

## TESTE DE IODO PARA OTIMIZAÇÃO DA MESOPOROSIDADE DO CARVÃO ATIVADO OBTIDO A PARTIR DA TORTA DE BURITI (MAURITIA FLEXUOSA)

**Autores:** STEPHANIE FROES VELOSO, VÂNIA QUEIROZ DA SILVA, SHARA KATERINE MOREIRA JORGE, ROSILANNY SOARES CARVALHO, LORENA KARLA SANTOS, RENAN ZUBA PARRELA

### Introdução

A indústria têxtil, setor de grande importância para a economia brasileira, é conhecida por ser um dos setores que causam maior impacto ambiental pois, devido ao alto consumo de água e corantes nesse processo, são gerados enormes volumes de efluentes coloridos (IMMICH, 2006). A presença de corantes, até mesmo em pequenas concentrações, é altamente visível podendo permanecer por cerca de 50 anos em ambientes aquáticos, pondo em risco a estabilidade e a vida do ecossistema em que está inserido. Nesse contexto, é cada vez maior a busca por tecnologias que buscam o tratamento melhor e mais adequado desses efluentes, considerando custos, tempo e eficiência dos processos (ALBURQUERQUE JÚNIOR, 2002; IMMICH, 2006; KAMIDA E DURRANT, 2005).

A adsorção é uma das técnicas de separação mais utilizadas em tratamento de efluentes têxteis para remoção de corantes. Em relação a outros processos, apresenta-se como um método de baixo custo que requer menor tempo de processamento e tem como vantagem a possibilidade de recuperação da água para reaproveitamento no processo industrial (ALBURQUERQUE JÚNIOR, 2002). Entre os diversos materiais adsorventes, o carvão ativado é um dos mais utilizados e entre uma grande variedade de precursores para sua produção, se destacam os resíduos provenientes de outros processos, que não possuem valor agregado e são geralmente descartados após sua geração (NEVES, 2015). Neste trabalho, o carvão ativado foi produzido a partir da torta de buriti, resíduo gerado pelo processo de extração mecânica do óleo presente na fruta.

Para produção de um carvão ativado de qualidade, é preciso otimizar as variáveis de processo com vistas a desenvolver uma característica desejável minimizando ao máximo o custo operacional para sua produção (BAÇAOUÍ *et al*, 2001). Sendo assim, visando a redução da quantidade de experimentos e o estudo da relação existente entre as variáveis, diversos autores vêm utilizando planejamentos experimentais com pontos centrais e metodologia de superfície de resposta com a finalidade de determinar as condições ótimas de operação (NASCIMENTO, 2008; RAULINO, 2016). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi preparar carvões ativados quimicamente a partir da queima da torta de buriti e determinar as condições experimentais ótimas em relação às variáveis tempo e temperatura máxima de ativação a partir dos resultados obtidos no teste de iodo.

### Material e métodos

#### A. Planejamento experimental

A torta de buriti, resíduo utilizado para produção do carvão ativado foi disponibilizada pela cooperativa Grande Sertão situada na cidade de Montes Claros em Minas Gerais. A biomassa é proveniente do processo de extração mecânica do óleo presente na polpa do fruto e é descartada por não possuir um destino adequado. O agente ativador utilizado no processo de ativação química foi o ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) em uma concentração de 10% (v/v). A impregnação da matéria prima ocorre pesando-se, em recipientes limpos e secos,  $15 \pm 0,0001$  g da amostra macerada em balança analítica e, em seguida, adicionando 10 mL do agente ativador. A amostra umedecida foi misturada até homogeneidade, coberta com plástico filme, deixada em repouso por 2 horas em temperatura ambiente e posteriormente levada à mufla da marca Jundilab. Para a produção do carvão, a amostra foi transferida para cadinhos e, em seguida, levada à mufla para ativação e carbonização segundo as condições estabelecidas pelo planejamento experimental representado pela Tabela 1.

