

II-090 – UTILIZAÇÃO DE PÓ DE CASCA DE COCO COMO BIOADSORVENTE PARA REMOÇÃO DOS CORANTES VERMELHO CONGO E AZUL DIRETO DE EFLUENTES

João Victor Mendes Cunha⁽¹⁾

Técnico em Química Industrial pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG).

Patrícia Procópio Pontes

Engenheira Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestre e Doutora em Saneamento Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG. Professora do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG).

Endereço⁽¹⁾: Av. Amazonas 5253 – Nova Suiça - Belo Horizonte - MG - CEP: 30421-169 - Brasil - Tel: (31) 3319-7151 - e-mail: patricia@des.cefetmg.br

RESUMO

A indústria têxtil é uma das indústrias que mais necessita de água no seu processo produtivo. Essa indústria origina diferentes resíduos, principalmente efluentes líquidos coloridos, com composição química tóxica para os homens e para o meio ambiente. Torna-se de grande importância o desenvolvimento de novas tecnologias e métodos para remoção da cor nesses efluentes líquidos industriais. A adsorção apresenta, de maneira geral, baixo custo, facilidade operacional e, além disso, não ocasiona a formação de substâncias prejudiciais ao meio ambiente e permite o reaproveitamento do adsorvente. O presente trabalho buscou avaliar o uso de casca de coco em pó como bioadsorvente para tratamento de efluente contendo os corantes vermelho congo e azul direto. Para desenvolvimento da pesquisa, foram realizados experimentos de adsorção em triplicata, com agitação mecânica, e as amostras de efluente sintético foram analisadas antes e após o processo de adsorção em pó de casca de coco. Os resultados obtidos indicaram uma eficiência de remoção de corante superior a 90% para adsorção em pH ácido. Conclui-se que o pó de casca de coco pode ser utilizado como bioadsorvente no tratamento de efluentes contendo os corantes vermelho congo e azul direto, diminuindo o desperdício de água e proporcionando o reaproveitamento de resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Bioadsorção, Corante, Efluente têxtil.

INTRODUÇÃO

A indústria têxtil necessita de grande quantidade de água durante as diferentes etapas de processamento. No final do processo têm-se grande quantidade de efluentes contaminados (CÉLIA, 2011). Os efluentes têxteis são bastante coloridos devido aos corantes que não se fixam às fibras durante o processo de tingimento (KUNZ, 2000). O lançamento de corantes em rios e lagos diminui a penetração da luz solar nas águas e causa impactos na vida marinha, além de prejudicar os processos de fotossíntese. Além disso, pesquisas mostram, que certos tipos de corantes têm potencial carcinogênico e mutagênico (KUNZ, 2000).

O tratamento de efluentes têxteis exige uma forma de remover os corantes da água para que essa seja reutilizada no processo industrial, ou, até mesmo, seja encaminhada para consumo da população após tratamento adequado. Existem vários tipos de tratamento para efluentes têxteis. Em geral as indústrias tratam seus efluentes através de processos de coagulação e floculação ou com sistema de lodos ativados. Apesar de eficiente, esse processo gera certo acúmulo de lodo e, geralmente, não remove completamente o corante. Sendo assim, é importante o desenvolvimento de novas técnicas para tratamento dos efluentes têxteis (KUNZ, 2000). Outros processos também utilizados são a osmose reversa, a troca iônica e a adsorção. Dentre os processos citados, a adsorção é um dos processos mais utilizados devido à sua eficiência e baixo custo.

O carvão ativado é um adsorvente microporoso, que pode ser produzido através de vários substratos de baixo custo tais como: madeira, hulha, lignina, casca de coco, açúcares etc. ou seja, materiais carbonáceos de origem vegetal, animal ou mineral. A eficiência desse adsorvente está na sua grande área superficial e na grande quantidade de grupos funcionais (GUILARDUCI, 2005). Tendo em vista a aplicação de adsorventes no

tratamento de efluentes têxteis, a proposta do uso de bioadsorventes tem o objetivo de tratar efluentes de forma eficiente, sustentável e com baixo custo.

