

AVALIAÇÃO DE SABUGO DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE BIOCHAR

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.8.25.I-017>

Larissa S. Ramirez (*), Alana. F. Golin, Caroline S. Gonçalves, Marcio. Sousa Góes, Janine. P. Botton

*Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade (PPGIES), Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território (ILATIT), Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, larissa.segovia@aluno.unila.edu.br.

RESUMO

Neste trabalho, foi avaliada a utilização de resíduos orgânicos e plástico como matéria-prima para a produção de biochar. A transformação dos resíduos foi realizada por meio de pirólise, com taxa de aquecimento de 5 °C/min, durante 1 hora a 500 °C. A pirólise foi conduzida utilizando sabugo de milho puro e sabugo misturado com polietileno de alta densidade (PEAD), proveniente de frascos vazios do laboratório. Quantidades variadas de PEAD foram adicionadas às amostras para avaliar as propriedades físicas e químicas do biochar resultante. As caracterizações dos biochars foram realizadas por difratometria de raios X (DRX), espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). As análises de MEV revelaram a formação de poros e uma estrutura amorfa no biochar. Na análise de FTIR do biochar puro, foi identificado um pico em 1575 cm⁻¹, indicando o estiramento C=O de carbonilas e ácidos carboxílicos. Já nos biochars com PEAD, foram observados picos na faixa de 2600 a 3000 cm⁻¹, representando a presença do polímero nas amostras. Por fim, na análise de DRX, foram identificados picos entre 20° e 44°, atribuídos à celulose, além de picos mais intensos nas amostras contendo PEAD, confirmando sua influência na estrutura cristalina do biochar.

PALAVRAS-CHAVE: Pirólise, biochar, polietileno de alta densidade, sabugo de milho

ABSTRACT

This study evaluated the use of organic waste and plastic as raw materials for biochar production. The transformation of the waste was carried out through pyrolysis at a heating rate of 5 °C/min for 1 hour at 500 °C. Pyrolysis was performed using pure corn cob and corn cob mixed with high-density polyethylene (HDPE), sourced from empty laboratory bottles. Varying amounts of HDPE were added to the samples to assess the physical and chemical properties of the resulting biochar. The biochars were characterized using X-ray diffraction (XRD), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), and scanning electron microscopy (SEM). SEM analyses revealed the formation of pores and an amorphous structure in the biochar. In the FTIR analysis of the pure biochar, a peak at 1575 cm⁻¹ was identified, indicating the C=O stretching of carbonyl and carboxylic acid groups. In the biochars with HDPE, peaks between 2600 and 3000 cm⁻¹ were observed, representing the presence of the polymer in both samples. Finally, XRD analysis showed peaks in the range of 20° to 44°, attributed to cellulose, as well as more intense peaks in the samples containing HDPE, confirming its influence on the crystalline structure of the biochar.

KEY WORDS: Pyrolysis, biochar, high-density polyethylene, corn cob

INTRODUÇÃO

Com o aumento das atividades humanas e o desenvolvimento da economia, o uso de combustíveis fósseis e a concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera têm aumentado a cada ano [1]. Em consequência do aumento das emissões de CO₂, o aquecimento global também tem aumentado. Estimativas indicam que as atividades humanas tenham causado cerca de 1,0 °C de aquecimento global acima dos níveis pré-industriais com variação de 0,8 e 1,2 °C. É provável que as temperaturas se elevem 1,5 °C entre 2023 e 2052 caso o ritmo atual de emissões continue avançando, podendo causar onde impactos ambientais significativos como secas intensas, mudanças nos padrões de precipitação, ondas de calor extremas e aumento do nível do mar [2][8]. Como o CO₂ é o principal fator de aumento das emissões de gases de efeito estufa e das mudanças climáticas é essencial desenvolver alternativas sustentáveis de redução desse gás. Entre várias estratégias para a sua redução, o biochar é um material promissor, já que pode ser aplicado para diversas finalidades, tais como captura de carbono e adsorvente de poluente [3]. Devido à sua geografia, população e atividade econômica, o Brasil é um dos países que mais gera resíduos sólidos, com 125 milhões toneladas de resíduos sólidos que muitas vezes não têm o destino final apropriado [4]. Entre as culturas que mais geram resíduos está a do milho. Somente na safra 2017-2018 de milho, foram geradas 188,6 milhões de toneladas de resíduos agrícolas. Considerando

que a espiga de milho corresponde a 14,95% da composição do milho inteiro, temos que o resíduo do sabugo de milho é de 17,73 milhões de toneladas. Já no ano 2023, a produção de milho foi de 131 milhões de toneladas, resultando 19,58 milhões de toneladas de resíduos de sabugo de milho [10][5]. Devido à dificuldade de decomposição do sabugo de milho, o ideal é dar outro fim para ele.

