

# **AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PARÂMETROS NA ADSORÇÃO DO AZUL DE METILENO UTILIZANDO A CASCA DA BANANA COMO AGENTE ADSORVENTE**

M. T. Costa<sup>1</sup>; C. M. C. Andrade<sup>2</sup>; L. Meili<sup>3</sup>, J. I. Soletti<sup>3</sup>, S. H. V. Carvalho<sup>3</sup>

1-Bolsista Iniciação Científica – Universidade Federal de Alagoas

2-Graduanda Engenharia Química – Universidade Federal de Alagoas

3-Docente – Universidade Federal de Alagoas

Avenida Lourival Melo Mota, S/N – CEP: 57072-970 – Maceió - AL – Brasil

Telefone: (82) 88254926 – Email: [mari\\_teodosio@hotmail.com](mailto:mari_teodosio@hotmail.com)

**RESUMO:** Devido à grande quantidade de efluentes contendo resíduos de corantes que são gerados por diferentes indústrias, faz-se necessário a implementação de métodos que promovam a diminuição da contaminação ambiental. Dentre estes corantes, o azul de metileno, corante orgânico catiônico, é um dos mais utilizados. Um dos processos em destaque para o tratamento desse efluente é a adsorção, um fenômeno de superfície que consiste na remoção de contaminantes a partir da utilização de um agente adsorvente, sendo considerado um processo eficaz e econômico. Um resíduo agroindustrial passível de utilização como adsorvente é a casca de banana, fruto de grande consumo no Brasil. O experimento foi realizado em batelada, promovendo-se a variação do pH, concentração do corante e massa de agente adsorvente. Os melhores resultados foram para a concentração de 50 ppm de azul de metileno, utilizando 0,25 gramas de adsorvente e pH 5,5, apresentando uma remoção máxima de cerca de 85%.

**PALAVRAS-CHAVE:** azul de metileno, adsorção, casca da banana

**ABSTRACT:** Due to the large quantity of effluents containing residues of dyes that are generated for different industries, it is necessary the implementation of methods that promote the fall in the contamination of the environmental. Among these dyes, the methylene blue, cationic organic dye, is the most used. A prominent process to the treatment of this effluent is the adsorption, a superficial phenomenon that consists in the removal of contaminants using an agent adsorbent, being considered an efficient and economic process. An agro-industrial residue that can be used as adsorbent agent is the banana skin, large consumed fruit in Brazil. The batch experiment was carried out promoting the variation of pH, dye concentration and adsorbent agent mass. The best results were with the concentration of 50 ppm of methylene blue, using 0,25 grams of banana skin and pH 5,5, demonstrating a total removal about 85%.

**KEYWORDS:** methylene blue, adsorption, shin banana

## **1. INTRODUÇÃO**

O contexto mundial prima pela preservação ambiental, portanto é de suma importância reduzir a quantidade e/ou melhorar a qualidade dos efluentes descartados nos corpos aquáticos. Esse é o desafio que diversos setores industriais enfrentam para atingir um adequado desenvolvimento, livre de agressões ao meio ambiente (Gomes, 2009).

Mais de 10 mil tipos de corantes são empregados anualmente pelas indústrias (têxtil, papel, plástico, couro, dentre outras), equivalentes a cerca de 700.000 ton/ano. No Brasil, este número equivale a 26,5 mil ton/ano. Boa parte deste material é descartada nos corpos hídricos, representando um problema ambiental e perda na renda da indústria (Monteiro, 2010).

A remoção de corantes sintéticos presentes em efluentes industriais é de grande interesse, uma vez que alguns desses corantes e seus produtos de



degradação podem ser carcinogênicos e tóxicos e, conseqüentemente, o seu tratamento não pode depender somente da biodegradação. (Hammed et al. 2007).

Um dos corantes de grande utilidade industrial é o azul de metileno, cuja capacidade de reagir com diversos substratos tornam-no de difícil tratamento e seu aquecimento pode gerar óxidos de enxofre e nítrico causando efeitos toxicológicos em organismos aquáticos (Poggere et al., 2011).

A melhor escolha de um método universal adequado para eliminar todos os poluentes dos efluentes depende do tipo de substância a ser removida, composição, concentração e fluxo de produção do efluente (Belisário et al., 2009). Um dos métodos em evidência é a adsorção, fenômeno de superfície decorrente da aderência de moléculas de um componente presente em uma fase fluida (líquida ou gasosa) sobre a superfície de um sólido. O material sólido capaz de adsorver é chamado de adsorvente, enquanto o material da fase fluida capaz de ser adsorvido é chamado adsorvato (Loureiro, 2012).