#### B. Teste de iodo

A utilização da molécula de iodo tem como finalidade fornecer informações adicionais sobre a distribuição de tamanhos dos poros do carvão ativado uma vez que é capaz de prever a capacidade do carvão ativado em adsorver micropoluentes em efluentes. O parâmetro para determinação do índice de iodo é baseado na norma ABNT MB-3410 modificada, que o define como a quantidade de iodo adsorvido em mg por g de carvão ativado quando a concentração de iodo total no equilíbrio é  $0,02$  mol/L.

Para realização do experimento, as amostras foram secas em estufa a  $110^\circ$  por 3 horas e posteriormente pesados  $0,5 \pm 0,001$  g. As amostras foram transferidas para frascos erlenmeyers de 125 mL e em seguida, adicionou-se 5 mL de ácido clorídrico (HCl) 20% (v/v). A suspensão foi então aquecida por 60 segundos e deixada resfriar em temperatura ambiente. Adicionou-se 50 mL de uma solução de iodo 0,1N nos erlenmeyers, que foram agitados com movimentos circulares por 30 segundos e filtrados por gravidade, usando papel filtro. Os 10 primeiros mL de filtrado de cada um dos frascos foram descartados e o restante foram acondicionados em béqueres, para então homogeneizar e transferir 25 mL para um erlenmeyer.

A determinação da concentração residual foi realizada via titulometria com tiosulfato de sódio até que a coloração amarela quase desaparecesse para então, adicionar 1 mL da solução de amido, utilizada como indicador. A titulação continuou até o desaparecimento da coloração azul. Os volumes de tiosulfato gastos na titulação de cada amostra de carvão ativado foram registrados para posterior determinação do índice de iodo.

### Resultados e discussões



Ao observar o comportamento da resposta das variáveis na Tabela 1 tem-se que ao aumentar a temperatura e o tempo de ativação, o índice de iodo também aumenta. Tal fato encontra-se condizente com o esperado uma vez que o aumento da temperatura e do tempo de ativação do carvão ativado propicia o alargamento e a formação de novos poros, contribuindo para maior adsorção das moléculas de iodo. Além disso, observa-se que nos pontos centrais há uma pequena variação entre os valores de índice de iodo, o que indica uma boa reprodutibilidade do processo.

Ao aplicar a Metodologia de Superfície de Resposta, tem-se a análise de variância (ANOVA) dos resultados, representada pela Tabela 2 e a superfície de resposta gerada, que pode ser observada nos gráficos da Fig. 1. Ao observar a tabela ANOVA, constata-se que o efeito linear do tempo e os efeitos linear e quadrático da temperatura são significativos para um nível de confiança de 95% ( $p < 0,05$ ) sendo que o efeito linear da temperatura foi o mais significativo entre eles. O mesmo resultado pode ser observado por meio do teste *f*. Além disso, a análise de variância resultou em um modelo com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,86, o que indica que boa parte das variações podem ser explicadas.

Ao observar a Fig. 1, percebe-se que não foi encontrado um ponto ótimo, conforme era esperado. A região estudada está localizada entre dois mínimos locais, o que é característico de um ponto de sela, em que há uma elevação máxima em uma direção e mínima em uma direção perpendicular. Dessa forma, a mesoporosidade do carvão ativado obtido a partir da torta de buriti não pode ser otimizada, fazendo necessário o deslocamento da região estudada para enfim atingir o objetivo do trabalho.

## Conclusões

O carvão ativado obtido a partir da torta de buriti (*Mauritia flexuosa*) foi produzido de acordo com as condições de tempo e temperatura de ativação estabelecidas no planejamento experimental. O ponto ótimo, que maximizaria a mesoporosidade do carvão não pode ser encontrado pois a superfície de resposta gerada apresentou um ponto de sela, fazendo necessário o deslocamento da região de estudo.

## Agradecimentos

Ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) *campus* Montes Claros pelo auxílio à pesquisa.