De acordo com o Art 3º da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a destinação final dos resíduos compreende a reutilização a reciclagem, a compostagem, a recuperação o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes [4].

Desta forma, o objetivo deste trabalho é avaliar o sabugo de milho para produção de biochar que consiste no produto da queima (pirólise) do sabugo. Adicionalmente é avaliada a pirólise o sabugo de milho puro e o sabugo de milho com plástico polietileno de alta densidade (PEAD).

OBJETIVO

Analisar o uso de resíduos de sabugo de milho e de embalagens poliméricas de PEAD para produção de biochars e caracterizá-los para identificar suas possíveis aplicações.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a fabricação do biochar foi utilizada um forno tipo mufla e um reator para a realização da pirólise lenta utilizando sabugos de milho cortados em cubos e PEAD em pó (Fig. 1A), obtido a partir de embalagens trituradas em moinho de facas. A pirólise foi realizada com taxa de aquecimento de 5 °C/min, por 1 h a 500°C. Foram produzidas três amostras de biochar: uma com sabugo de milho (BS), outra com sabugo de milho de 1g de PEAD (BSP1), sabugo de milho com 2 g de PEAD (BSP2), uma terceira com 5 g de PEAD, com 8 g de PEAD e outra com 10 g de PEAD. As amostras de biochar foram maceradas (Fig. 1B) e caracterizadas por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectroscopia no infravermelho (FTIR) e difratometria de raios X (DRX).

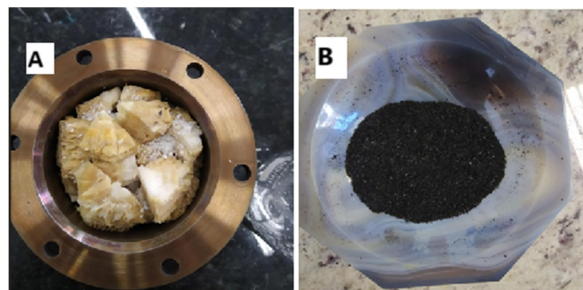


Figura 1: Produção do biochar: A) sabugo de milho com PEAD no reator e B) biochar macerado. Fonte: Autor do trabalho.

RESULTADOS

As amostras obtidas foram analisadas por MEV, o que permitiu observar a morfologia do biochar. Na figura 2, o biochar de sabugo de milho (figura 2A) e do biochar com 2 g de PEAD (figura 2B), apresenta uma estrutura irregular, fibrosa e com poros.

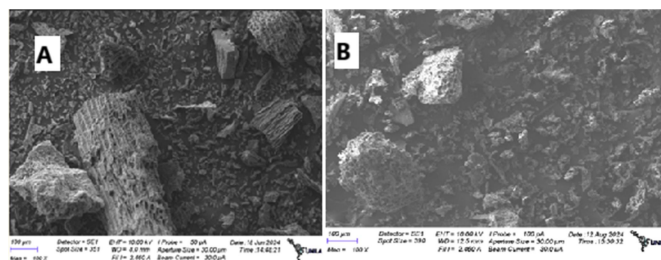


Figura 2: Microscopia eletrônica de varredura com ampliação de 100x do biochar macerado (A) biochar de sabugo macerado e (B) biochar de sabugo com 2 g de PEAD. Fonte: Autor do trabalho.

Nos espectros de FTIR, é possível identificar os picos característicos do PEAD. Na Figura 3, a banda de 1575 cm⁻¹ na curva do biochar (BS) indica o estiramento C=O de carbonilas e ácidos carboxílicos [6]. As duas bandas encontradas entre 2600 e 3000 cm⁻¹ indicam a presença do PEAD nas duas amostras de biochar com o polietileno, estes picos não estão observados no espectro do BS por ser composto apenas de sabugo de milho.

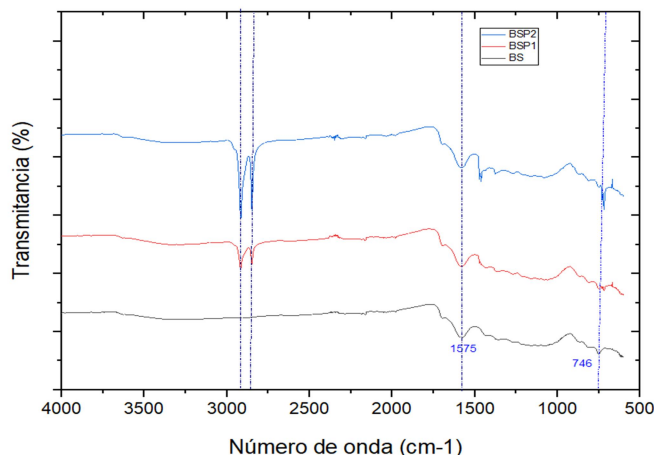


Figura 3: Espectros de FTIR das amostras de biochar e biochar com 1 e 2 g PEAD. Fonte: Autor do trabalho.

