

REMOÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO POR ADSORÇÃO EM BAGAÇO DE COCO (COCOS NUCIFERA L.)

Isabelle Fonseca Ferreira¹
Victor Hugo Cardoso da Costa²
Jailma Barros dos Santos³
Geovânia Cordeiro de Assis⁴



RESUMO

O setor têxtil é um dos responsáveis por gerar volume elevado de efluente compostos por vários materiais poluentes, como os corantes, sendo o azul de metileno um dos mais utilizados no tingimento de seda, lã e algodão. Há diversas técnicas para tratamento de efluentes e o uso de materiais adsorventes com resíduo agroindustriais vem ganhando destaque. O presente trabalho tem por objetivo avaliar o potencial de adsorção da casca de coco para remoção do corante azul de metileno, utilizando o processo de adsorção em batelada para o tratamento de efluentes sintéticos contaminados. Para o material adsorvente foi realizado o beneficiamento do material estudado e a caracterização através do teor de umidade. Os experimentos foram realizados utilizando-se as concentrações de 10, 20 e 30 mg/L, os quais se mostraram eficientes na remoção da solução de azul de metileno, em torno de 99 % após os 30 minutos do processo de adsorção. Logo, este estudo comprovou que a fibra do coco é um adsorvente eficaz na remoção de azul de metileno.

PALAVRAS-CHAVE

casca de coco, bioadsorvente, azul de metileno, adsorção.

ABSTRACT

The textile sector is one of the responsible for generating high volume of effluent composed of several polluting materials, such as dyes, being methylene blue the most used in dyeing silk, wool and cotton. There are several techniques for treating effluents and the use of adsorbent materials with manufacturing agro tailings has been gaining prominence. The present work aims to evaluate the adsorption potential of the coconut shell to remove the methylene blue dye, using the batch adsorption process for the treatment of liquid effluents. Adsorption of the adsorbent material and characterization through the moisture content were performed. The experiments were carried out using 10, 20 and 30 mg/L concentrations, which were efficient in removing the methylene blue solution, around 99 % after the 30 minutes of the adsorption process. Therefore, this study proved that coconut fiber is a highly effective adsorbent in the removal of methylene blue.

KEYWORDS

coconut shell, bioadsorbent, methylene blue, adsorption.

1 INTRODUÇÃO

O tratamento de resíduos industriais contendo corantes é de extrema importância para a preservação do meio ambiente. Indústrias de tecidos, couro, papel, plástico, entre outras usam corantes na obtenção de seus produtos e consomem em seus processos um volume elevado de água, gerando, conseqüentemente, um volume considerável de efluente colorido (ALFREDO, *et al.*, 2015).

A adsorção apresenta-se como uma técnica promissora na remoção de corantes de efluentes, devido ao seu baixo custo, à facilidade de operação, além da possibilidade de reutilização da água e do adsorvente utilizado no processo. Atualmente, há um grande desenvolvimento nos processos de adsorção e estes podem ser aplicados com grande eficiência e economia no tratamento de efluentes (BOTREL, 2013).

A utilização do carvão ativado no processo de adsorção, como adsorvente, para remoção de corante é o mais eficiente. Contudo, o material adsorvente apresenta alto custo e dificuldades de regeneração e separação do adsorvente.

Logo, alguns adsorventes alternativos têm sido alvos de pesquisas com potencial aplicação nos processos de adsorção em tratamento de efluentes. Estes materiais são resíduos agroindustriais de baixo custo como o bagaço de cana-de-açúcar e bagaço de laranja (OLIVEIRA, 2016), mesocarpo do babaçu (LEAL *et al.*, 2012), casca do pinhão (CARDOSO, 2010), além da própria casca de coco que tem potencial em remover diversos tipos de corantes dos efluentes industriais como os corante azul turquesa e remazol (SOUZA, 2009), corante cinza BF2R (ROCHA *et al.*, 2012) e o azul de metileno (ETIM *et al.*, 2012).

Oliveira (2016) utilizou a fibra de coco verde, bagaço de cana-de-açúcar e casca de laranja como adsorventes, *in natura* e tratados, na remoção do corante azul de metileno em meio aquoso. Utilizando um sistema sob agitação em temperatura ambiente e pH 8. Com uma concentração de 0,4 mg/L da biomassa da fibra do coco foi obtido uma eficiência máxima de remoção de 98,00 %. Enquanto o bagaço de cana-de-açúcar (concentração de 0,5 mg/L) teve eficiência máxima de remoção de 79,0 % e a casca da laranja teve eficiência de 70,0 %, com uma concentração de 0,5 mg/L da biomassa para as fibras *in natura*. Tanto o bagaço da cana-de-açúcar como a fibra de coco foram tratadas com hexano, ácido clorídrico e hidróxido de sódio. A melhor eficiência de remoção do bagaço da cana-de-açúcar foi com o tratamento com hidróxido de sódio com 90 % de eficiência. Já a fibra de coco teve eficiência de 96 %, independentemente do tipo de material que foi tratado.

