



UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CASCA DE MANDIOCA PARA ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO

Isabella Zanette da Silva¹; Andressa Jenifer Rubio², Lara de Souza Soletti³, Rosângela Bergamasco⁴, Natália Ueda Yamaguchi⁵

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Química, Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR, Maringá – Paraná. Bolsista PIBIC/Unicesumar.

² Mestranda, Programa de Mestrado em Tecnologias Limpas, UNICESUMAR, Maringá – Paraná. Bolsista CAPES/CNPq – UniCesumar.

³ Acadêmica do Curso de Engenharia Química, UNICESUMAR, Maringá – Paraná. Bolsista PIBIC/CNPq-UniCesumar.

⁴ Professora Doutora, Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR.

⁵ Orientadora, Professora Doutora do Programa de Mestrado em Tecnologias Limpas, UNICESUMAR, Maringá-PR.

RESUMO: Os corantes são utilizados em diversos setores industriais; o azul de metileno, especificamente, é frequentemente usado na fabricação de papel e outros materiais, tais como nylons e poliésteres. Diante disso, muitas pesquisas relacionadas ao o tratamento destes efluentes aparecem frequentemente. Um processo amplamente utilizado no tratamento de efluentes industriais envolvendo corantes é a adsorção. Apresenta alta eficiência e não requer altos investimentos iniciais. Para reduzir os custos do processo de adsorção, as biomassas podem ser usadas como materiais adsorventes. A mandioca é uma cultura de fácil adaptação, sendo cultivada em todos os estados do Brasil. Nesta pesquisa, a habilidade do resíduo da casca de mandioca (RCM) para remover o azul de metileno da solução aquosa foi avaliada. Suas características físicas foram estudadas por meio de análises instrumentais. Os estudos de biossorção de azul de metileno foram realizados em experimentos em batelada, isotermicamente a 25 °C. O tempo de contato foi determinado pelo estudo da cinética do processo. Também se realizou um tratamento ácido e alcalino para melhorar a remoção do azul de metileno em solução aquosa. A biossorção do azul de metileno utilizando o RCM com modificação alcalina apresentou 97,99% de remoção após 24 h. O uso do RCM foi confirmado como um bom biossorvente para a remoção do azul de metileno, e poderia ser considerado como uma nova alternativa para o tratamento de águas residuais, oferecendo uma aplicação para o resíduo de casca de mandioca.

PALAVRAS-CHAVE: Corante; Efluentes; Cinética; Tratamento.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil os resíduos sólidos são gerados no processamento de raízes de mandioca, a maioria deles é utilizado para alimentação animal e produção de biofertilizantes. A casca de mandioca compõe cerca de 3 a 5% da massa total de raízes, cerca de 1 milhão de toneladas de cascas de mandioca são produzidas anualmente no Brasil e 11 milhões de toneladas em todo o mundo (Schwantes et al., 2015). Além disso, a mandioca é uma cultura de fácil adaptação, sendo cultivada globalmente, com grande produção e um alto potencial de crescimento. Mais de 100 países produzem mandioca, com o Brasil representando 10% da produção mundial, sendo o segundo maior produtor mundial (EMBRAPA, 2006).

A contaminação da água por corantes também causa direta ou indiretamente, a contaminação do meio ambiente. Os corantes são substâncias muito utilizadas nas indústrias químicas, atualmente cerca de 10.000 corantes são produzidos em escala industrial. Estes apresentam alta estabilidade biológica, o que dificulta sua degradação por processos convencionalmente aplicados, como por exemplo, o lodo ativo. A poluição visual apesar de ser o problema mais visível indicando a presença de corantes nas águas, não é o problema mais agravante, pois os corantes reduzem a passagem de luz solar pela água, impedindo assim que a flora aquática faça sua fotossíntese, prejudicando também a fauna e todo o ecossistema envolvido (DALLAGO et al., 2005).

O corante azul de metileno é um corante orgânico pertencente à família das fenotiazinas. É usado principalmente para colorir papel, couro, algodão, seda e lã. Devido à sua grande aplicação para colorir



diferentes materiais industriais, há um interesse constante em removê-lo de soluções aquosas (Royer et al., 2009).

