

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS A PARTIR DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Renan de Oliveira Saporetti (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Cláudia Cirineo Ferreira Monteiro (Orientadora). E-mail: ccfmonteiro@uem.br. Antonio Roberto Giriboni Monteiro (Coorientador). E-mail: argmonteiro@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Desenho Industrial, Desenho de Produto.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Resíduos industriais; Biomaterial

RESUMO

O desenvolvimento de materiais à base de resíduos emerge como uma alternativa para reduzir o impacto ambiental causado pelo consumo e descarte incorreto de plásticos, contribuindo para o design sustentável. Este artigo apresenta o desenvolvimento e a caracterização de materiais a partir de resíduos industriais, com potencial aplicação na fabricação de produtos. Amostras foram preparadas com resíduos de milho, carboximetilcelulose de sódio (CMC), papel sulfite e água, utilizando técnicas de prensagem, trituração e secagem. Para a caracterização deste material, foram realizados testes de resistência mecânica, visando analisar sua aplicação em produtos. Os resultados são promissores, permitindo a utilização em tubetes de mudas, bem como em outros produtos.

INTRODUÇÃO

A crescente produção de plásticos no mundo tem trazido à tona importantes discussões sobre sustentabilidade e o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado desses materiais. Em 2022, a produção mundial de plásticos atingiu 400,3 milhões de toneladas, das quais 90,6% têm como base fontes não renováveis (Plastics Europe, 2023). Diante desse cenário, torna-se essencial explorar alternativas que reduzam os resíduos gerados e promovam uma economia circular.

No Brasil, iniciativas de logística reversa mostram avanços, mas ainda enfrentam desafios significativos. Em 2022, a recuperação de resíduos recicláveis alcançou 805 mil toneladas, das quais 25,5% eram plásticos (Abrema, 2023). Esses números evidenciam a necessidade de melhorar a gestão de resíduos e ampliar a eficiência das práticas de reciclagem no país, como também a necessidade de se pensar em soluções inovadoras para resolver esse problema.

Neste contexto, a busca por soluções inovadoras, como o desenvolvimento de biomateriais e o reaproveitamento de resíduos, surge como uma estratégia

promissora para mitigar os efeitos negativos dos resíduos plásticos e impulsionar práticas mais sustentáveis na indústria. Os biomateriais à base de fontes renováveis, como fibras naturais, podem ser classificados em fibras primárias, provenientes de plantas cultivadas para esse fim específico, e fibras secundárias, oriundas de plantas cultivadas para consumo. As fibras secundárias, com maior probabilidade de se tornarem resíduos, podem ser reaproveitadas, contribuindo para a redução dos problemas ambientais relacionados ao descarte (Parameswaranpillai *et al.*, 2022).

O desenvolvimento de materiais a partir de fontes sustentáveis e o reaproveitamento de resíduos para a produção de biomateriais apresentam-se como alternativas viáveis para alcançar a economia circular sustentável. A transformação de subprodutos em materiais com valor para outras indústrias é uma abordagem promissora que contribui para a redução de impactos ambientais (Sandoval *et al.*, 2024).

Diante do exposto, este artigo tem por objetivo apresentar o desenvolvimento e a caracterização de materiais a base de resíduos industriais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Preparação das amostras

Para realizar os experimentos, foram utilizados resíduos da indústria moageira de milho, carboximetilcelulose de sódio (CMC), resíduos de papel e água. O desenvolvimento dos testes envolveu as técnicas de prensagem, utilizando uma prensa hidráulica; trituração e secagem, realizada em estufa a temperaturas entre 60 °C e 125 °C. A CMC foi utilizada como agente ligante, enquanto o papel serviu como agente estruturante.

Para definir os testes, foram realizados 15 pré-testes variando as concentrações de CMC e resíduo de papel, assim como as condições de processo (prensagem e secagem).

Com base nos pré-testes, foram definidos os materiais com melhores características (menos quebradiços), que foram utilizados em 3 tratamentos para as análises de resistência. A Tabela 1 apresenta os 3 tratamentos realizados para as posteriores análises de resistência.