Dentre os diversos resíduos passíveis de utilização em processos de adsorção se destacam os resíduos agroindustriais, como a casca da banana, fruto de grande consumo no Brasil, terceiro maior produtor mundial de banana, com cerca de 7,5 milhões de toneladas, intensificando a necessidade de reutilização desse resíduo seguindo os preceitos do desenvolvimento sustentável (Mansur et al., 2013). Devido à presença de substâncias como ácido pécico, ácidos orgânicos pequenos, lignina e proteínas, a casca da banana se torna um material muito atrativo para a adsorção de substâncias catiônicas (Jesus et al., 2005).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização Físico-Química da Casca da Banana

#### 2.1.1. Umidade

Corresponde à perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida. A análise é feita aquecendo-se a amostra a 105°C em estufa e a pesagem após 8 horas, até se obter o peso constante.

#### 2.1.2. Teor de Cinzas

É feita por incineração simples, que consiste no aquecimento da amostra seca em mufla elétrica à temperatura de 500°C, durante quatro horas ou até a obtenção de cinza clara, indicando a ausência de matéria orgânica.

#### 2.1.3. pH

A avaliação do pH é feita promovendo a agitação da amostra contendo 2 gramas de resíduo em 50 mL de água destilada por 10 minutos. Logo após, o pH é medido através de um pHmetro.

#### 2.1.4. Microscopia

A morfologia da superfície da casca de banana foi observada através do escaneamento microscópico eletrônico (SEM, Shimadzu SSX-550).

### 2.2. Desenvolvimento da Adsorção

Antes da utilização da casca da banana como agente adsorvente, o resíduo passou por corte e sanitização em hipoclorito de sódio 100 ppm por 15 minutos, procedendo a secagem em estufa com circulação de ar a 50 °C até peso constante. Em seguida, o material foi triturado em moinho de facas tipo Willye, em peneira de 30 mesh, e armazenado em embalagens plásticas herméticas.

Os estudos de adsorção foram realizados pela técnica de batelada, variando a massa de agente adsorvente (0,05/0,1/0,5/0,75/1,0g) mantendo constantes a concentração de azul de metileno (100 ppm) e o pH (5,5); variando o pH (2,5/4,0/5,5/7,0/8,5), mantendo constantes a massa de adsorvente (0,05 g) e concentração de azul de metileno (100 ppm); variando a concentração de azul de metileno (25/50/100/150/200 ppm), mantendo constantes a massa de agente adsorvente (0,1 g) e pH (5,5). A casca da banana foi posta em contato com 100 mL de solução do corante à temperatura ambiente. O sistema foi agitado em uma incubadora shaker Solab, a 25°C e 100 rpm. Segundo Souza (2007) e Curbelo (2002), a adsorção é mais eficaz quando realizada a esta temperatura e rotação. As amostras foram coletadas em intervalos de tempo de 5/10/30/60/90/180/240 minutos.

Para análise do teor de corante nas diversas alíquotas foi utilizado o espectrofotômetro UV-Vis no comprimento de onda de 665 nm. A conversão dos valores de absorbância para concentração em ppm, foi realizada a partir da equação da curva de azul de metileno previamente determinada.

A quantidade adsorvida no tempo  $t$ ,  $q_t$ , foi calculada pela Equação 1:

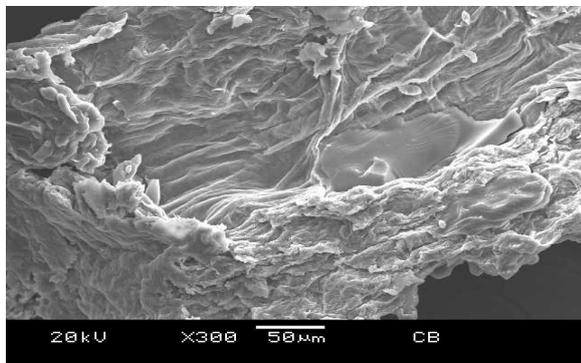
$$q_t = \frac{(C_0 - C_t)V}{W} \quad (01)$$

Onde  $C_t$  é a concentração do azul de metileno na fase líquida em qualquer tempo,  $C_0$  é a concentração inicial da solução,  $V$  é o volume da solução e  $W$  é a massa do agente adsorvente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A casca de banana apresentou umidade em torno de 7,48 %; pH 5,15 e teor de cinzas equivalente a 9,78%, indicando que a casca de banana é constituída principalmente de matéria orgânica, o que aumenta sua capacidade de adsorção.

