

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS À BASE DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA MOAGEIRA DE MILHO

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: Biomaterial; Sustentabilidade; Resíduos de milho

RESUMO

O descarte inadequado de plásticos é um dos principais desafios ambientais da atualidade. O uso de resíduos agroindustriais na produção de biomateriais apresenta-se como alternativa sustentável, reduzindo impactos ambientais e promovendo a economia circular. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um biomaterial a partir de resíduos de milho, priorizando práticas de baixo consumo energético. Foram utilizados resíduos da indústria moageira de milho, associados ao pré-gel de milho, sorbato de potássio e água. A massa resultante foi moldada manualmente e seca em estufa a 75 °C por 24 horas. Foram produzidas duas formulações (AP01 e AP02), sendo a primeira selecionada para os testes mecânicos por apresentar melhores características estruturais. Os ensaios de resistência foram realizados segundo a norma ASTM D 882-91, utilizando texturômetro. Os resultados indicaram resistência à ruptura de 5,02 kg/mm e baixa elasticidade. Apesar da resistência inferior aos plásticos convencionais, o material mostrou-se adequado para aplicações que não exigem elevados esforços mecânicos. Assim, o biomaterial desenvolvido configura-se como alternativa promissora e sustentável, estando em andamento estudos complementares para validar sua viabilidade técnica e ambiental.

INTRODUÇÃO

A produção mundial de plásticos atingiu 413,8 milhões de toneladas em 2023, sendo que mais de 374 milhões de toneladas (90,4%) são provenientes do petróleo (Plastics Europe, 2024). Desta forma, o consumo de materiais plásticos tem contribuído para o impacto ambiental devido ao seu descarte inadequado. A má gestão dos resíduos plásticos é evidenciada pelo descarte em aterros sanitários, pela incineração e pela baixa disposição para a reciclagem (Ritchie, Samborska e Roser, 2023). Além disso, o descarte direto na natureza tem consequências prejudiciais, como a contaminação da água e do solo e a ameaça à vida marinha (Kibria *et al.*, 2023).

Compostos por polímeros derivados do petróleo e do gás natural, os plásticos levam dezenas a centenas de anos para se degradarem em microplásticos, que por sua vez, permanecem na natureza por um longo período. Durante este processo, diversos efeitos negativos surgem para o meio ambiente e os plásticos podem não aderir ao processo de degradação, mantendo-se na natureza (Medeiros; Scabin, 2023).

Diante desse cenário, a busca por soluções inovadoras para mitigar os impactos ambientais se faz necessária e uma iniciativa promissora é o uso de resíduos agroindustriais como matéria-prima para o desenvolvimento de produtos sustentáveis (Castrillón, Aguilar e Álvarez, 2021). Essa abordagem não só ajuda a reduzir o impacto ambiental, mas também promove a economia circular.

Este artigo, portanto, visa apresentar o desenvolvimento de materiais a partir de resíduos da indústria moageira de milho, bem como apresentar a caracterização de suas propriedades, com foco na resistência mecânica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados na produção das amostras foram os resíduos da indústria moageira de milho, milho pré-gelatinizado (pré-gel), sorbato de potássio e água. Para o desenvolvimento do material foram aplicadas as técnicas de prensagem em prensa hidráulica, modelagem manual (com a utilização de ferramentas para auxiliar na forma final) e secagem em estufa a 75 °C.

Inicialmente, dois tipos de resíduos de milho foram utilizados. O primeiro consistia em partes dos grãos do milho descartadas durante o processo de moagem à seco e pré-tratado por meio da trituração para uma uniformização dos resíduos. O segundo também era proveniente do processo de moagem à seco, mas não recebeu nenhum pré-tratamento. De acordo com Castrillón, Aguilar e Álvarez (2021), as principais adversidades no uso de resíduos orgânicos na produção de biomateriais relacionam-se ao excesso de etapas de processamento e ao risco de geração de novos resíduos. Assim sendo, optou-se pelo uso do segundo tipo de resíduo.

O pré-gel foi utilizado como agente aglutinante, permitindo a modelagem do material. Foi preparado em água quente até formar uma pasta, à qual se adicionou sorbato de potássio diluído em água morna, com a finalidade de conservar o material e evitar a formação de bolores. A mistura foi mantida em repouso antes da incorporação dos resíduos de milho.

Na etapa seguinte, os resíduos foram misturados ao pré-gel, formando uma massa que foi moldada manualmente em formas de silicone para a confecção dos corpos de prova, estes foram secos em estufa a 75 °C por 24 horas.

