



# ESTUDO DA ADSORÇÃO DO AZUL DE METILENO UTILIZANDO DIVERSOS RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS COMO AGENTE ADSORVENTE

R. L. Almeida<sup>1</sup>; L. Meili<sup>2</sup>, J. I. Soletti<sup>2</sup>, S. H. V. Carvalho<sup>2</sup>

1 - Graduanda Engenharia Química – Universidade Federal de Alagoas

2 - Docente – Universidade Federal de Alagoas

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

Telefone: (82) 88551231 – Email: [rafaella.luna89@gmail.com](mailto:rafaella.luna89@gmail.com)

**RESUMO:** A possível escassez de água acende um sinal de alerta sobre o uso desse recurso. Sabendo da grande quantidade de efluentes contendo corantes gerados principalmente por indústrias têxteis, os quais podem contaminar água e solo, há a preocupação com seu tratamento. Um possível pós-tratamento desses efluentes é a adsorção, fenômeno de superfície que consiste na remoção de contaminantes a partir da utilização de um agente adsorvente. Resíduos agroindustriais provenientes dos frutos graviola, milho e abacaxi, muito consumidos no Brasil, foram utilizados como agentes adsorventes de baixo custo para adsorção do corante azul de metileno. Os experimentos foram realizados em batelada, mantendo a concentração do corante em torno de 100 ppm e a massa de 0,5 gramas dos agentes adsorventes. Os melhores resultados foram para o resíduo de milho verde cru, com 240 minutos de agitação, apresentando uma remoção máxima de aproximadamente 85%, o que corresponde a 16,18 mg adsorvato/g adsorvente.

**PALAVRAS-CHAVE:** azul de metileno, adsorção, resíduos agroindustriais

**ABSTRACT:** The possibility of water scarcity illuminates a warning about the use of this feature. Knowing the large amount of effluents containing dyes generated by textile industries, which can contaminate water and soil, there is a concern with your treatment. A possible post-treatment of effluents is the adsorption, a superficial phenomenon that consists in the removal of contaminants using an agent adsorbent. Agro-industrial residues of pineapple, corn and soursop, which are widely consumed in Brazil, were used as adsorbent agents in the adsorption of the methylene blue. The experiments were performed in batch, keeping the dye concentration at 100 ppm and the mass of 0,5 grams of the adsorbent agents. The best results were using the residue raw corn in 240 minutes, with a maximum removal of about 85%, which implies in 16,18 mg adsorbate/g adsorbent.

**KEYWORDS:** methylene blue, adsorption, agro-industrial residue

## 1. INTRODUÇÃO

Do ponto de vista ambiental, um dos grandes problemas enfrentados pela indústria têxtil é a remoção da cor dos efluentes, uma vez que os corantes apresentam baixa biodegradabilidade (Pereira, 2013).

Mais de 10 mil tipos de corantes são empregados anualmente pelas indústrias, 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).

O tratamento de efluentes contendo corantes é uma preocupação crescente na indústria têxtil devido ao visível impacto estético de um lançamento colorido sobre um corpo hídrico receptor, bem como a possíveis problemas de toxicidade. À medida que a legislação ambiental se torna mais exigente, a efetividade e a redução do



custo dos processos de tratamento se tornam mais importantes (Kammradt, 2004).

O azul de metileno é um corante orgânico catiônico bastante utilizado em estudos de adsorção, pois sua molécula se apresenta como um modelo para os demais corantes, afinal as bandas de absorção de suas diferentes espécies (monômeros, dímeros, agregados e espécies protonadas) são bem conhecidas e aparecem em regiões distintas do espectro (Neumann, 2000; Brady, 1996).

A adsorção vem sendo largamente utilizada na indústria, principalmente no tratamento de correntes de efluentes contaminadas com baixas concentrações de contaminantes orgânicos (Brinques, 2005).

Dentre os diversos resíduos de baixo custo passíveis de utilização em processos de adsorção se destacam os resíduos agroindustriais, como polpa de abacaxi, semente de graviola, resíduo de graviola, palha de milho cozido e o alimento milho verde cru.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização Físico-Química dos Resíduos

#### 2.1.1. Umidade

Corresponde à perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida. A análise foi feita aquecendo-se cerca de 1g da amostra a 105°C em estufa e a pesagem após 8 horas, até se obter o peso constante.

