

Estudo comparativo de catalisador a base resíduo agroindustrial (caroço de açaí) com e sem compostos fenólicos.

Vitória de Fátima Corrêa Botelho¹, Vicente da Silva Lima Lima², Larissa Carla Pinheiro Gatti², Vanessa Albuquerque de Mescouto², Renata Coelho Rodrigues de Noronha², Ana Alice Farias da Costa², Luís Adriano Santos do Nascimento^{1,2}

¹Faculdade de Biotecnologia, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, Guamá, Belém, PA, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, Guamá, Belém, PA, Brasil.

Email: Vitoriabotelho979@gmail.com

Resumo/Abstract

RESUMO - O caroço de açaí é um resíduo da indústria de processamento de alimentos. Neste estudo, esse resíduo foi utilizado de duas formas, sem compostos fenólicos e com compostos fenólicos, como precursor para a preparação do biocarvão. O processo de preparação consistiu na carbonização via pirólise, seguida pela impregnação de ácido 12-fosfotúngstico na proporção 30% de tungstênio, com ausência de solvente tóxico. Na reação de esterificação, obteve-se uma conversão do açaí sem compostos fenólicos de 71,16% e do açaí *in natura* de 49,66%. Os resultados de caracterização de FTIR para este material confirmaram a preservação do HPW no biocarvão. Com isso, os resultados revelaram que o catalisador heterogêneo, obtido a partir da biomassa residual do caroço de açaí, apresenta grande potencial em promover transformações em fase heterogênea catalisada por ácido.

Palavras-chave: Caroço de açaí, Biocarvão, Catálise heterogênea.

ABSTRACT - The açaí seed is a residue from the food processing industry. In this study, this residue was used in two forms, without phenolic compounds and with phenolic compounds, as a precursor for the preparation of biochar. The preparation process consisted of carbonization via pyrolysis, followed by impregnation with 12-phosphotungstic acid at a proportion of 30% tungsten, without the use of toxic solvents. In the esterification reaction, a conversion of 71.16% was obtained for açaí without phenolic compounds and 49.66% for *in natura* açaí. The FTIR characterization results for this material confirmed the preservation of HPW in the biochar. Then, the results revealed that the heterogeneous catalyst obtained from the residual biomass of açaí seeds shows great potential to promote transformations in acid-catalyzed heterogeneous phase reactions.

Keywords: Açaí seed, Biochar, Heterogeneous catalysis.

Introdução

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), palmeira nativa da Amazônia e abundante no Pará, tem grande importância econômica e social. Seu fruto é consumido na forma de polpa e utilizado em alimentos, cosméticos e produtos farmacêuticos. O processamento do açaí gera resíduos, principalmente caroços, que representam 70% a 85% do volume do fruto e podem causar impactos ambientais se descartados inadequadamente. Esses resíduos são ricos em compostos fenólicos com propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (1).

O ácido 12-fosfotúngstico é um heteropoliácido utilizado na catálise ácida, devido à alta solubilidade a impregnação em um suporte possibilita o reuso, tornando possível a utilização na catálise heterogênea, como a esterificação (2).

Portanto, este trabalho visa agregar valor ao resíduo agroindustrial tão importante.

Experimental

Preparação do catalisador

As amostras de caroço de açaí foram obtidas em Belém/Pará e pré-tratadas. A extração dos compostos fenólicos foi feita pela metodologia descrita por Muto e colaboradores (3), em seguida as duas amostras (com e sem compostos fenólicos) foram postas na estufa para a secagem. Após essa etapa, foram peneiradas (500µm). Posteriormente, houve a impregnação da biomassa com ácido 12-fosfotúngstico (HPW) na proporção de 1:1, e agitada por 5 h, após o processo foram secas na estufa à 100 °C por 12 h e calcinadas em etapas: 115 °C por 30 min; 150 °C por 30 min e 200 °C por 4 h (4).

Reação de Esterificação

O teste catalítico foi realizado na esterificação do ácido oleico, com álcool metílico, na razão de 1:30, com 5% de catalisador, temperatura de 130 °C sob agitação constante por 1 h. Após cada reação foi feita a filtração a vácuo, em seguida colocada na estufa a 100 °C por 12h (5). Este método foi feito em ambas as amostras de caroço de açaí com e sem compostos fenólicos. Por fim, os cálculos de índice de acidez foram dados com as seguintes equações:

1) Taxa de Conversão:

$$\%C = \left(\frac{\text{acidez inicial} - \text{acidez final}}{\text{acidez inicial}} \right) \times 100$$

Análise na Região do Infravermelho

As análises FTIR foram realizadas com um Perkin Elmer Spectrum One (400–4000 cm⁻¹), usando amostras em pastilhas com KBr (100:1), para investigar grupos funcionais.

