juta é abundante na Amazônia brasileira e já possui uma cadeia de produção e beneficiamento bem estabelecida no estado do Pará, apresentando rigidez e resistência suficientes para se configurar como uma das principais fibras naturais atualmente utilizadas na produção de compósitos "verdes", além de representar um potencial indutor de geração de renda às populações tradicionais que a cultivam.

O processo de fabricação escolhido (RTM), consiste na infusão da resina líquida sobre pressão positiva dentro de um molde rígido, que contenha as fibras já previamente arranjadas. É um processo em molde fechado, portanto mais salubre aos operadores envolvidos e que gera produtos com alta fração volumétrica de fibras e excelente acabamento superficial.

Outra vantagem da utilização de perfis em compósito, é o isolamento elétrico obtido na maioria destes produtos, que o potencializam para o uso de estruturas em que a condução de corrente elétrica pode representar um risco aos operadores/usuários do produto fabricado ou à operação por ele desenvolvida.

Para a obtenção dos perfis, o primeiro passo consistiu no desenvolvimento dos parâmetros do processo de fabricação, de modo que a viscosidade da resina, a pressão de infusão e o tempo de impregnação das fibras sejam compatíveis com as características da resina e com a fração e arranjo das fibras dentro do molde. Na sequência são levantadas as propriedades elásticas e de resistência das fases que compõem o compósito, para que seja modelado numericamente o arranjo e empilhamento das camadas que comporão cada perfil escolhido. Por fim, os perfis são avaliados quanto aos parâmetros geométricos, acabamento superficial e ensaiados mecanicamente para refinamento do modelamento e qualificação dos perfis fabricados.

Resultados Alcançados

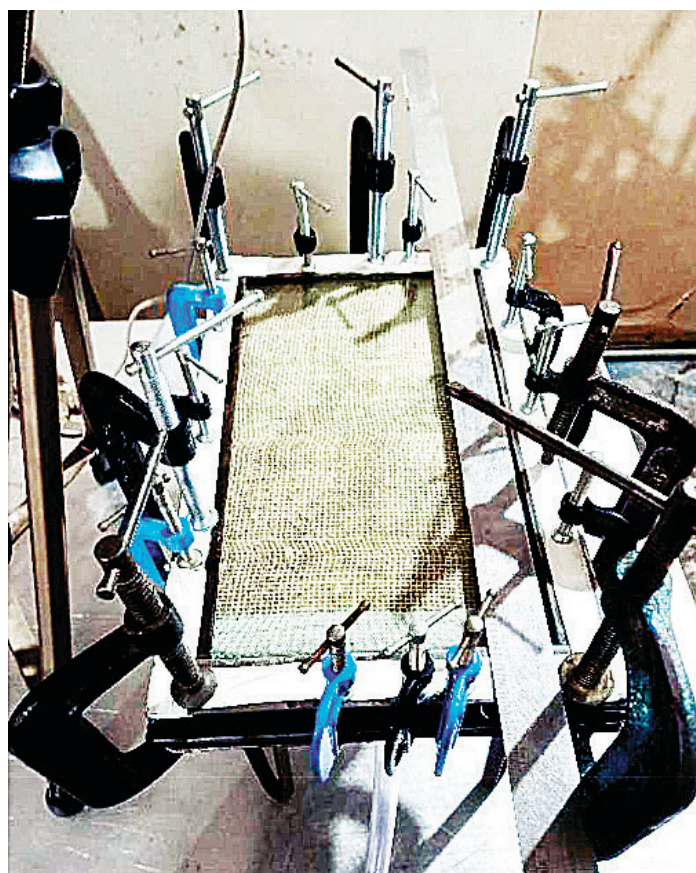
Ensaio preliminares de fabricação foram conduzidos usando um molde em aço com tampa de vidro, o que possibilitou a determinação da permeabilidade do arranjo fibroso dentro do molde em função da viscosidade da resina e da fração de fibra. Determinada a permeabilidade, os tempos de impregnação e saturação puderam então ser estimados, em função do volume de resina infundido e do comprimento do molde.

Foram então fabricadas placas, arranjadas previamente em uma arquitetura composta por camadas que intercalam fibras de juta unidirecionais e mantas, as quais posteriormente foram cortadas para a geração de vigas de seção retangular para ensaio de flexão. As amostras geradas foram ensaiadas e as propriedades elásticas levantadas utilizadas para o refinamento e validação do modelamento numérico.

Por fim, foram fabricados perfis tipo L, para avaliação do processo de fabricação e ferramental do molde, com posterior caracterização de propriedades elásticas e de resistência.

Uma avaliação preliminar, permitiu concluir que os perfis fabricados apresentaram excelente acabamento superficial, boa estabilidade dimensional e grande rigidez. O projeto caminha para o desenvolvimento do ferramental dos moldes dos perfis I e U, bem como o levantamento das propriedades de área de cada tipo de seção transversal fabricada.

Figura 2 - Dispositivo para estudo dos parâmetros de processo de fabricação por RTM.





INSTITUTO FEDERAL
Pará
Campus Belém