Um processo amplamente utilizado no tratamento de efluentes industriais envolvendo corantes é o procedimento de adsorção. A adsorção tem sido muito empregada no tratamento de efluentes industriais contendo corantes, pois é um processo de alta eficácia, simples, livre de lodos, e não exige altos investimentos iniciais, uma vez que o corante é retirado da fase aquosa e transferido para uma fase sólida, ou seja, para o material adsorvente (CARDOSO, 2010). Em busca de minimizar os custos do processo de adsorção, atualmente muitas biomassas tornaram-se alvo de inúmeras pesquisas, materiais como casca de pinhão, bagaço de cana-de-açúcar, bagaço de laranja, têm sido estudados.

Portanto, existe um interesse crescente em encontrar adsorventes alternativos de baixo custo para tratamento de efluentes, visto que diferentes tipos de biomassa contêm tipos distintos de grupos funcionais de forma que o mecanismo de ligação do metal bem como a biossorção que afetam os parâmetros em cada caso é diferente; materiais de biomassa são heterogêneos e suas composições químicas são diferentes; eles estão abundantemente disponíveis; o uso de biossorventes não foi ampliado e aplicado para a remoção de contaminantes na indústria (Kosasih et al., 2010).

Nesta pesquisa, a remoção do azul de metileno da solução aquosa foi avaliada usando RCM bruto, e RCM modificado com H₂SO₄ e NaOH com o objetivo de obter uma nova alternativa para o tratamento de água residual e água contendo corantes, e apresentar uma nova aplicação para a casca da mandioca, considerada abundante e de baixo custo, visando à preservação do meio ambiente com o tratamento eficiente de efluentes contendo corantes e reutilizando os resíduos da casca de mandioca.

2 MATERIAL E MÉTODOS

PREPARAÇÃO RCM

Primeiramente, o RCM foi lavado com água corrente repetidamente para eliminar a sujeira da superfície. Foi posteriormente seco em estufa a 100 °C durante 24 h. O tamanho da biomassa foi então reduzido usando um moinho de facas modelo SP-030 N Series 99/09 - Splabor e ainda peneirado para obter tamanho de partícula desejável. A granulometria obtida foi de 20 a 28 mesh. O produto final foi posteriormente armazenado em recipientes de plástico para posterior uso experimental.

MODIFICAÇÃO RCM

O RCM foi modificado para avaliar seus resultados. Para modificação alcalina, 20 g de malha RCM 20 foram tratadas em 400 mL de solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹, e para modificação ácida foram tratados 20 g de malha RCM 20 400 mL de solução de H₂SO₄ 0,1 mol L⁻¹, em um Erlenmeyer de 500 mL a uma temperatura de 25 °C. Os frascos foram agitados utilizando Shaker modelo Luca-223 a 150 rpm durante 24 horas, após isto, as soluções foram lavadas até pH constante, resultando em amostras 20 básicas e 20 ácidas.

ESTUDOS DE ADSORÇÃO

Os estudos de adsorção foram realizados em batelada, utilizando 50 mg de amostras do RCM em 50 mL de 10 mg L⁻¹ de solução de azul de metileno em um Erlenmeyer de 125 mL a uma temperatura de 25 °C, utilizando o Shaker modelo Luca-223, a 150 rpm por 24 h. A quantidade de corante adsorvida no RCM (q_e) foi calculada pela Eq. (1):

$$q_e = \frac{C_i - C_f}{m} \cdot V$$

onde C_i (mg L⁻¹) é a concentração inicial de corante na solução aquosa, C_f (mg L⁻¹) é a concentração de corante na solução remanescente após o contato com RCM, V (L) é o volume da solução, m (g) é a massa



do material adsorvente (DOTTO et al., 2011). A quantificação de Cf foi realizada por espectrofotometria na região visível, usando um espectrofotômetro Hach DR 5000 UV-Vis, com um comprimento de onda de 664 nm. Todos os experimentos de adsorção foram realizados em duplicata.

