



PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

TÍTULO DA AÇÃO: A arte de combinar materiais: a ciência dos compósitos no dia-a-dia

LOCAL DE REALIZAÇÃO: Laboratório de Materiais de Construção da UFF (LAMCO/TEC/TCE/UFF), Rua Passo da Pátria nº 156, Bloco D, Sala 138, São Domingos, Niterói, 24210-240.

NOME DO COORDENADOR: Fábio de Oliveira Braga

VIGÊNCIA DA AÇÃO: 03/02/2025 a 31/12/2027

INTRODUÇÃO:

Os materiais estão presentes em todos os objetos, ferramentas e utensílios do nosso dia a dia, desempenhando um papel essencial na vida cotidiana. Ao longo da história, a humanidade aprimorou o uso dos materiais, possibilitando o desenvolvimento de dispositivos cada vez mais avançados. À medida que as aplicações se tornam mais exigentes, as limitações dos materiais individuais, como polímeros, cerâmicas e metais, tornam-se evidentes. Para atender a essas demandas, surgiu a necessidade de combinar diferentes materiais, dando origem aos materiais compósitos.

Os materiais compósitos, utilizados desde a antiguidade, ganharam destaque na segunda metade do século XX, com a popularização do plástico reforçado com fibra de vidro [1]. Foi nesse período que se consolidou o conceito moderno de compósitos: materiais formados pela combinação de componentes quimicamente distintos, separados por interfaces bem definidas, resultando em propriedades superiores às de seus constituintes individuais [2].

Apesar dos avanços e da ampla aplicação dos materiais compósitos em diversas áreas, o conhecimento sobre essa ciência ainda é pouco difundido entre o público em geral. Diante desse cenário, este projeto tem como objetivo desenvolver atividades científicas e tecnológicas voltadas para a divulgação da ciência dos materiais compósitos a estudantes e professores do ensino básico do Estado do Rio de Janeiro, promovendo maior compreensão e interesse por essa área do conhecimento.

JUSTIFICATIVA:

O tema “Materiais Compósitos” é de grande relevância, pois está diretamente ligado a diversas conquistas tecnológicas recentes em setores como aeronáutica, aeroespacial, petroquímico, naval, bioengenharia, automobilístico, construção civil, energia eólica e artigos esportivos. Muitos avanços nessas áreas só foram possíveis graças ao desenvolvimento dos compósitos estruturais [3].

Embora o termo “compósito” esteja frequentemente associado a tecnologias de ponta — empregadas em componentes de satélites, aeronaves, helicópteros, implantes biomédicos, veículos de Fórmula 1, plataformas de petróleo, tubulações, pontes, edifícios, reparos em viadutos e geradores eólicos — a origem dessa classe de materiais remonta a milhares de anos. Na natureza, materiais como madeira, ossos são exemplos notáveis de compósitos naturais, evidenciando sua eficiência estrutural ao longo da evolução [3].

Apesar da importância do tema, os materiais compósitos são pouco conhecidos do público em geral, e o tema tem alcance limitado ao nicho universitário. Ao se fazer uma busca no *youtube* do termo em português “Materiais Compósitos”, surgem como resultado vídeo-aulas de escolas universitárias, como a Universidade Federal Rural de Pernambuco, a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a Universidade de Gurupi (UnirG), e o Instituto Federal (IF) de Educação Tecnológica da Bahia, geralmente com alcance restrito e com conteúdo básico. Recentemente um conteúdo mais aprofundado e com maior alcance foi produzido pelo grupo do prof. Sandro Amico, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e da associação SAMPE Brasil, um curso completo na área de materiais poliméricos e compósitos, com as aulas disponíveis no *youtube*. Apesar disto, o público ainda é majoritariamente de cursos superiores, tendo alcance limitado a outros públicos, como o de estudantes de ensino básico.