#### 2.1.2. Teor de Cinzas

Foi feita por incineração simples, que consiste no aquecimento da amostra seca, cerca de 1g, 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 foi feita promovendo a agitação da amostra contendo 2 gramas de resíduo em 50 mL de água destilada por 10 minutos. Logo após, o pH foi 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 dos agentes adsorventes, os resíduos passaram 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, com uma massa de aproximadamente 0,5g para todos os tipos de adsorventes, mantendo constantes a concentração de azul de metileno (100 ppm) e o pH (5,5), pH apresentado pelo azul de metileno sem qualquer alteração. Os resíduos foram postos 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. As amostras foram coletadas em intervalos de tempo de 5/10/30/60/90/180/240 minutos, utilizando-se uma pipeta volumétrica para promover a separação do adsorvato do agente adsorvente utilizado.

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  $t$  (min),  $q_t$ , foi calculada pela Equação 1:

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

A porcentagem de azul removido, foi calculado pela Equação 2:

$$\% \text{Azul} = \frac{(C_0 - C_t)}{C_0} \times 100 \quad (02)$$

Onde  $C_t$  (mol/L) é a concentração do azul de metileno na fase líquida em qualquer tempo,  $C_0$



(mol/L) é a concentração inicial da solução, V (L) é o volume da solução e W (g) é a massa do agente adsorvente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

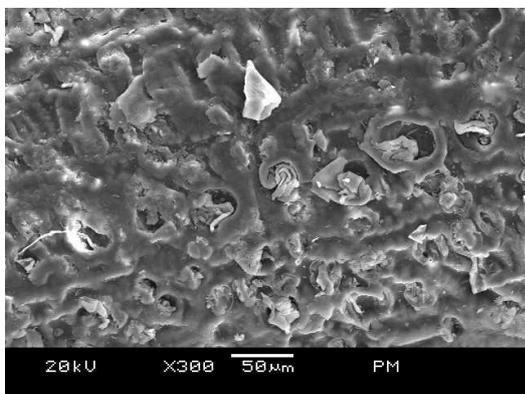
A Tabela 1 apresenta a umidade, pH e teor de cinzas de cada resíduo estudado.

**Tabela 1:** Dados experimentais dos resíduos estudados

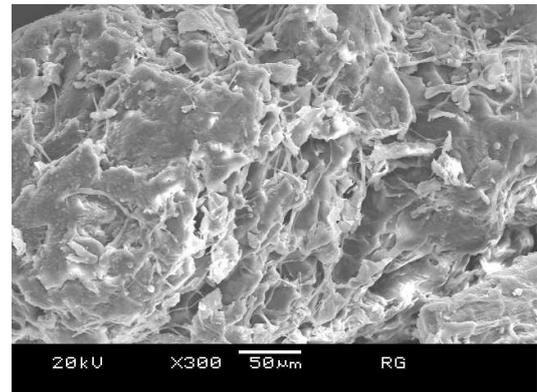
Resíduo	pH	Umidade (%)	Teor de Cinzas
Polpa de Abacaxi	4,00	11,12	0,77
Semente de Graviola	5,97	10,47	1,25
Resíduo de Graviola	4,03	10,90	1,60
Palha de Milho Cozido	4,62	5,92	1,36
Milho Verde Cru	5,69	8,26	1,25

O baixo teor de cinzas apresentado por todos os resíduos indica que os mesmos são constituídos necessariamente de matéria orgânica, o que aumenta a capacidade de adsorção.

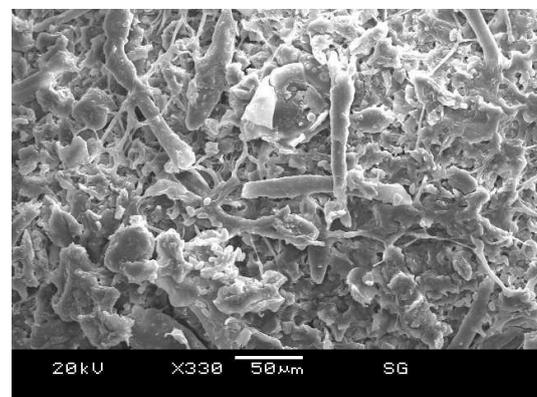
Realizou-se a microscopia de alguns dos resíduos através da SEM, sendo possível observar uma superfície heterogênea, áspera e desigual, o que, segundo Weber (2013), pode favorecer o processo de adsorção do azul de metileno. As figuras 1, 2 e 3 apresentam as visualizações microscópicas dos resíduos.