Foram aplicados dois tipos de tratamentos variando métodos e concentração dos componentes. As amostras do tratamento AP01 apresentaram melhores características (menos quebradiças) e foram submetidas às análises de resistência. A tabela 1 apresenta a formulação das duas amostras.

Tabela 1 – Formulações das amostras

Amostra	Formulação
AP01	Resíduos de milho (14,74%), pré-gel (10,32%), sorbato de potássio (8,62%) e água (66,32%)
AP02	Resíduos de milho (18,35%), pré-gel (12,84%), sorbato de potássio (4,59%) e água (64,22%)

Para determinação da resistência mecânica das amostras do tratamento AP01, foram confeccionados corpos de prova com dimensões de 100 mm x 10 mm. As propriedades mecânicas, com a tensão de ruptura, foram avaliadas de acordo com a norma ASTM D 882-91 (ASTM, 1996), usando um texturômetro (Stable Micro Systems, modelo TA. TX2i, Inglaterra).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no tratamento AP01, foram realizadas análises de resistência mecânica das amostras, conforme apresentado no Gráfico 1.

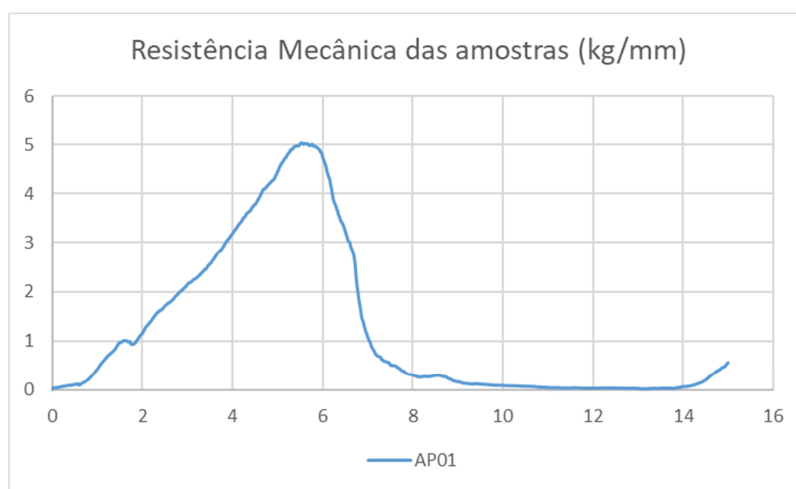


Gráfico 1 – Resistências das amostras do tratamento AP01

A partir dos resultados de resistência das amostras produzidas no tratamento AP01, verificou-se que estas apresentaram uma resistência à ruptura de 5,02 kg/mm, e baixa elasticidade. Desta forma, foi possível identificar que o material desenvolvido apresenta resistência bastante inferior aos plásticos convencionais. No entanto, ainda se mostra adequado para aplicações em que não sejam exigidos elevados esforços mecânicos.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, foi possível concluir que o material desenvolvido apresenta uma resistência mecânica não muito elevada. Apesar disso, ele pode ser aplicado em produtos que não exijam elevada resistência e que sejam usados por curtos períodos.

Nos estudos em andamento, novas formulações estão sendo testadas para buscar composições com maior resistência mecânica e também para avaliar a resistência a água.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

CASTRILLÓN, H. D. C.; AGUILAR, C. M. G.; ÁLVAREZ, B. E. A. Circular economy strategies: use of corn waste to develop biomaterials. **Sustainability**, v. 13, n. 15, p. 8356, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13158356>. Acesso em: 14 mar. 2025.

KIBRIA, M. G. *et al.* Plastic waste: challenges and opportunities to mitigate pollution and effective management. **International Journal of Environmental Research**, v. 17, n. 1, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s41742-023-00507-z>. Acesso em: 07 ago. 2025.

MEDEIROS, R.; SCABIN, D. **Plástico**. Portal de Educação Ambiental. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo (SEMIL), 2023. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/plastico/>. Acesso em: 28 jul. 2025.

PLASTICS EUROPE. **Plastics – the fast Facts 2024**. Plastics Europe, Bélgica, 2024. Disponível em: https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2024/11/PE_TheFacts_24_digital-1pager.pdf. Acesso em: 29 jul. 2025.

RITCHIE, H.; SAMBORSKA, V.; ROSER, M. **Plastic Pollution**. Our World in Data, 2023. Disponível em: <https://ourworldindata.org/plastic-pollution#introduction>. Acesso em: 21 jul. 2025.