ESTUDOS CINÉTICOS

Para o estudo cinético, 50 mg de amostra RCM básica foram adicionados a 50 mL de 10 mg L⁻¹ na solução de azul de metileno. As misturas foram agitadas no Shaker por diferentes tempos (15 min, 45 min, 1 hora, 1h15min, 2 horas, 3 horas, 4 horas, 6 horas, 8 horas e 24 horas), a temperatura foi controlada a 25 °C, e todos os ensaios foram realizados em duplicata.

Após o tempo de contato, as misturas foram filtradas a vácuo e as concentrações restantes de azul de metileno foram determinadas espectrofotometricamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

ESTUDOS DE ADSORÇÃO

Efeito do Tamanho e Modificação das Partículas

As remoções de azul de metileno podem ser observadas na Figura 1, de acordo com as granulometrias e as modificações utilizadas.

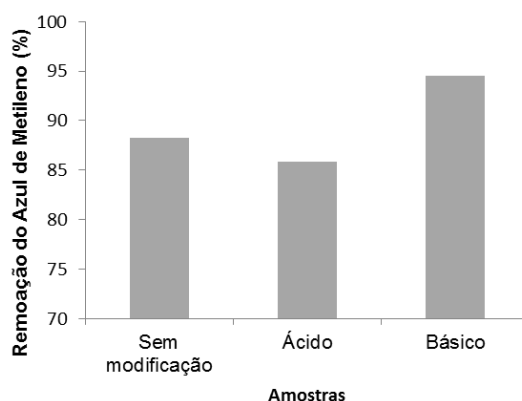


Figura 1: Efeito do tamanho da granulometria RCM e modificações na remoção do azul de metileno.

Observou-se que o RCM sem modificação já causou uma remoção significativa de 88,0%, já acidificação do RCM causou uma ligeira diminuição na remoção de azul de metileno (85,6%) e a alcalinização causou uma melhora considerável, mostrando 94,2% de remoção de azul de metileno.

Estudos Cinéticos

Os adsorventes têm diferentes tempos de equilíbrio, dependendo do adsorvente e do composto a ser adsorvido. O tempo de equilíbrio é um fator muito importante nos estudos de adsorção, sendo fundamental determinar quanto tempo o adsorvente leva para atingir sua capacidade máxima de adsorção. A Figura 2 mostra os resultados obtidos no estudo cinético para a adsorção do azul de metileno utilizando RCM com tratamento básico, variando o tempo de contato de 15 minutos a 24 horas.

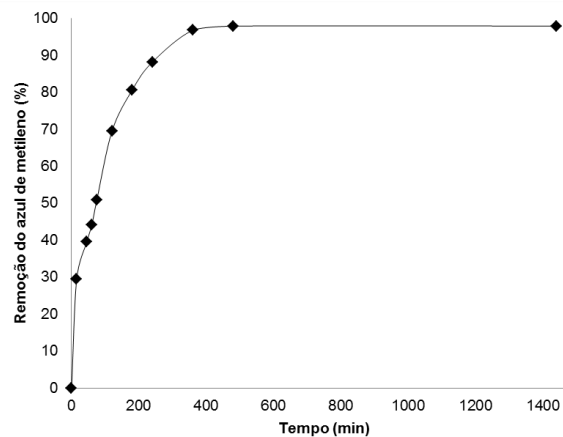


Figura 2: Cinética de biossorção do azul de metileno por RCM 20 básico a 25 ° C.

