

DESENVOLVIMENTO DE COMPÓSITOS A PARTIR DE RESÍDUOS DE MÚLTIPLOS MATERIAIS GERADOS EM FAB LABS

Maria Eduarda Krause de Oliveira (PIBIC/FA), Bruno Montanari Razza (Orientador), Cristina do Carmo Lucio Berrehil el Kattel (Coorientadora), Milena Emy Haikawa (coautora). E-mail: bmrazza@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Maringá, PR.
Fonte Arial 12, normal, centralizado, espaço simples

Área e subárea do conhecimento conforme tabela do [CNPq/CAPES](#): Ciências Sociais Aplicadas / Desenho Industrial / Desenho de Produto.

Palavras-chave: sustentabilidade; design de materiais; resíduos sólidos.

RESUMO

Este estudo explora a criação de compósitos sustentáveis usando resíduos plásticos de PLA e MDF coletados em Fab Labs, misturados com resina de cura UV. O objetivo é avaliar a viabilidade desses compósitos como alternativas ecológicas e eficientes para várias aplicações. Para isso, foram desenvolvidos diferentes conjuntos de materiais e avaliados em termos de contração térmica, resistência a temperaturas extremas e absorção de água. Os resultados mostram que o conjunto C (composto por 30% MDF + 30% PLA + 40% resina) teve o melhor desempenho geral, mantendo-se estável com mínima contração térmica e resistência superior tanto a baixas quanto a altas temperaturas. Este conjunto apresentou pequena absorção de água e foi o mais resistente, com poucas rachaduras e manutenção da integridade estrutural. Os resultados sugerem que esta combinação oferece um equilíbrio eficaz entre resistência e estabilidade, destacando-o como a alternativa mais promissora para o uso de resíduos plásticos em compósitos sustentáveis.

INTRODUÇÃO

Os Fab Labs geram grande quantidade de resíduos, como materiais de corte a laser e impressões 3D, muitos dos quais são descartados sem reutilização (Troxler, 2016). Com o aumento do uso dessas técnicas e a crescente preocupação ambiental, é necessário controlar os resíduos gerados, promovendo a sustentabilidade no design e fabricação (Leite, 2021). A reutilização desses resíduos é crucial para reduzir o impacto ambiental, transformando materiais descartados em novos produtos por

meio de processamentos físicos ou químicos. O trabalho propõe o desenvolvimento de compósitos a partir de resíduos termoplásticos decorrentes de impressões 3D, visando minimizar o impacto ambiental. O ABS, embora durável, não é biodegradável; já o PLA é sustentável e produzido a partir de vegetais. A pesquisa busca possibilitar a criação de políticas de sustentabilidade nos Fab Labs e nas universidades, promovendo inovação e produção mais limpa. A implementação de técnicas para transformar resíduos em novos materiais contribuirá para a conscientização ambiental e poderá servir de base para futuros estudos e projetos.

METODOLOGIA

A metodologia do estudo combinou Revisão Bibliográfica Sistematizada (RBS), levantamento de Estado da Técnica e Design Thinking, com foco nas fases de Imersão, Ideação e Prototipação. Na Imersão, foram identificados resíduos gerados em Fab Labs, analisando suas características físicas e químicas. A Ideação aprofundou o conhecimento sobre os impactos ambientais dos resíduos, com pesquisa de campo no Fab Lab da UEM de Cianorte, onde se observou que a impressora 3D gerava menos resíduos (principalmente PLA e ABS) comparada à máquina de corte a laser, que produzia mais resíduos de MDF. Na fase de Prototipação, baseando-se em estudos anteriores (Misucochi, 2020; Ribeiro et al., 2017), resíduos de PLA e MDF foram triturados e misturados à resina para formar corpos de prova, os quais foram curados até solidificação, com as proporções cuidadosamente definidas (figura 1).



Figura 1 - Proporções de resíduos e de resina utilizadas nos corpos de prova.
Elaborado por: Cristina Lucio El Kattel.

Foram utilizados instrumentos descartáveis para preparar os corpos de prova, incluindo espátulas, copos plásticos de 50 ml, pipetas, luvas e máscara de silicone líquido, além de papel alumínio, seguindo um estudo de manufatura aditiva em PLA para otimizar a visualização. As dimensões foram baseadas em Misucochi (2020), mas a largura foi ampliada para avaliar melhor a capacidade de cobertura do compósito. Foram realizados testes de contração térmica, resistência estrutural a

altas e baixas temperaturas, e absorção de água, todos focados na resistência mecânica. No teste de contração térmica, os corpos de prova foram aquecidos em água fervente (100°C) por 2 minutos e rapidamente resfriados em solução salina a 0°C. A temperatura foi monitorada com um termômetro culinário, considerando uma margem de erro de 2°C a 3°C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes dos testes serem iniciados, a condição dos corpos de teste foi analisada, e o conjunto D apresentou uma fragilidade expressiva durante todo o processo de cura, e durante a retirada da forma, se quebrando ou rachando com facilidade (figura 2).