## Referências bibliográficas

- ALBUQUERQUE JÚNIOR, Eden Cavalcanti de. Carvão ativado do mesocarpo do coco verde - produção, otimização e aplicação na adsorção do corante Remazol Black. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.
- BAÇAOU, A. et al. Optimization of conditions for the preparation of activated carbons from olive-waste cakes. *Carbon*, v. 39, n. 3, p. 425-432, 2001.
- IMMICH, Ana Paula Serafini. Remoção de corantes de efluentes têxteis utilizando folhas de azadirachta indica como adsorvente. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- KAMIDA, Hélio Mitoshi; DURRANT, Lucia Regina. BIODEGRADAÇÃO DE EFLUENTE TÊXTIL POR *Pleurotus sajor-caju*. *Química Nova*, Campinas, v. 8, n. 4, p.629-632, fev. 2005.
- NASCIMENTO, Ulisses Magalhães. Estudo e otimização do processo de produção de biodiesel metílico de óleo de coco babaçu com aquecimento por micro-ondas usando um delineamento composto central rotacional (DCCR). 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2008.
- NEVES, Henrique John Pereira. Avaliação Experimental e Modelagem do Processo de Remoção de Corante Têxtil Remazol Preto B de Fase Aquosa por Adsorção com Carvão Ativado. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.
- RAULINO, Giselle Santiago Cabral. Biossorção em sistema multielementar dos íons  $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  e  $Zn^{2+}$  em solução aquosa usando a vagem seca do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) modificada: otimização usando planejamento fatorial. Tese de Doutorado. Fortaleza, 2016.

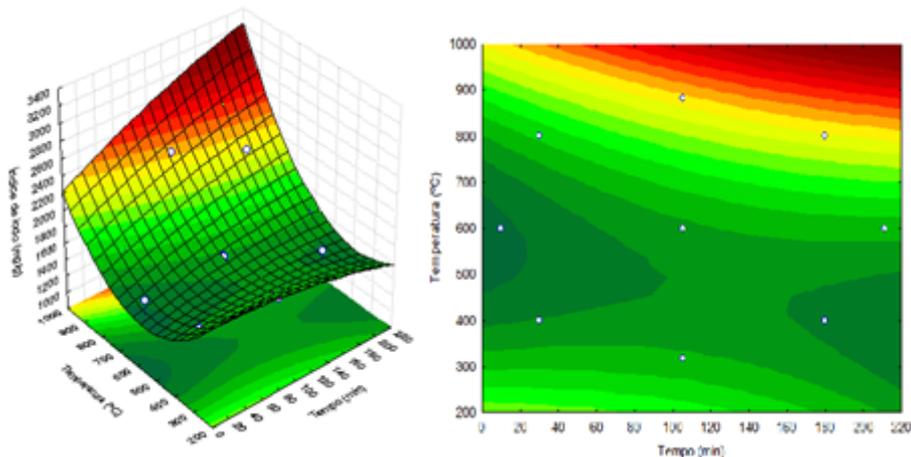


Figura 11. Superfície de resposta para a capacidade de adsorção de iodo em função da temperatura e do tempo de adsorção para os carvões em respectiva condição.

Ensaio	Tempo (min)	Temperatura (°C)	Qe AM (mg/g)
1	30	400	1458,43
2	30	800	1558,95
3	180	400	1600,84
4	180	800	2179,46
5	10	600	1539,41
6	211	600	1564,54
7	105	317	1561,75
8	105	883	2375,97
9 (C)	105	600	1544,99
10 (C)	105	600	1570,12
11 (C)	105	600	1595,25
12 (C)	105	600	1556,16
13 (C)	105	600	1572,92

Tabela 2. Análise de variância (ANOVA) para o número de iodo. GL (Graus de Liberdade), SS (Soma dos Quadrados), MS (Quadrado médio).

Fator	SS	GL	MS	F	p
-------	----	----	----	---	---

Realização:



SECRETARIA DE  
DESENVOLVIMENTO  
CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO  
E INOVAÇÃO SUPERIOR



Apoio:



Tempo (L)	88243,4	1	88243,4	6,576	0,0373
Tempo (Q)	8770,6	1	8770,6	0,653	0,4454
Temperatura (L)	418965,0	1	418965,0	31,221	0,0008
Temperatura (Q)	242196,0	1	242196,0	18,048	0,0038
Tempo x Temperatura	57144,4	1	57144,4	4,258	0,0779
Erro	93934,3	7	13419,2		
Total SS	913221,5	12			