Na Figura 4 é possível observar picos na faixa de 20 à 44°, atribuídos à celulose, bem como a presença do PEAD (picos mais intensos), os picos de celulose são identificados em todas as amostras, apenas os picos mais intensos que são 21° e 24° que são referentes ao PEAD. [7].

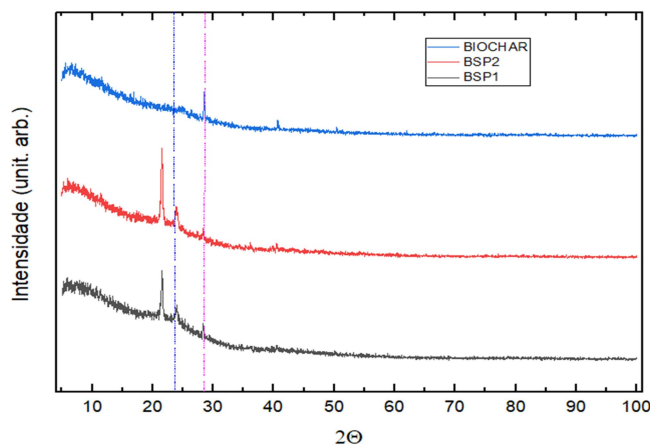


Figura 4: Difratométrias de raios x das amostras de biochar e biochar com 1 e 2 g de PEAD. Fonte: Autor do trabalho.

Em uma segunda etapa, foram preparadas amostras de sabugo de milho variando a quantidade de PEAD na amostra. As quantidades utilizadas de PEAD foram de 5, 8 e 10 gramas. As amostras foram submetidas à pirólise sob as mesmas condições descritas anteriormente. A análise de MEV revelou que tem a mesma estrutura que com as quantidades de 1 e de 2 gramas de PEAD como é mostrado na seguinte imagem.

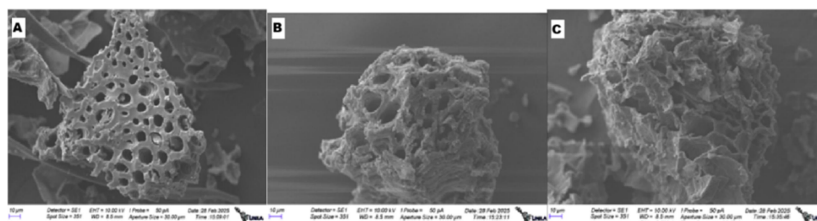


Figura 5: Imagens produzidas pela MEV do biochar com PEAD 5g (A) com 8g (B) com 10g (C). Fonte: Autor do trabalho.

A Figura 6 apresenta os gráficos de FTIR das respectivas amostras e os gráficos de PEAD e do biochar puro para que sejam comparados. Nas amostras de BSP5 e BSP8 é possível ver as mesmas bandas anteriores da Figura 3 com 1 e 2 gramas de PEAD, diferente da amostra BSP10 que por ter mais quantidade de PEAD as bandas de biochar de sabugo de milho ficam menores.

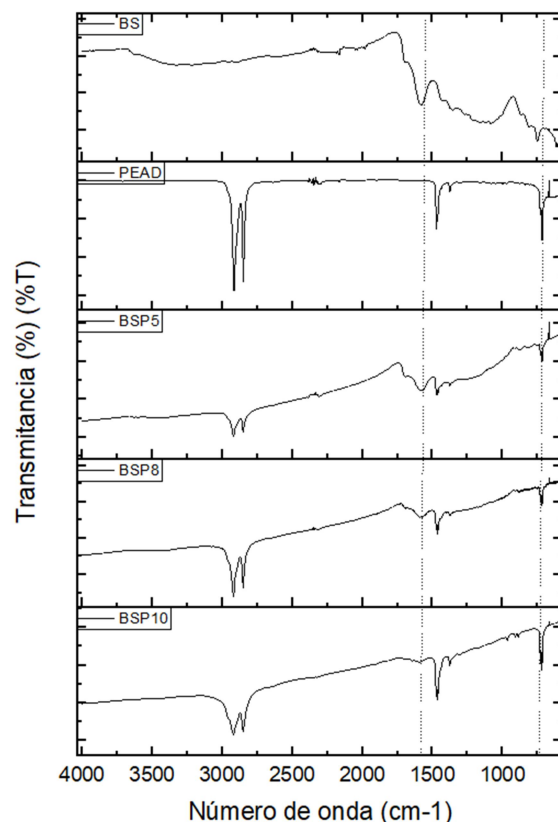


Figura 6: Espectros de FTIR das amostras de biochar de sabugo de milho, PEAD, e biochar com 5, 8 e 10 g PEAD. Fonte: Autor do trabalho.