Desta forma, com o projeto, espera-se que o tema “Materiais Compósitos” possa alcançar alunos e professores de ensino básico no Estado do Rio de Janeiro, e que estes possam servir de multiplicadores do conhecimento relativo aos materiais compósitos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:

Os materiais compósitos são materiais formados pela combinação de dois ou mais componentes quimicamente distintos, com uma interface bem definida. Essa combinação resulta em propriedades superiores às dos seus constituintes individuais, como maior resistência mecânica, menor densidade, maior tenacidade ou melhor desempenho térmico. Em geral, os compósitos são constituídos por uma fase matriz, responsável por manter a coesão estrutural do material, e uma fase dispersa, que proporciona reforço e aprimoramento das propriedades mecânicas e físicas do material [2].

Os compósitos podem ser classificados com base na forma da fase dispersa que reforça a matriz. As principais categorias são [2-4]:

(1) Compósitos Reforçados por Fibras: utilizam fibras contínuas ou descontínuas para melhorar a resistência e rigidez do material. Esses compósitos são amplamente utilizados em aplicações estruturais devido à alta relação resistência/peso. Entre os exemplos mais comuns estão: Compósitos reforçados com fibra de vidro (CRFV): amplamente empregados na indústria automotiva, náutica e de construção civil. Compósitos reforçados com fibra de carbono (CRFC): apresentam excelente resistência mecânica e térmica, sendo utilizados em aplicações aeroespaciais e esportivas. Compósitos reforçados com aramida (Kevlar®): conhecidos por sua alta resistência ao impacto, aplicados em coletes balísticos e equipamentos de proteção.

(2) Compósitos Particulados: neste caso, a fase dispersa é composta por partículas, que podem ser esféricas, cúbicas ou irregulares. Essas partículas reforçam a matriz ao impedir a propagação de trincas e aumentar a resistência mecânica e térmica do material. Exemplos incluem: Compósitos de matriz polimérica com partículas cerâmicas, como polímeros reforçados com nanopartículas de sílica para aumento da dureza. Compósitos metálicos reforçados com partículas cerâmicas, como alumínio reforçado com partículas de SiC, utilizado em aplicações aeroespaciais.

(3) Compósitos Estruturais: Os compósitos estruturais são projetados para suportar cargas mecânicas elevadas e podem ser divididos em: Compósitos laminados: formados por camadas sobrepostas de material compósito, como em aeronaves e pás de turbinas eólicas. Painéis sanduíche: compostos por duas camadas externas de material rígido e um núcleo leve no meio, proporcionando alta rigidez com baixo peso. São usados em fuselagens de aviões e embarcações.

Outra forma de se classificar os compósitos é pela natureza da fase matriz, que é a fase contínua do compósito, e cuja principal função é transferir cargas para a fase dispersa, garantindo a integridade estrutural [2-4].

(1) Compósitos de Matriz Metálica (CMM): Os compósitos de matriz metálica utilizam metais como alumínio, magnésio ou titânio combinados com reforços cerâmicos ou de carbono. Esses compósitos são amplamente utilizados na indústria aeroespacial e automobilística devido à sua resistência a altas temperaturas e excelente relação resistência/peso.

(2) Compósitos de Matriz Cerâmica (CMC): Os compósitos de matriz cerâmica combinam uma matriz cerâmica com reforços cerâmicos, sendo altamente resistentes a temperaturas extremas e corrosão. São aplicados em revestimentos térmicos para motores a jato e sistemas de freios de alta performance.

(3) Compósitos de Matriz Polimérica (CMP): Os compósitos de matriz polimérica são os mais amplamente utilizados, empregando polímeros termofixos (epóxi, poliéster, fenólicos) ou termoplásticos (PEEK, PPS) como matriz. São leves, versáteis e utilizados em setores como transportes, esportes e construção civil.