No trabalho de Leal *et al.*, (2012), foi analisada a remoção do corante azul de metileno pelo babaçu. Os autores utilizaram um sistema em batelada com uma velocidade de agitação de 100 rpm em 25 °C, com uma concentração de 0,1 g/L e obteve-se um percentual máximo de remoção de 88,36 % após 30 min de adsorção, atingindo assim o equilíbrio da reação.

Cardoso (2010) utilizou casca do pinhão *in natura* como adsorvente do azul de metileno, variaram a massa do adsorvente entre 0,02 g até 0,5 g para adsorver 20 ml da solução aquosa do corante que teve sua concentração variada entre 0,005 mg/L até 1,5 mg/L. As reações aconteceram em batelada sob agitação em tempo de 24 h. Foram realizados diversos ensaios onde variou-se o pH de 2 até 10. Os autores encontraram as melhores condições de remoção utilizando 0,2 g de biomassa em uma concentração de 0,5 g/L, com pH de 8,5, obtiveram um percentual de remoção de aproximadamente 90 %.

Rocha *et al.*, (2012) estudaram o comportamento do mesocarpo do coco na remoção do corante Cinza reativo BF2R. Utilizaram 0,5 g da biomassa do coco em 50 mL de Cinza Reativo BF2R, numa concentração de 100 g/L. através do sistema de banho finito em uma mesa agitadora, em pH 2 e temperatura ambiente. Foi possível obter um valor de Q_m (quantidade máxima adsorvida) de 21,9 mg/g sendo necessário 150 minutos para alcançar o ponto de equilíbrio.

Etim, (2012) e colaboradores avaliaram o mesocarpo do coco verde na remoção do azul de metileno, através do sistema de batelada. Preparando 50 ml da solução de azul de metileno com 50 mg/L em um tempo de agitação de 20 minutos entre 26,5 °C a 27,5 °C de temperatura com velocidade de agitação de 200 rpm e pH ótimo de 6. Foram usadas quantidades diferentes de biomassa sendo elas de 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,1 e de 0,2 g, obtendo um percentual de remoção de 92,1 % e 99,5 % para 0,05 g e 0,2 g de biomassa, respectivamente.

Nosso grupo de pesquisa (FERREIRA *et al.*, 2018), avaliou a adsorção utilizando-se a casca de coco em sistemas em batelada agitando-se 2,0 g do adsorvente em 250 mL de solução de azul de metileno $1,5 \times 10^{-5}$ mol/L, utilizando um agitador magnético para agitação constante. Coletou-se 10 mL da solução a cada 20 minutos até completar 120 min de experimento que em seguida foi centrifugado e analisado atra-

vés do espectrofotômetro. Observou-se que não necessitou mais que 20 min para o tratamento do corante utilizando o bagaço de coco como adsorvente, demonstrando-se assim ser eficiente.

Com a necessidade de complementar os estudos sobre a capacidade de adsorção da casca de coco frente a remoção do azul de metileno, como forma de dar continuidade aos resultados obtidos em trabalhos anteriores, outras variáveis foram avaliadas. Nesse contexto, o presente trabalho teve como finalidade avaliar o potencial de adsorção do mesocarpo do coco para remoção do corante azul de metileno, utilizando o processo de adsorção em batelada com potencial para o tratamento de efluentes.

2 METODOLOGIA

2.1 Obtenção e preparo do adsorvente

O adsorvente utilizado no estudo da adsorção do corante azul de metileno foi a casca do coco seco coletada nas barracas da orla de Maceió. Os cocos foram lavados, em seguida, realizou-se o desfibramento. As fibras obtidas foram retiradas apenas do mesocarpo. Após o desfibramento (Figura 1), foi realizada a secagem em estufa a 100 °C de temperatura, e por fim, as cascas foram trituradas e peneiradas para obtenção do pó com granulometria de MESH 35 (abertura 425 μm), conforme citado por FREITAG (2013).