Foi feito também a análise de difratometria de raios x, das três amostras com variação da quantidade de PEAD de 5, 8 e 10 gramas, é identificado os picos mais intensos de 20 a 44 ° que é atribuído a celulose e os picos mais intensos em 21 e 24 são atribuídos ao PEAD, onde BSP8 e BSP10 são mais intensos que o BSP5 de acordo com a quantidade de PEAD.

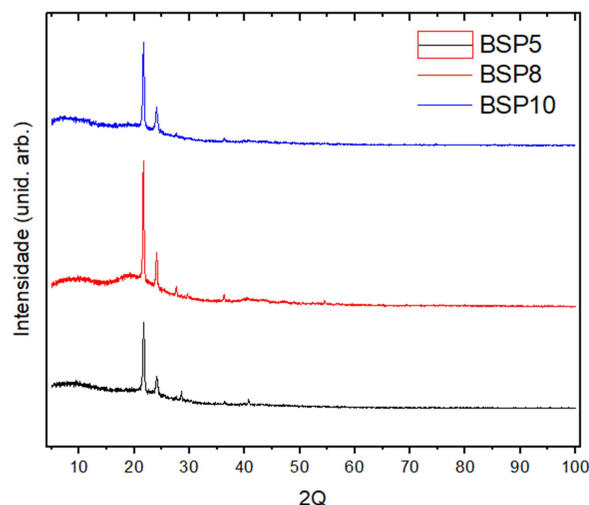


Figura 7: Difratométrias de raios x das amostras de biochar com 5,8 e 10g. Fonte: Autor do trabalho.

CONCLUSÕES

A partir das caracterizações feitas das amostras de biochar de sabugo de milho e de biochar de sabugo de milho com PEAD foi possível observar nas análises de DRX e FTIR que o biochar sofre alterações com a presença do PEAD. Já na análise de MEV não foi possível identificar a presença do PEAD nas amostras com diferentes quantidades do polímero. No MEV é possível observar poros no biochar produzido, o que é muito importante para as aplicações de armazenamento de energia, de tratamento de efluentes e melhoramento do solo. Também foi possível observar, no FTIR da Figura 6, que a partir da quantidade de 10 gramas de PEAD, as bandas de PEAD são muito intensas, enquanto as de biochar são muito menos intensas. Como forma de dar continuidade ao trabalho, serão feitas novas análises para observar o potencial de aplicação dessas amostras de biochar como sensores para monitoramento de efluentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SHIFANG, G. et al. Recent advances in biochar-based adsorbents for CO₂ capture. [s.d.].
2. Aquecimento global atinge níveis sem precedentes e dispara “alerta vermelho” para a humanidade | As Nações Unidas no Brasil. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/139401-aquecimento-global-atinge-n%C3%ADveis-sem-precedentes-e-dispara-alerta-vermelho-para-humanidade>>. Acesso em: março. 2025.
3. Carbon and Specialty Materials. Waste and Biomass Valorization, v. 7, n. 2, p. 201–235, abr. 2016.
4. DISSANAYAKE, P. et al. Biochar-based adsorbents for carbon dioxide capture: A critical review. v. 119, p. 109582, mar. 2020.
5. Panorama – ABREMA., [s.d.]. Disponível em: <<https://www.abrema.org.br/panorama/>>. Acesso em: 28 jan. 2025
6. JÚNIOR, C. M. V. et al. Produção e análise do Syngas a partir do sabugo de milho/ Production and analysis of Syngas from corn cob. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 6, p. 33116–33123, 2 jun. 2020.
7. SCIMAGO INSTITUTIONS RANKINGS. Reaproveitamento de sabugo de milho para potencial remoção de formulação comercial de glifosato em fase aquosa pela técnica de adsorção. 2021, July.
8. ALSHERBENY, S. et al. Low-cost corn cob biochar for pesticides removal from water. Egyptian Journal of Chemistry, v. 0, n. 0, p. 0–0, 8 nov. 2021.
9. MASSON-DELMOTTE, V. et al. Sumário para Formuladores de Políticas. [s.d.].
10. Produção de Milho em grão no Brasil | IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/milho-em-grao/br>>. Acesso em: 2 mar. 2025.