A fase dispersa é responsável por reforçar a matriz e melhorar suas propriedades mecânicas. Pode ser composta por fibras, partículas ou uma combinação de ambas. As principais funções da fase dispersa incluem: Aumentar a resistência mecânica, reduzindo a propagação de trincas; Melhorar a rigidez e a resistência ao desgaste; Proporcionar resistência térmica e química, dependendo do tipo de reforço utilizado. Os materiais comumente utilizados na fase dispersa incluem: Fibras de vidro – custo reduzido e boa resistência mecânica; Fibras de carbono – alta resistência e leveza, porém custo elevado; Fibras de aramida – excelente resistência ao impacto e tração; Partículas cerâmicas (SiC, Al₂O₃) – melhoram a resistência térmica e ao desgaste [2-4].

A fase matriz envolve e mantém os reforços unidos, sendo responsável por transmitir cargas entre as fibras ou partículas. As funções principais da matriz incluem: Proteger os reforços contra danos mecânicos e ambientais; Distribuir tensões e reduzir a propagação de trincas; Proporcionar resistência química e térmica ao material.

A escolha da matriz depende da aplicação do compósito, variando entre polímeros, metais e cerâmicas, conforme descrito anteriormente.

Os compósitos apresentam uma combinação única de propriedades que os tornam vantajosos em diversas aplicações. Entre as principais características estão: Alta relação resistência/peso: são mais leves e resistentes do que metais convencionais; Boa resistência à fadiga e ao impacto: essenciais para aplicações estruturais e aeronáuticas; Elevada durabilidade e resistência química: resistência à corrosão em ambientes agressivos; Flexibilidade no design: podem ser moldados para atender diferentes requisitos mecânicos e funcionais; Baixa condutividade térmica e elétrica: útil em aplicações isolantes; Essas propriedades tornam os compósitos essenciais para diversas indústrias, contribuindo para a inovação e o desenvolvimento de novas tecnologias [2-4].

ATIVIDADES PROPOSTAS e METAS:

As ações previstas incluem palestras, oficinas, exposições, conteúdo de mídia e visitas ao Laboratório de Materiais de Construção (LAMCO) da UFF. A intenção é revelar a ciência por trás de utensílios e ferramentas do dia a dia fabricados com materiais compósitos, como peças estruturais de fibra de vidro e carbono, laminados de aramida, brocas de *widea*, blocos de alvenaria em *hemprecrete*, entre outros exemplos.

As seguintes atividades serão realizadas pela equipe do projeto:

1. Pesquisa bibliográfica da área de materiais compósitos, com a finalidade de identificar os principais compósitos do dia-a-dia e suas tecnologias para demonstração;
2. Concepção dos artefatos demonstrativos em material compósito, para serem adquiridos no mercado ou produzidos no laboratório a partir das matérias-primas;
3. Compra dos artefatos no mercado e/ou aquisição das matérias-primas e fabricação dos artefatos;
4. Conteúdo de mídia: Definição do escopo, elaboração de esquemas e imagens para divulgação/exposição, edição de mídia, publicação e divulgação;
5. Visita ao laboratório e/ou oficina: planejamento da dinâmica de demonstrações/atividades no Laboratório de Materiais de Construção, execução das atividades com o público-alvo;
6. Exposição das peças e conteúdos em exposições como o “UFF nas Praças”, a Semana da Engenharia e Design (SEMENDE) e a Semana de Extensão (SEMEXT);
7. Avaliação do projeto: Definição das perguntas de avaliação, elaboração do questionário, divulgação e análise dos resultados;
8. Preparação do relatório final.

A Coordenação do presente projeto pretende solicitar 1 bolsista de extensão a cada ano do projeto, para atuar nas 8 atividades do projeto. Cada bolsista seguirá o Plano de Trabalho (Cronograma) anual do projeto do mês 4 ao mês 12, seguindo a duração da bolsa de extensão (9 meses). Além disso, a Coordenação deste projeto pretende solicitar Fomento para compra de insumos e pequenas adaptações no espaço físico do Laboratório de Materiais de Construção (LAMCO) para elaboração dos artefatos e execução das visitas/oficinas.