Realizou-se a microscopia da casca de banana através da SEM, sendo possível observar uma superfície heterogênea, áspera e desigual, o que, segundo Weber (2013), pode favorecer o processo de adsorção do azul de metileno. As cavidades heterogêneas desse resíduo em escala de microporos e macroporos podem favorecer a difusão e adsorção das moléculas de corantes.



**Figura 1:** Análise microscópica da casca de banana

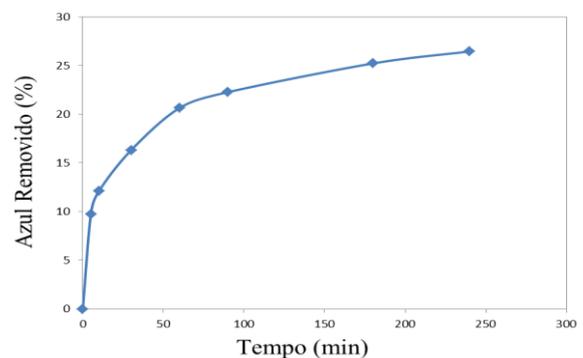
O primeiro parâmetro avaliado foi a variação do pH (2,5/4,0/5,5/7,0/8,5), mantendo constantes a massa de adsorvente (0,05 g) e

concentração de azul de metileno (100 ppm). Os valores obtidos em 240 min de adsorção encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1:** Influência do pH na remoção do azul de metileno

pH	Azul Removido (%)
2,5	14,49
4,0	15,65
5,5	26,45
7,0	27,20
8,5	35,12

Apesar dos dados demonstrarem que com o aumento do pH, há uma maior remoção de azul de metileno, apenas o pH 5,5 apresentou comportamento adequado ao processo adsorptivo, como demonstra-se na Figura 2. Os demais pHs estudados demonstraram pequena adsorção inicial, seguida de uma rápida dessorção e de uma nova adsorção do corante, demonstrando um comportamento inadequado do resíduo.



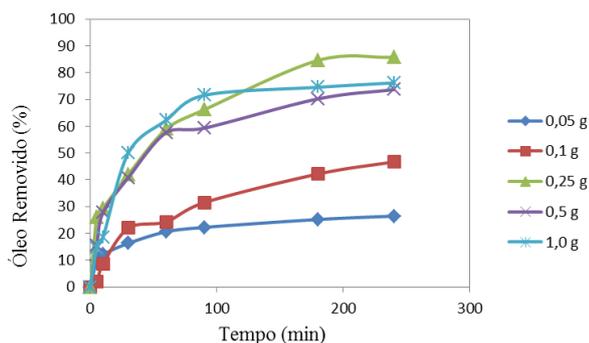
**Figura 2:** Porcentagem de azul de metileno removido ao longo do tempo

É possível perceber o comportamento aproximadamente constante após 180 minutos de adsorção, valor superior ao tempo de equilíbrio (15 minutos) encontrado por Leal (2011, a), que promoveu a adsorção do azul de metileno utilizando a caulinita como meio adsorvente, o que pode ser explicado pela quantidade em massa do agente adsorvente utilizado. Para Bruno (2008), o tempo de equilíbrio de 10 minutos foi obtido para adsorção utilizando zeólitas sintetizadas a partir de cinzas.

Segundo Jesus (2005), a casca de banana apresenta valores máximos de adsorção na faixa de pH de 3,5 e 9,0. De acordo com Lima (2012), os processos de adsorção obtiveram melhores resultados em meios mais ácidos, com valores de

pH variando entre 2 e 6. Contudo, apresentou baixa adsorção em pH neutro e em pH's alcalinos entre 8 e 10.

Promovendo a variação da massa de agente adsorvente (0,05/0,1/0,5/0,75/1,0g) mantendo constantes a concentração de azul de metileno (100 ppm) e o pH (5,5), os dados apresentados demonstraram o comportamento visto na Figura 3.