**Figura 1:** Análise microscópica da palha de milho

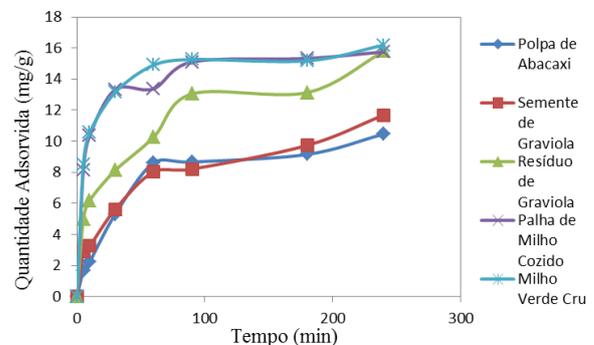


**Figura 2:** Análise microscópica do resíduo de graviola



**Figura 3:** Análise microscópica da semente de graviola

Mantendo constantes as massas dos adsorventes (0,5 g) e concentração de azul de metileno (100 ppm), os valores obtidos para a quantidade de azul removido na adsorção encontram-se na Figura 4.



**Figura 4:** Quantidade de azul de metileno removido ao longo do tempo



É possível perceber, através da Figura 4, o diferente comportamento da adsorção utilizando os resíduos do milho em comparação ao de graviola e o de abacaxi, cujas eficiências foram inferiores aos resíduos de milho verde cru e da palha de milho cozido. Percebe-se também um comportamento aproximadamente constante após 180 minutos de adsorção para os resíduos de milho, valor inferior ao tempo de equilíbrio de 14 horas observado por Bertoli (2007) utilizando 1 g de sabugo de milho para 100 mL de azul de metileno.

A remoção máxima de 85% obtida utilizando-se 0,5 gramas de resíduo de milho verde cru apresentou-se inferior a obtida por Tramontim (2011), que utilizou 0,3 gramas de carvão ativado e obteve uma remoção acima de 90%.

Apesar de não demonstrarem a mesma eficiência que os resíduos de milho, a polpa de abacaxi e o resíduo de graviola apresentaram uma remoção acima de 70 %, um resultado também satisfatório.

## 4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos foi possível observar que o resíduo de milho verde cru é o agente adsorvente que possui a maior porcentagem de azul de metileno removido durante todo tempo observado, demonstrando a potencialidade desse material que é capaz de promover uma remoção de aproximadamente 85% em 240 minutos de adsorção, nas condições estudadas.

## 5. REFERÊNCIAS

BERTOLI, A. C.; AMARAL, L.C.S.; JANUÁRIO, J.P. Capacidade adsorvente do sabugo de milho na remoção de azul de metileno em meio aquoso: influência de condições experimentais. Centro Universitário de Lavras, UNILAVRAS, Minas Gerais, 2007.

BRADY, V. P.; CYGAN, T. R.; NAGY, L. K., *Molecular controls on kaolinite surface change. Journal of Colloid Interface Science.* 183, 356-364, (1996).

BRINQUES, G. B. Adsorção de tolueno em solução aquosa em leito de carvão ativado em planta piloto. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

KAMMRADT, P. B. Remoção de cor de efluentes de tinturarias industriais através do processo de

oxidação avançada. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

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.

NEUMANN, M. G; GESSNER, F; CIONE A. P. P; SARTORI A. R; CAVALHEIRO, S. C. C., *Interações entre corantes e argilas em suspensão aquosa.* Química Nova. 23, 818-824, (2000).

PEREIRA, L. E. C.; AMARAL, L. C. S. Utilização do Sabugo de Milho como Adsorvente de Corantes: Estudo do pH e da Granulometria. VIII Seminário de Iniciação Científica - VII Seminário PIBIC/CNPQ e V Seminário PIBIC/FAPEMIG II Fórum Científico do Unilavras, 2013.

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.; FOLETTTO, E. L.; MEILI, L. Removal of Tannery Dye from Aqueous Solution Using Papaya Seed as na Efficient Natural Biosorbent. Departamento f Chemical Engineering, Federal University of Santa Maria, 2013.