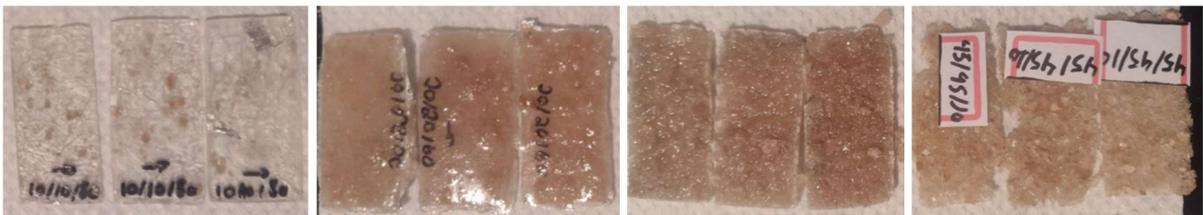


Figura 2 – Corpos de prova antes dos testes. Da esquerda para a direita: Conjunto A, B, C e D.
Fotografia por: Maria Eduarda Krause de Oliveira.

Nos testes realizados, cada conjunto apresentou respostas variadas. No teste de contração térmica, os conjuntos A e B tiveram deslocamento do eixo sem rachaduras ou quebras, enquanto o conjunto C permaneceu intacto, e o conjunto D rachou e quebrou. Em baixas temperaturas, o conjunto A sofreu rachaduras sem quebrar, o conjunto B apresentou rachaduras, o conjunto C manteve-se intacto, e o conjunto D quebrou significativamente (fig. 3 à esquerda). Na resistência a altas temperaturas, os conjuntos A e B tornaram-se flexíveis, mas sem rachaduras, o conjunto C teve pequenas rachaduras, e o conjunto D sofreu quebras. No teste de absorção de água (fig. 3, à direita), os conjuntos A e B mudaram de cor e textura, tornando-se brancos, opacos e levemente emborrachados, com leve inchaço, enquanto o conjunto C teve mudanças mínimas, e o conjunto D quebrou sem inchar.



Figura 3 – Corpos de teste organizados na sequência (A, B, C e D). À esquerda, após o teste de resistência estrutural a baixas temperaturas. À direita, após o teste de absorção de água.
Fotografia por: Maria Eduarda Krause de Oliveira.

De modo geral, o conjunto C demonstrou a maior estabilidade, enquanto o conjunto D foi o mais frágil, destacando a importância de otimizar a composição dos materiais para melhorar sua resistência e durabilidade em diferentes condições.

CONCLUSÕES

O conjunto A teve comportamento semelhante à resina pura, mas o tempo de cura aumentou de 5 para 24 minutos e o MDF não se misturou completamente, enquanto o PLA se diluiu quase totalmente. O conjunto B apresentou vantagens pela maior presença de MDF, reduzindo a contração térmica, e o PLA se diluiu de forma quase invisível. O conjunto C, com 60% de resíduo e 40% de resina, teve os melhores resultados com menor contração e dilatação térmica. O conjunto D foi o mais frágil e suscetível a quebras, embora tivesse a menor absorção de água. Testes mais elaborados e com porcentagens mais sensíveis de material podem futuramente esclarecer melhor as propriedades responsáveis pela estabilidade dessa proporção.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária pelo aporte financeiro.

REFERÊNCIAS

LEITE, D. L. **Cartilha que auxilie, informe e contribua para a gestão de resíduos de um Fab Lab**. Monografia (Graduação em Design) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2021. 106 p.

MISUCOCHI, Luciana Kurack da Silva. **Análise da viabilidade da produção de compósito constituído de resíduo de MDF e resina vegetal**. 2020. 100 f.

Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.

RIBEIRO, B. et al. **Avaliação das propriedades dinâmico mecânicas e reológicas de compósitos nanoestruturados de PPS/MWCNT.** *Polímeros*, v. 27, p. 56–60, 16 jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-1428.2231>

TROXLER, P. **Fabrication Laboratories** (Fab Labs). In: Ferdinand, J.P., Petschow, U., Dickel, S. (eds) *The Decentralized and Networked Future of Value Creation*. Springer, 2016. p 109–127. DOI: 10.1007/978-3-319-31686-4_6