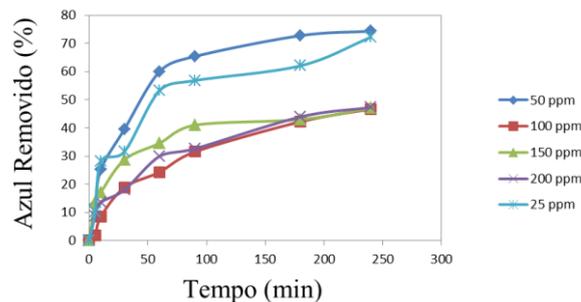


**Figura 3:** Porcentagem de azul de metileno removido para diferentes massas de adsorvente

Como esperado, um aumento na massa de agente adsorvente promove uma maior remoção de azul de metileno, que se torna aproximadamente constante após 180 minutos de adsorção para todas as massas estudadas. Essa maior eficiência pode ser explicada pelo aumento da área superficial onde ocorre a adsorção. Entretanto, não há uma variação significativa na adsorção utilizando 0,5 e 1,0 gramas da casca de banana, sendo a massa de 0,25 g a que apresenta maior remoção de azul de metileno.

A remoção máxima de 85% obtida utilizando-se 0,25 gramas da casca de banana, apresentou-se inferior a obtida por Tramontim (2011), que utilizou 0,3 gramas de carvão ativado e obteve uma remoção acima de 90%.

Variando-se a concentração de azul de metileno (25/50/100/150/200 ppm), mantendo constantes a massa de agente adsorvente (0,1 g) e pH (5,5), os valores experimentais obtidos encontram-se na Figura 4.



**Figura 4:** Porcentagem de azul removido para diferentes concentrações

É notório que a porcentagem de adsorvato removido foi superior para a concentração de 50 ppm de azul de metileno. O tempo de equilíbrio para esta concentração ocorre aproximadamente após 180 minutos de adsorção, tempo superior ao encontrado por Leal (2011, b) que promoveu a adsorção de 10 mL de azul de metileno com diferentes concentrações (100/250/500 ppm) utilizando 0,1 gramas de babaçu, obtendo um tempo de equilíbrio de 30 minutos.

O aumento da concentração de 25 ppm para 50 ppm aumentou a eficiência de adsorção. Isso pode ser explicado pelo fato de que ao aumentar a concentração inicial de azul de metileno, haveria mais espécies distribuídas na superfície do adsorvente, o que contribui para uma maior formação de ligações químicas na superfície (Leal et al., 2011, b). A diminuição da eficiência de adsorção quando a concentração foi de 100 ppm ou superior pode se dever ao fato do excesso de soluto ter gerado competição (Carvalho et al., 2010; Magriotis et al., 2010; Perez et al., 2011), ou ainda, a possível agregação das moléculas de corante e/ou esgotamento dos sítios ativos acessíveis na superfície do adsorvente (Gaffar et al., 2004). Assim a concentração ótima de solução de azul de metileno foi 50 ppm.

## 4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos foi possível observar um tempo de equilíbrio acima de 180 minutos, sendo as condições ideais de adsorção: concentração de 50 ppm, massa de agente adsorvente equivalente a 0,25 gramas e pH 5,5.

Os resultados obtidos na adsorção de solução de azul de metileno utilizando a casca de banana como agente adsorvente demonstram a potencialidade desse material que não possui



nenhum valor agregado e que é capaz de promover uma remoção de cerca de 85% em 240 minutos de adsorção, em condições ideais.

## 5. REFERÊNCIAS

BELISÁRIO, M.; BORGES, P. S.; GALAZZI, R. M.; PIERO, P. B. ZORZAL, P. B.; RIBEIRO, A. V. F. N.; RIBEIRO, J. N. *O emprego de resíduos naturais no tratamento de efluentes contaminados com fármacos poluentes*. Inter Science Place, 2009.

BRUNO, M. *Utilização de Zeólitas Sintetizadas a Partir de Cinzas de Carvão na Remoção de Corante em Água*, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo, 2008.

CARVALHO, T. E. M.; FUNGARO, D. A.; IZIDORO, J. C. *Adsorção do corante reativo laranja 16 de soluções aquosas por zeólitas sintéticas*. Química Nova. 33, 358-363, 2010.

CURBELO, F. D. S.; OLIVEIRA, E. L.; MELO, M. A. F. (2002). *Estudo da Remoção de Óleo em Águas Produzidas na Indústria de Petróleo, por Adsorção em Coluna Utilizando a Vermiculita Expandida e Hidrofobizada*, 45 – 46. Rio Grande do Norte, 2002.