Resultados e Discussão

Espectro na região do Infravermelho com Transformação de Fourier (IV-TF)

No espectro na região do infravermelho do biocarvão (Figura 1), existem grupos funcionais relacionados aos componentes da biomassa. O gráfico do resíduo *in natura* sem compostos fenólicos observou-se a forte banda de absorção presente na região entre 3430 cm⁻¹ e 2900–2750 cm⁻¹, pode-se observar a deformação dos vínculos do grupo –OH e a deformação assimétrica da ligação C–H, respectivamente. As bandas a 1180 cm⁻¹ e 1385 cm⁻¹ que ocorrem nos espectro as amostras correspondem ao modo vibracional das ligações β-glicosídicas, devido à celulose, que é o principal componente de todas as amostras (6). Esses picos se devem principalmente ao processo de extração de compostos bioativos do resíduo de açaí, e por essa razão estão ausente da amostra *in natura* com compostos fenólicos. Já a análise de IV-TF do catalisador, apresenta as bandas típicas para PO (1080 cm⁻¹), W = O (983 cm⁻¹), W–O e C–W (898 cm⁻¹) e W–O–W (797 cm⁻¹) são exibidos em ambos os espectros, confirmando a presença do tungstênio na superfície do biocarvão (7).

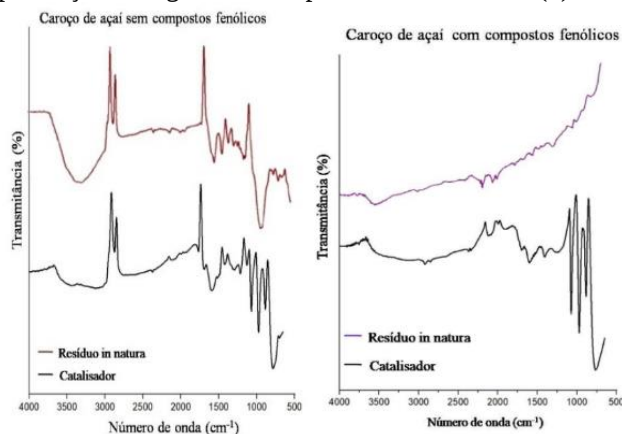


Figura 1. Análise na região IV-TF do caroço de açaí sem compostos fenólicos e catalisador (esquerda) e do caroço de açaí com compostos fenólicos e catalisador (direita).

Foram testados biocarvões de caroço de açaí com e sem compostos fenólicos como suportes na impregnação de ácido 12-fosfotúngstico e aplicados na esterificação do ácido oleico, com os dados do método, condições e conversão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Método de impregnação do ácido 12-fosfotúngstico em biocarvão de caroço de açaí.

	Método	
	Sem compostos fenólicos	Com compostos fenólicos
Tipo de Impregnação	Via Úmida	Via Úmida
Conversão	71,16%	49,66%

De acordo com os resultados obtidos na esterificação, o açaí com compostos fenólicos apresentou menor conversão em relação ao açaí sem compostos fenólicos, indicando que o açaí sem os fenóis demonstrou ser mais eficaz como suporte para o tungstênio.

Conclusões

Neste estudo, foi desenvolvido um método simples e sem solventes tóxicos para impregnar 30% em massa de HPW em biocarvão de caroço de açaí. A caracterização por IV-TF mostrou que a técnica de impregnação da fase ativa no suporte foi efetiva. O catalisador sem compostos fenólicos apresentou maior eficiência na reação de esterificação, indicando melhor desempenho em comparação ao com compostos fenólicos.

Agradecimentos

Os autores LCO/UFPA. Este trabalho foi financiado pelo CNPQ (315279/2021-4), CAPES, FPESPA (073/2023 e 160/2024) e Banco da Amazônia (233/2022).

Referências

1. NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIREDO, F. J. C.; MÜLLER, A. A. *Sistemas de Produção*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005; 12-15.
2. E. Caliman et al. *Catalysis Today*. **2005**, 108, 816–825.
3. N. A. Muto et al. *Toxicology Reports*. **2021**, 8, 29–838
4. C. M, Santos, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, **2014**, 72.
5. A. A. F. Costa, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará, 2022, 183.
6. E. Apaydin-Varol; A. Pütün. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. **2012**, 98, 29–36.
7. R. P. Almeida et al. *Journal of Cleaner Production*. **2021**, 282.