

PLANEJAMENTO FATORIAL FRACIONÁRIO PARA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO DE CAROÇO DE AÇAÍ

João Pedro Vidotti de Cesaro (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Marcelo Fernandes Vieira (Orientador), e-mail: mfvieira2@uem.br

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

Engenharia química: Tratamentos e aproveitamentos de rejeitos.

Palavras-chave: Carvão ativado, açaí, planejamento experimental.

Resumo:

Um planejamento fatorial fracionário foi efetuado com objetivo de otimizar a capacidade de adsorção de amoxicilina de carvões produzidos a partir do caroço de açaí. As variáveis de ativação estudadas foram a temperatura, tempo, concentração de agente ativante e rampa de aquecimento. Foi observado que as três primeiras variáveis influenciaram positivamente na capacidade de adsorção, enquanto a rampa de aquecimento influenciou negativamente. Em trabalhos anteriores, os autores obtiveram capacidade de adsorção experimental de $29,3 \text{ mg g}^{-1}$, enquanto no presente trabalho obteve-se capacidade de $253,7 \text{ mg g}^{-1}$. Desta forma, é possível afirmar que o planejamento experimental é uma técnica eficaz na otimização de produção, dessa forma atingindo o objetivo proposto.

Introdução

A ativação química de um carvão ativado é feita em uma etapa com o auxílio de um catalisador químico (Por exemplo: H_3PO_4 , KOH , ZnCl_2) que efetivamente desidrata e oxida o material celulósico, auxiliando na formação de poros (BELLO & AHMAD, 2011). Dentre as variáveis que influenciam tal ativação estão: diâmetro de partículas de precursor, temperatura de ativação, concentração de agente ativante, rampa de aquecimento, tempo de ativação, atmosfera inerte, dentre outros (YAHYA, AL-QODAH & NGAH, 2015).

Materiais e métodos

Planejamento experimental

O agente ativante utilizado nesse estudo foi hidróxido de potássio, visto que a ativação básica de carvões ativados provenientes de açaí geraram carvões com maior capacidade de adsorção dos fármacos estudados em trabalhos anteriores, sendo essa igual a $29,3 \text{ mg g}^{-1}$ para a amoxicilina (BERNI, et al., 2019).

As variáveis de ativação estudadas no presente trabalho foram a temperatura, tempo, concentração de KOH e rampa de aquecimento. Os níveis utilizados no planejamento experimental estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – níveis do planejamento fatorial fracionário

Variáveis	Níveis	
	-1	1
Temperatura (°C)	600	900
Tempo (min)	60	120
Concentração KOH (mol L ⁻¹)	0,5	1,5
Rampa de aquecimento (°C min ⁻¹)	10	30

Para avaliar as melhores condições para a produção do carvão, utilizaram-se as capacidades de adsorção de amoxicilina em soluções aquosas. Os ensaios de adsorção foram feitos em triplicata em pH 3, temperatura de 30 °C, com volume total de solução de 25 mL (200 ppm de antibiótico) e massa de 0,02 g do carvão ativado. A análise estatística foi feita utilizando o *software* STATISTICA.

Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Os aspectos morfológicos da superfície do carvão ativado foram determinados por microscopia eletrônica de varredura. A análise de MEV foi realizada na amostra previamente seca. Esta foi metalizada realizando-se 3 ciclos de 5 minutos para realizar a deposição de ouro sobre a superfície da amostra. As condições utilizadas foram, corrente elétrica de 6 mA e 15 kV de tensão. A determinação das imagens das superfícies da partícula do carvão foi realizada utilizando o microscópio eletrônico Shimadzu Superscan SS-550.