Figura 1 – Desfibramento do coco



Fonte: Autores (2018)

2.2 Caracterização do adsorvente

2.2.1 Teor de umidade

A caracterização do adsorvente foi realizada através da análise do teor de umidade. A caracterização da umidade corresponde à perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida (CHAVES *et al.*, 2014). O teor de umidade foi calculado através da Equação 1.

$$\%H_2O = 100 - \frac{mf - mi \times 100}{ma} \quad (1)$$

Onde ma é a massa de amostra analisada, mi é a massa inicial do recipiente utilizado na análise livre de umidade e mf é a massa final da amostra (massa da amostra mais massa do recipiente).

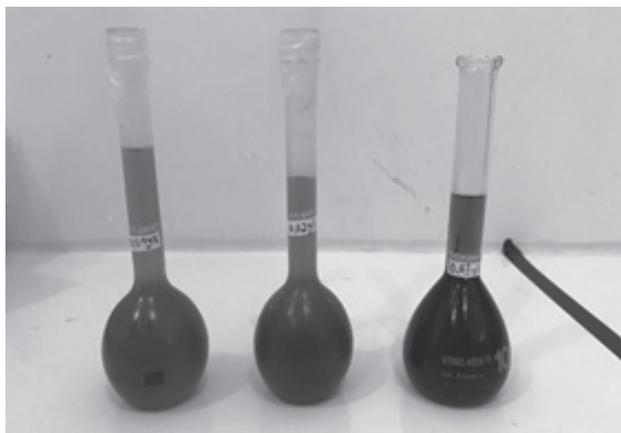
2.3 Quantificação do corante azul de metileno

Para quantificar o poder de remoção do azul de metileno na biomassa através do espectrofotômetro, foi executada uma curva de calibração. Para execução da mesma foi preparado uma solução padrão de concentração 20 mg/L, que foi diluída em seis diferentes concentrações: 0,5; 1,0; 3,0; 6,0; 10,0 e 13,0 mg/L. As análises de cada concentração foram realizadas no espectrofotômetro UV-VIS do modelo Shimadzu 2600.

2.4 Processo de adsorção em batelada

Para os ensaios de adsorção em sistema batelada foram preparadas soluções do azul de metileno com três concentrações: 10, 20 e 30 mg/L (Figura 2). Em seguida, pesou-se 0,1g de adsorvente, transferiu-se uma alíquota de 50 mL da solução de concentração 10mg/L, para um erlenmeyer de 125 mL e agitou-se a 200 rpm, por 30 min em um agitador magnético, em temperatura ambiente. Foi coletado 2 mL da solução com 1, 2 e 30 min. Repetiu-se o procedimento anterior para as concentrações de 20 e 30 mg/L, respectivamente.

Figura 2 – Concentrações de 10 mg/L, 20 mg/L e 30 mg/L da solução azul de metileno



Fonte: Autores (2018)

As amostras foram centrifugadas para separação das partículas suspensas da solução e posteriormente, realizou-se a leitura no equipamento espectrofotômetro UV-VIS.

Para calcular a eficiência de remoção da solução azul de metileno, utilizou-se a Equação 2:

$$\text{Remoção (\%)} = \frac{(C_i - C_f)}{C_i} \times 100 \quad (2)$$

Onde C_i (mg/L) é a concentração inicial do corante na solução e C_f (mg/L) é a concentração do corante remanescente na solução após o contato com o adsorvente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do adsorvente

O alto teor de umidade pode limitar o uso da biomassa *in natura*, pois pode ocasionar a proliferação de fungos e a degradação do material (SILVA *et al.*, 2000). Portanto, a umidade é um fator importante e está diretamente ligada com a conservação da biomassa e no seu desempenho no processo de adsorção, ou seja, quanto menor o teor de umidade, maior será a probabilidade de uma bioadsorção eficaz.

O teor de umidade foi calculado a partir da Equação 1. A granulometria analisada foi a de 425 μm . Os resultados são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise da umidade do coco

Granulometria (μm)	Peso da amostra inicial (g)	Peso da amostra final (g)	Teor de Umidade (%)
425	5,883	4,260	27,58

Fonte: CABRAL *et al.*, (2018)

De acordo com a Tabela 1, observa-se um teor de umidade alto (27,6 %) da amostra com MESH 35 (abertura 425 μm). De acordo com FERREIRA (2016), o qual cita que o teor de umidade deve ser de 12 % para melhor eficiência do processo de adsorção. O alto teor de umidade, pode ser justificado, pelo fato que, os cocos foram coletados em diferentes pontos da orla, os quais provavelmente retiveram mais umidade devido ao ambiente em que estava exposto.

3.2 Quantificação do corante azul de metileno

Através dos resultados registrados no espectrofotômetro, observou-se que a solução azul de metileno apresentou duas bandas características em 610 e 665 nm. E como parâmetro da eficácia do processo de adsorção do corante, o desaparecimento

dessas bandas foi acompanhado. A partir dessas bandas, obteve-se uma equação linear da solução, em que a absorvância é diretamente proporcional às concentrações, também conhecida como curva de calibração. Com esta equação linear foi possível calcular o valor da concentração para as amostras analisadas no espectrofotômetro.