Tabela 1: Formulações e condições de processos de produção nos 4 tratamentos

Tratamento	Formulação	Processo
T1	Resíduos de milho (2,77%), CMC (0,27%), papel reciclado (4,61%) e água (92,33%)	O pré-teste foi moldado em uma tela de morim (tecido de algodão cru) para o escoamento da água. O material foi deixado para secar por 3

		dias em temperatura ambiente.
T2	Resíduos de milho (2,77%), CMC (0,27%), papel reciclado (4,61%) e água (92,33%)	O pré-teste foi moldado em uma forma redonda de 30 centímetros de diâmetro. O material foi inserido em uma estufa por 24 horas a 60º de temperatura.
T3	Resíduos de milho (2,77%), CMC (0,27%), papel reciclado (4,61%) e água (92,33%)	O pré-teste foi moldado em uma bandeja revestida com papel alumínio. O material foi inserido em uma estufa por 24 horas a 60º de temperatura.

Resistência mecânica das amostras

Para determinar a resistência mecânica das amostras produzidas nos 4 tratamentos, estas foram cortadas em retângulos de 80 mm x 30 mm. As propriedades mecânicas, como tensão na ruptura e módulo de elasticidade, foram determinadas de acordo com a norma ASTM D 882-91 (ASTM, 1996), usando um texturômetro (Stable Micro Systems, modelo TA. TX2i, Inglaterra), com distância entre garras de 50 mm e velocidade de tração de 500 mm min⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos tratamentos selecionados, foram realizadas análises de resistência das amostras, cujos resultados são apresentados no Gráfico 1.

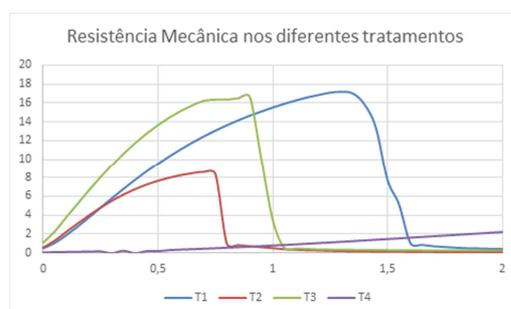


Gráfico 1: Resistências das amostras dos 4 tratamentos

Com base nos resultados de resistência das amostras produzidas nos três tratamentos, verificou-se que os tratamentos T1 e T3 apresentaram as maiores resistências à ruptura (16,7 e 17,1 kg/mm, respectivamente), não havendo diferença significativa entre os dois tratamentos. No entanto, o tratamento T1 demonstrou maior elasticidade, necessitando de 1,4 mm para sua ruptura, enquanto o tratamento T3 resistiu por 0,9 mm.

Considerando os dados de resistência, foi possível identificar que o tratamento T2 apresentou resistência significativamente inferior ao T1 e T3, mas ainda assim exibiu

resultados que podem torná-lo viável dependendo da aplicação que se destine o material.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, foi possível concluir que os materiais desenvolvidos tiveram uma boa resistência mecânica, demonstrando um potencial para emprego em produtos, podendo contribuir para redução do impacto ambiental destes resíduos quando descartados no meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais à Universidade Estadual de Maringá (UEM), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Araucária pelo aporte Financeiro.

REFERÊNCIAS

ABREMA, Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023**. São Paulo, SP. 2023. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em: 19 jul. 2023.

PARAMESWARANPILLAI, J; *et al.* Turning waste plant fibers into advanced plant fiber reinforced polymer composites: A comprehensive review. **Elsevier B.V. Composites Part C: Open Access**. vol. 10, mar. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcomc.2022.100333>. Acesso em: 27 ago. 2024.

PLASTICS EUROPE. **Plastics – the Fast Facts 2023**. Bruxelas, Bélgica, 2023. Disponível em: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2023/>. Acesso em: 9 jul. 2024.

SANDOVAL, S. S.; AMENÁBAR, A.; TOLEDO, I.; SILVA, N.; CONTRERAS, P. Advances in the Sustainable Development of Biobased Materials Using Plant and Animal Waste as Raw Materials: A Review. **Sustainability** 2024, 16, 1073. Basileia, Suíça, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su16031073>. Acesso em: 20 ago. 2024.