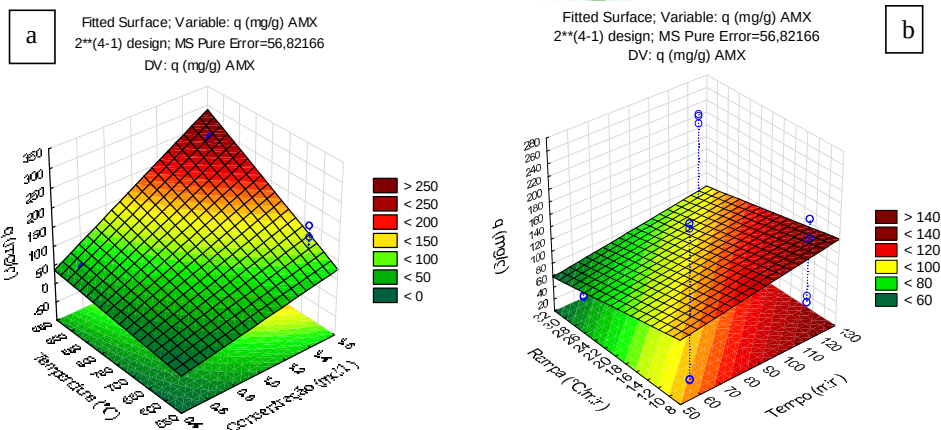
Resultados e Discussão

Planejamento experimental

Para auxiliar na melhor compreensão do sistema estudado, as superfícies de resposta obtidas a partir do *software* STATISTICA foram elaborados primeiramente fixando-se o tempo e a rampa de aquecimento e variando-se a temperatura e a concentração. Em seguida, o oposto foi efetuado. O coeficiente de determinação (R^2) é maior que 0,99 e a análise de variância foi significativa, portanto o modelo estudado é válido. As superfícies estão dispostas na Figura 1.

Figura 1 –a) Superfície de resposta C x T (t = 90 min e R = 20 °C min⁻¹) b) Superfície de resposta t x R (C = 1 mol L⁻¹ e T = 750 °C).

[L1] Comentário: o modelo ajustado aos dados experimentais pode ser considerado estatisticamente significativo de acordo com os testes F no nível de 95 % de confiança.



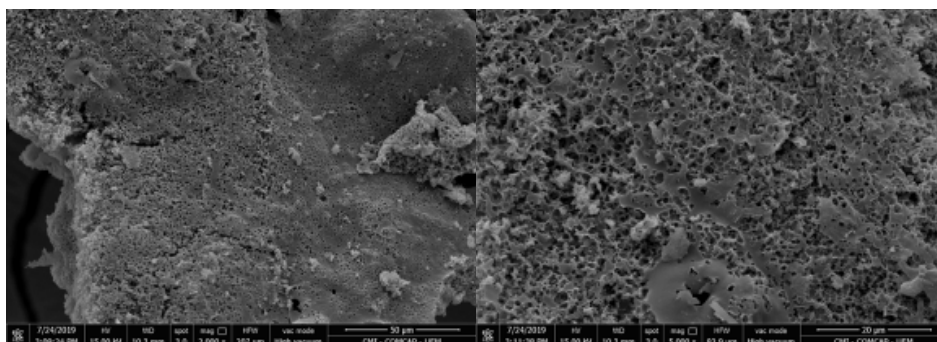
Fonte: Autores

Como pode ser visto na Figura 1a, tanto a concentração como a temperatura de ativação apresenta forte correlação positiva com a capacidade de adsorção do carvão ativado. Em contrapartida, na Figura 1b, apenas o tempo possui correlação positiva com a capacidade de adsorção, enquanto a rampa de aquecimento possui correlação negativa, ou seja, quanto maior a rampa, menor a capacidade de adsorção do carvão produzido. Portanto, é desejável produzir carvões provenientes do caroço de açaí à altas temperaturas, concentrações e tempos. Já a rampa de aquecimento, deve ter valor baixo.

Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

O carvão com maior capacidade de adsorção para a temperatura de ativação foi analisado por meio do MEV. Este teve capacidade de adsorção de $253,7 \text{ mg g}^{-1}$. O MEV está disposto na Figura 3.

Figura 2 – MEV do carvão ativado que obteve maior capacidade de adsorção. À esquerda com ampliação de 2000x e à direita com ampliação de 5000x



Fonte: Autores

Como pode ser visto na Figura 3, o carvão produzido mostra poros bem desenvolvidos na superfície impregnado com KOH. Isso pode ser devido à ativação, que envolveu ativação química por KOH.

Conclusões

Em trabalhos anteriores, os autores obtiveram capacidade de adsorção experimental de $29,3 \text{ mg g}^{-1}$, enquanto neste trabalho obteve-se capacidade de $253,7 \text{ mg g}^{-1}$. Portanto, é possível afirmar que o planejamento de fato alcançou o seu objetivo. Com o MEV foi possível visualizar que o carvão obtido possui superfície porosa.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer às instituições de fomento à pesquisa por concederem a bolsa PIBIC/CNPq/FA/UEM, que possibilitou a elaboração do trabalho.

Referências

- BELLO, O. S; AHMAD, M. A. Adsorption of dyes from aqueous solution using chemically activated mango peels. 2nd international conference on environmental science and technology. vol. 6, p. 103-6, 2011.
- BERNI, J. V; DE CESARO, J. P. V; VIEIRA, A. M. S; BERGAMASCO, R; SCHEUFELLE, F. B; VIEIRA M. F. Inicial analysis of viability of acai berry's seed as precursor for activated carbon. 4th I.C. FaBE – International Conference on Food Biosystems Engineering, 2019.
- YAHYA, M. A; AL-QODAH, Z; NGAH, C. W. Z. Agricultural bio-waste materials as potential sustainable precursors used for activated carbon production: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. v. 46, p. 218-235, 2015.