Os ensaios de adsorção realizados neste estudo buscaram determinar a capacidade de remoção do azul de metileno pela fibra do coco para as seguintes concentrações das soluções de azul de metileno: 10, 20 e 30 mg/L.

A porcentagem de remoção do corante é dependente da quantidade inicial da concentração do mesmo. Uma vez que, o efeito do fator da concentração inicial do corante depende da relação imediata entre a concentração do corante na superfície do adsorvente (ETIM *et al.*, 2012; SILVA, 2015).

A porcentagem de remoção de corante azul de metileno, para cada concentração avaliada foi calculada de acordo com a Equação 2 e os dados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Percentual de remoção do corante azul de metileno após 1, 2 e 30 minutos de reação na temperatura ambiente

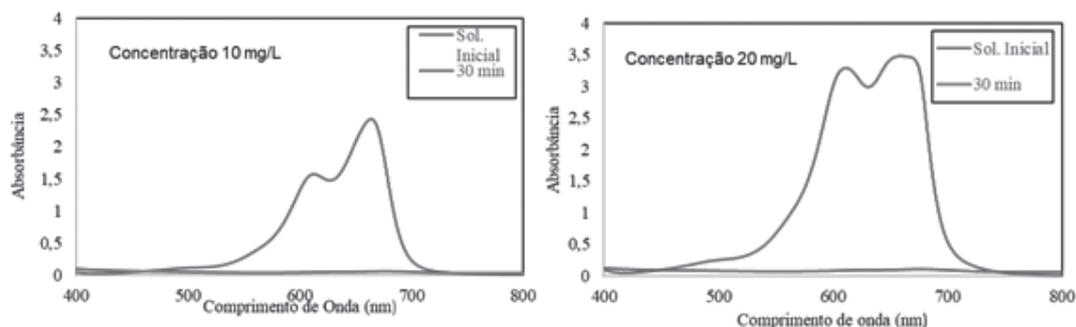
Concentrações (mg/L)	Tempo min	Remoção (%)
10	1	98,0
	2	98,7
	30	99,4
20	1	99,4
	2	99,2
	30	98,3
30	1	97,0
	2	97,5
	30	97,8

Fonte: Autores (2018)

De acordo com a Tabela 2, é possível observar que o percentual de remoção da concentração de 10 mg/L teve um leve aumento à medida que foi aumentando o tempo, enquanto que a concentração de 20 mg/L já teve remoção total (99,4 %) no primeiro minuto. A concentração de 30 mg/L basicamente não mudou à medida que o tempo aumentou ficando com um percentual de remoção em torno de 97 % nos três tempos analisados.

É notório que o processo de adsorção em batelada, utilizando a casca de coco como adsorvente é eficaz, visto que, o cromóforo da banda do azul de metileno é removido completamente após os 30 minutos do processo, conforme a Figura 3.

Figura 3 - Solução inicial e final das concentrações 10 e 20 mg/L após o processo de adsorção



Fonte: Autores (2018)

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi analisada a remoção do corante azul de metileno através do processo de adsorção em um sistema em batelada. Realizou-se a caracterização do material adsorvente, a partir do teor de umidade, o qual é importante ser determinado devido à influência no processo de adsorção. Em seguida, foram realizados experimentos (adsorção em batelada) com três concentrações (10, 20 e 30 mg/L) com duração de 30 min na temperatura ambiente. Logo, observou-se que em todas as concentrações, praticamente houve remoção total em 30 min do experimento, sendo que, a menor concentração (10 mg/L) teve melhor porcentagem de remoção (99,4 %) frente as concentrações de 20 e 30 mg/L, o que pode ser justificado, devido a disponibilidade de números dos sítios ativos, não saturando assim o adsorvente.

Devido aos resultados promissores, obtidos com esse estudo, é possível concluir que a casca de coco é eficaz no tratamento da solução azul de metileno no processo de adsorção em batelada, dentro dos parâmetros reacionais avaliados. Por conseguinte, além da eficiência de remoção no tratamento do corante, irá também agregar valor ao subproduto que geralmente é descartado e não há reaproveitamento, visto que, o coco é um produto de baixo custo, alta disponibilidade e alta eficiência, e por fim, irá diminuir também o impacto ambiental devido à redução de resíduos.