GAFFAR, M. A.; EL-RAFIE, S. M.; EL-TAHLAMY, K. F. *Preparation and utilization of ionic exchange resin via graft copolymerization of  $\beta$ -CD itaconate with chitosan*. Carbohydrate Polymers, 56(4), 387-396, 2004.

GOMES, E. A. *Tratamento combinado da água produzida de petróleo por eletroflotação e processo Fenton*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos. Universidade Tiradentes, Aracaju, Sergipe, 2009.

HAMEED, B. H., AHMAD, A. L., LATIFF, K. N. A. *Adsorption of basic dye (methylene blue) onto activated carbon prepared from rattan sawdust*, *Dyes and Pigments* 75, 143-149, 2007.

JESUS, D. M. A.; ROCHA, J. F.; ALFAYA, A. A. S. *Utilização da Farinha da Casca da Banana na Remoção de Corante Têxtil em Solução Aquosa*. Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2005.

LEAL, P. V. B.; ANJOS, J. P. e MAGRIOTIS, Z. M. *Estudo da Adsorção do Corante Azul de Metileno em Caulinita Rosa*. Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais, *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, vol 2, nº 3, 38-42, 2011, a.

LEAL, P. V. B.; GREGÓRIO, A. M.; OTONI, E.; SILVA, P. R.; KRAUSER, M. O.; HOLZBACH, J. C. *Estudo da Adsorção do Corante Azul de*

*Metileno em Resíduos de Babaçu*. Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais, *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, vol 3, nº 4, 166-171, 2011, b.

LIMA, A. S.; ROSA, H. C. L.; CASTRO, N. L.; RIBEIRO, R. E. e CHAVES, J. A. P. *Aplicação da Casca da Banana na Adsorção do Corante Azul de Metileno*. Universidade Federal de Maranhão, 2012.

LOUREIRO, L. F. *Avaliação da Adsorção do Herbicida 2,4-D em Carvão Ativado em Pó e Granular por Meio de Análises de Isotermas de Adsorção Utilizando Diferentes Qualidades de Água*. Vitória, ES, 2012.

MAGRIOTIS, Z. M.; LEAL, P. V. B.; SALES, P. F.; PAPINI, R. M.; VIANA, P. R. M. *Adsorption of etheramine on kaolinite: a cheap alternative for the treatment of mining effluents*. *Journal of Hazardous Materials*. 184, 465-471, 2010.

MANSUR, C.; LOBATO, P. H. *Produtores Brasileiros de Banana Temem Importação da Fruta Colhida no Equador*. Disponível em: [http://www.em.com.br/app/noticia/economia/2013/08/14/internas\\_economia,434815/produtores-brasileiros-de-banana-temem-importacao-da-fruta-colhida-no-equador.shtml](http://www.em.com.br/app/noticia/economia/2013/08/14/internas_economia,434815/produtores-brasileiros-de-banana-temem-importacao-da-fruta-colhida-no-equador.shtml), 2013.

MONTEIRO, S. M. *Mesocarpo de coco verde (cocos nucifera) e pó de serragem da Tatajuba (Bagassa Guianensis Aubi) como adsorventes em meio aquoso*. *Dissertação*. Universidade Federal do Maranhão, 2010.

PEREZ, A. A.; SÁNCHEZ, C. C.; PATINO, J. M. R.; RUBIOLO, A. C.; SANTIAGO, L. G. *Surface adsorption behaviour of milk whey protein and pectin mixtures under conditions of air-water interface saturation*. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 85, 306-315, 2011.

POGGERE, P.A.; DAVIS, R.; MONTANHER, S.F.; LOBO, V.S. *Azul de Metileno: Propriedades e tratamentos*. III ENDICT, UFTPR, Toledo, 2011.

SOUZA, P. F.; SANTOS, E. G. *Estudo da Remoção de Óleos e Graxas em Efluentes de Petróleo Utilizando Bagaço de Cana*, 2007.

TRAMOTIM, D. P.; PETERSON, M.; PIZZOLO, J. P.; PIZZOLO, J. P. *Adsorção do Corante Básico (Azul de Metileno) por Carvão Ativado Preparado a Partir de Finos de Carvão*. Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2011.

WEBER, C. T.; FOLETTO, E. L.; MEILI, L. *Removal of Tannery Dye from Aqueous Solution Using Papaya Seed as an Efficient Natural Biosorbent*. Departamento de Chemical Engineering, Federal University of Santa Maria, 2013.