De acordo com os resultados cinéticos obtidos, observou-se que a velocidade de remoção foi maior no início, devido à maior área de superfície adsorvente disponível. Uma adsorção de duas fases é um fenômeno possível, predominantemente por uma fase relativamente rápida e uma fase lenta seguinte. Isso pode ser atribuído ao fato de que os locais disponíveis tendem a se tornar progressivamente saturados pelo azul de metileno com o tempo e, portanto, resultando em adsorção lenta dos íons de soluto na maior parte do adsorvente. Após 6 horas de contato, pode-se dizer que o sistema entrou em equilíbrio e a biossorção do azul de metileno estagnou.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que o RCM possui considerável potencial como biossorvente para a remoção de azul de metileno de solução aquosa. O RCM é uma biomassa barata e prontamente disponível, com potencial uso para remoção de corantes de águas. Também foi contestado que a remoção do azul de metileno pelo RCM pode ser aumentada com o tratamento alcalino. Desta forma, obtém-se uma solução para dois problemas ambientais, o tratamento eficiente de efluentes que contêm azul de metileno e o reaproveitamento de resíduos de casca de mandioca. Pode também fornecer tecnologia acessível para as indústrias de pequeno e médio porte no Brasil, aprimorando o empreendedorismo local.

REFERÊNCIAS

Cardoso N.F., Lima E.C., Calvete T., Pinto I.S., Amavisca C.V, Fernandes TH.M., Pinto R.B, Alencar W.S., 2011, Application of Aqai Stalks As Biosorbents for the Removal of the Dyes Reactive Black 5 and Reactive Orange 16 from Aqueous Solution, Journal of Chemical & Engineering Data, 56, (5), 1857-1868, DOI: 10.1021/je100866c.

Dallago R.M., Smaniotto A., Oliveira L.C.A. Resíduos sólidos de curtumes como adsorventes para a remoção de corantes em meio aquoso., 2005, Quím. Nova, 28, 3, 433-437. DOI: 10.1590/S0100-40422005000300013.

Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde. – Brasília, DF: 2006.



Jorgetto A.D.O., da-Silva A.C.P, Barbosa B.C.R.C., Utrera M.A., de-Castro G.R., 2013, Cassava root husks as a sorbent material for the uptake and pre-concentration of cadmium(II) from aqueous media, *Orbital: The Electronic J. of Chemistry*, 5, 206-212.

Kosasih A.N., Febrianto J., Sunarso J., JU Y.-H., Indraswati N., Ismadji S., 2010, Sequestering of Cu(II) from aqueous solution using cassava peel (*Manihot esculenta*), *Journal of Hazardous Materials*, 180, 366-74.

Leite A.L.M.P., Zanon C.D., Menegalli F.C., 2017, Isolation and characterization of cellulose nanofibers from cassava root bagasse and peelings, *Carbohydrate Polymers*, 157962-970, DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.10.048.

Royer B., Natali F.C., Lima E.C., Macedo T.R., Airoidi C., 2009, Sodic and Acidic Crystalline Lamellar Magadiite Adsorbents for the Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions: Kinetic and Equilibrium Studies, *Separation Science and Technology*, 45, (1), 129-141, DOI: 10.1080/01496390903256257

Schwantes D., Gonçalves Jr. A. C., Casarin J., Pinheiro A., Pinheiro I. G., Coelho G. F., 2015, Removal of Cr (III) from contaminated water using industrial waste of the cassava as natural adsorbents, *African Journal of Agriculture Research*, 10, 46, 4241–4251.

Schwantes D., Gonçalves Jr.A.C., Coelho G.F., Campagnolo M.A., Dragunski D.C., Tarley C.R.T., Miola A.J., Leismann E.A.V., 2016, Chemical Modifications of Cassava Peel as Adsorbent Material for Metals Ions from Wastewater, *Journal of Chemistry*, 2016, 1-16.

Sima J., Hasal P., 2013, Photocatalytic Degradation of Textile Dyes in aTiO₂/UV System, *Chemical Engineering Transactions*, 32, 79-84, DOI: 10.3303/CET1332014

Versino F., López, O. V., García M. A., 2015, Sustainable use of cassava (*Manihot esculenta*) roots as raw material for biocomposites development, *Industrial Crops and Products*, 65, 79–89.

Yamaguchi N.U., Bergamasco R., Hamoudi, S., 2016, Magnetic MnFe₂O₄–graphene hybrid composite for efficient removal of glyphosate from water. *Chemical Engineering Journal*, 295391-402, DOI: 10.1016/j.cej.2016.03.051.