REFERÊNCIAS

ALFREDO, A.P.C.; GONÇALVES, G.C.; LOBO, V.S., MONTANHER S.F. Adsorção de azul de metileno em casca de batata utilizando sistemas em batelada e coluna de leito fixo. **Revista Virtual de Química (RVQ)**, v.7, p.1909-1920, 2015.

BOTREL, B.M.C. **Aproveitamento de resíduos agroindustriais na adsorção do corante azul de metileno: aliança favorável entre viabilidade econômica e desenvolvimento**

sustentável. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2013.

CABRAL, V.K.C; FERREIRA, I.F; SILVA, R; GOMES, V.L.A; SANTOS, J.B; “AVALIAÇÃO DA CASCA DE COCO COMO BIOADSORVENTE NO TRATAMENTO DE EFLUENTES OLEOSOS ORIUNDOS DE OFICINAS MECÂNICAS.”, p. 355-358. In: São Paulo: **Blucher**, 2018. ISSN 2359-1757, DOI 10.5151/cobeq2018-PT.0104.

CARDOSO, N.F. **Remoção do Corante Azul de Metileno de Efluentes Aquosos Utilizando Casca de Pinhão in Natura e Carbonizada como Adsorvente**. 2010, 42 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

CHAVES, C.V.L.; NETO, J.I.H.T; CARVALHO, S.H.V.; SOLETTI, J.I; RAMOS, A.P.; VILLAR, S.B.B.L. **Caracterização física do bagaço de cana-de-açúcar**. Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Florianópolis – SC, 2014.

ETIM, U.J.; UMOREN, S.A.; EDUOK, U.M. Coconut coir dust as a low cost adsorbent for the removal of cationic dye from aqueous solution. **Journal of Saudi Chemical Society**, 20, S67-S76, 2012.

FERREIRA, A.F.B; COSTA, A.D.F; FLORES, L.B.P; BAIA, R.T., MORENO, S.O.; MORAIS, M.R.C. **Caracterização Energética da Fibra da casca do coco com posterior produção de Briquete**. Anais do XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Fortaleza – CE, 2016.

FERREIRA, I. F; da COSTA, V. H. C; CABRAL, V. K. C; SANTOS, D. F; dos SANTOS, J. B; de ASSIS, G. C; “Remoção do corante azul de metileno por adsorção através do bagaço de coco (*Cocus nucifera*)”, p. 1618-1621 . In: São Paulo: **Blucher**, 2018. ISSN 2359-1757, DOI 10.5151/cobeq2018-PT.0432

FREITAG, J.A. **Adsorção do corante azul de metileno na rama de mandioca (Manihot esculenta crantz)**. 2013, 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Tecnologia em Processos Químicos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2013.

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. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.3 n.4, p.166-171, 2012.

OLIVEIRA, F. M. **Resíduos agroindustriais como adsorventes para remoção de azul de metileno em meio aquoso**. Dissertação Mestrado- Programa de Pós-graduação em química. Universidade Federal de Goiás, Catalão, 143 f. 2016.

ROCHA *et al.* Avaliação do processo adsorptivo utilizando mesocarpo de coco verde para remoção do corante cinza reativo BF-2R. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 7, p. 1-13, 2012.

SILVA, J.F.; TARANTO, O.P. **Estudo da Modelagem para a Retenção de Metais Pesados Através de Biosorção**. Livro de resumos do III Encontro Brasileiro de Adsorção, Recife, p.35, 2000.

SILVA, I.N. **Uso do carvão de coco de babaçu modificado com ácido cítrico como adsorvente do azul de metileno utilizando experimentos de química analítica**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação em Química. Universidade Federal de Rio Grande do Norte, Natal, 103 f. 2015.

SOUZA, J.L. **Mesocarpo do coco verde (cocos nucífera) como adsorvente para os corantes: turquesa remazol e azul remazol**. Dissertação Mestrado Química analítica – Programa de Pós-graduação em química, Universidade Federal do Maranhão, Maranhão, 2009.

Data do recebimento: 18 de julho de 2018

Data da avaliação: 10 de novembro de 2018

Data de aceite: 12 de dezembro de 2018

1Graduada em Engenharia Ambiental, Centro Universitário Tiradentes – UNIT, Maceió-AL.

E-mail: f_isabelle@outlook.com

2Graduado em Engenharia Ambiental, Centro Universitário Tiradentes – UNIT, Maceió-AL.

E-mail: vhvitinho@hotmail.com

3Professora do Curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Tiradentes – UNIT, Maceió-AL.

E-mail: jailmabs@hotmail.com

4Doutoranda em Química e Biotecnologia pelo PPGQB, Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió-AL.

E-mail: geovaniaufal@gmail.com