METODOLOGIA:

A execução deste projeto seguirá uma abordagem estruturada em etapas, combinando atividades teóricas e práticas para promover a disseminação do conhecimento sobre materiais compósitos. As ações serão organizadas em três fases principais: planejamento, execução e avaliação, conforme descrito a seguir.

1. Planejamento

Nesta fase, a equipe do projeto realizará uma pesquisa bibliográfica aprofundada sobre materiais compósitos, com o objetivo de identificar os principais exemplos presentes no cotidiano e suas respectivas tecnologias. A partir desse levantamento, serão selecionados os artefatos demonstrativos que poderão ser adquiridos no mercado ou fabricados no Laboratório de Materiais de Construção (LAMCO) da UFF. Além disso, será elaborado um plano de ação para a produção de conteúdos de mídia e a realização das atividades presenciais.

2. Execução

As atividades práticas do projeto serão desenvolvidas conforme as seguintes frentes de trabalho:

- **Produção e aquisição de artefatos demonstrativos:** Compra de materiais e fabricação de compósitos em laboratório para demonstrações práticas, destacando suas propriedades e aplicações.
- **Criação de material didático e digital:** Desenvolvimento de conteúdos visuais, como esquemas explicativos, vídeos e postagens em redes sociais, para ampliar o alcance da divulgação.
- **Oficinas e palestras:** Realização de apresentações e experimentos didáticos para estudantes e professores do ensino básico, abordando os conceitos fundamentais e as aplicações dos materiais compósitos.

- **Visitas ao laboratório:** Organização de dinâmicas interativas no LAMCO para proporcionar experiências imersivas ao público-alvo.
- **Participação em eventos:** Exposição dos materiais e conteúdos elaborados em iniciativas como o “UFF nas Praças”, a Semana da Engenharia e Design (SEMENDE), e a Semana de Extensão (SEMEXT), ampliando o impacto do projeto.

3. Avaliação

A avaliação do projeto será conduzida por meio da aplicação de questionários aos participantes das atividades, buscando medir o impacto da iniciativa no aprendizado e no interesse pelo tema. As respostas coletadas serão analisadas para verificar a eficácia das ações propostas e identificar possíveis melhorias para futuras edições do projeto. Além disso, será elaborado um relatório final contendo a síntese dos resultados obtidos.

Essa abordagem metodológica garantirá uma implementação eficiente do projeto, promovendo a disseminação do conhecimento sobre materiais compósitos de forma acessível e interativa para o público do ensino básico.

CRONOGRAMA

O Cronograma do projeto é apresentado na última página como Apêndice.

FORMA DE AVALIAÇÃO DA AÇÃO:

Ao final de cada atividade com o público-alvo, será enviado aos participantes um formulário de avaliação para que respondam perguntas que identifiquem o seu grau de satisfação com a atividade e pontos de melhoria.

HÁ CUSTO PARA O PARTICIPANTE? Não.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] LAMM, M. The fiberglass story. American Heritage's Invention |& Technology: The Magazine of Innovation. Disponível em: <<https://www.inventionandtech.com/content/fiberglass-story-0>>. Acesso em: 30/01/2025.
- [2] CALLISTER Jr., W.D.; RETHWISCH, D.G. Materials Science and Engineering: An Introduction. 8ª edição. Hoboken: John Wiley & Sons. 2010.
- [3] LEVY NETO, F.; PARDINI, LC. Compósitos Estruturais: Ciência e Tecnologia. São Paulo: Blucher, 2016.
- [4] MOURA, M.F.S.F.; MORAIS, A.B.; MAGALHÃES, A.G. Materiais Compósitos: Materiais, Fabrico e Comportamento Mecânico. 2ª edição. Porto: Publindústria. 2011.

Assinatura do Coordenador:

Fábio de Oliveira Braga
Coordenador da Ação de Extensão