A bioadsorção é uma característica de substratos naturais e até mesmo microrganismos de acumular em sua superfície, substâncias como metais pesados, íons, etc. (VOLESKY, 2004). Os bioadsorventes são substratos, muitas vezes considerados sem nenhuma importância econômica como: cascas de frutas e legumes, bagaço de cana, sementes, entre uma infinidade de outros. A eficiência deste método, pode ser observada em diferentes pesquisas. Diehl *et al.* (2011) observaram bons resultados para a adsorção do corante azul de metileno com o uso de cascas de frutos florestais, ao longo de 90 minutos de tempo de contato com a solução sintética do corante enquanto Rocha *et al.* (2012) observaram eficiências elevadas para a adsorção do corante cinza reativo com o uso de mesocarpo de coco em pó, obtendo valores de pH e granulometria de adsorvente ideais para o tratamento deste tipo de corante com o mesocarpo de coco em pó.

No Brasil, são gerados diversos tipos de resíduos agroindustriais, em virtude da grande produção agrícola do país. Esses resíduos poderiam ser usados como bioadsorventes já que incluem bagaços de cana de açúcar, caju, coco verde e outras frutas. Sendo assim, o Brasil tem potencial para se tornar um grande utilizador da bioadsorção no tratamento de efluentes e, desse modo, além de contribuir para um menor desperdício de recursos hídricos no país, poderia também amenizar o problema da disposição dos resíduos gerados pela agroindústria.

O objetivo da presente pesquisa é a obtenção de uma alternativa econômica, sustentável e eficiente para remoção dos corantes químicos de efluentes industriais, através da utilização de pó de casca de coco como bioadsorvente, contribuindo, ainda, para um reaproveitamento de resíduos agroindustriais.

MATERIAIS E MÉTODOS

EXPERIMENTOS COM BIOADSORVENTE SEM TRATAMENTO QUÍMICO

Para realização dos experimentos de adsorção, foram utilizados os corantes azul escuro direto e vermelho congo para preparação de efluentes sintéticos. O efluente sintético contendo o corante foi mantido em contato com o bioadsorvente (pó de casca de coco) em agitador orbital. Realizou-se, inicialmente, experimentos com variação da massa de bioadsorvente utilizando-se massas de 1, 2, 3 g do bioadsorvente para 20 mL do efluente a ser tratado e tempo de contato de 20 minutos.

Após determinação da massa de bioadsorvente necessária para o processo de adsorção, foram realizados experimentos em pH neutro, ácido e básico para diferentes tempos de contato para determinação do pH e tempo de contato necessários para a adsorção. Utilizou-se 2,0g da casca de coco em pó para tratar 20 mL de efluente sintético. O pH foi ajustado com ácido sulfúrico concentrado e hidróxido de sódio. A concentração do efluente sintético foi fixada em 0,5g.L⁻¹ e os experimentos foram realizados em triplicata, sob agitação de 150 rpm em mesa de agitação orbital para tempos de contato de 1, 3, 5, 10 e 20 minutos. Para cada tempo de contato, mediou-se a absorvância do efluente final após o tratamento, analisando-se os resultados para avaliação do efeito do pH e do tempo de contato no processo de tratamento do efluente.

EXPERIMENTOS COM BIOADSORVENTE APÓS TRATAMENTO QUÍMICO

Realizou-se, ainda, experimentos de adsorção utilizando o bioadsorvente após seu tratamento químico. O bioadsorvente foi mantido em contato com ácido clorídrico por aproximadamente uma hora, lavado e colocado em estufa para secagem. Após o tratamento, utilizou-se o bioadsorvente no tratamento do efluente sintético com corante vermelho congo.

CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE

Para avaliação da eficiência do tratamento, realizou-se a medida de concentração do efluente antes e após o processo de tratamento. Após a definição do comprimento de onda a ser utilizado para os corantes azul direto e vermelho congo (540 e 620 nm, respectivamente), foram obtidas as curvas de calibração para esses corantes,

relacionando a absorvância com a concentração de corante. As curvas de calibração foram obtidas para os corantes utilizando soluções com as concentrações de $0,5\text{g.L}^{-1}$, $0,25\text{g.L}^{-1}$, $0,125\text{g.L}^{-1}$ e $0,0625\text{g.L}^{-1}$. A determinação da concentração do efluente foi realizada através de medida de absorvância desse efluente utilizando um espectrofotômetro HACH DR 6000.

CARACTERIZAÇÃO DO BIOADSORVENTE

O bioadsorvente foi caracterizado em relação à estrutura dos poros utilizando microscopia eletrônica de varredura (MEV). Utilizou-se um microscópio de bancada, modelo HITACHI TM3000.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EXPERIMENTOS COM O BIOADSORVENTE SEM TRATAMENTO QUÍMICO

A variação da massa do bioadsorvente utilizada durante os experimentos indicou que uma massa de 2 g para 20 mL de efluente foi suficiente para uma boa eficiência na remoção do corante. Os resultados obtidos no presente trabalho são semelhantes ao observado por Raimundo *et al.* (2010) em sua pesquisa sobre remoção do corante vermelho congo utilizando bagaço de cana de açúcar como bioadsorvente. Os autores observaram que o aumento de massa de bioadsorvente de 4.0 para 8.0 g para um volume de 100mL de efluente sintético, ocasionou uma eficiência de 80% na remoção do corante. Para valores de 10.0g de bioadsorvente, a eficiência de remoção do corante atingiu um valor de 88%. A quantidade de massa do material adsorvente é de grande importância para que se tenha uma boa eficiência de remoção e também para projeto da área de estoque do material adsorvente resultante do tratamento (RAIMUNDO *et al.*, 2010).

Os resultados apresentados para os experimentos de adsorção do vermelho congo podem ser avaliados em termos da eficiência de remoção de corante, para visualizar as melhores condições para tratamento de efluentes contendo o corante vermelho congo. A eficiência de remoção de corante vermelho congo para cada valor de pH está representada na Figura 1.

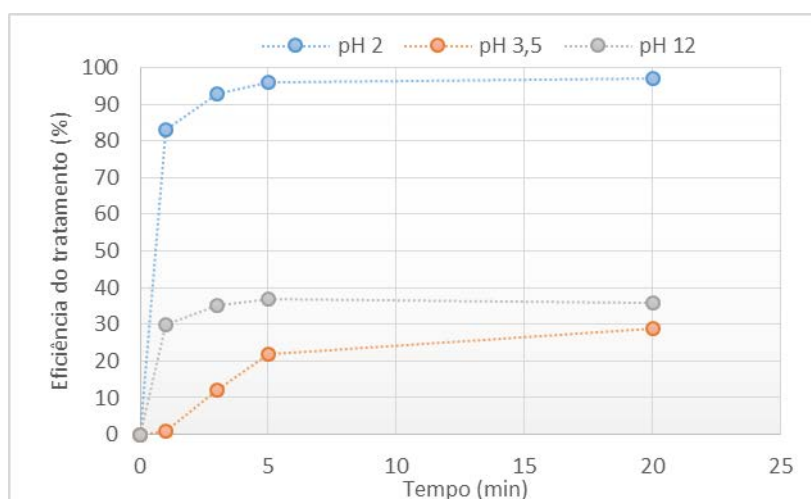


Figura 1: Eficiência de remoção do vermelho congo em diferentes valores de pH

Pode-se perceber na Figura 1 que, para o pH 2, houve uma eficiência muito satisfatória no tratamento do efluente, enquanto para os demais valores de pH não foi observada uma eficiência tão elevada. Uma possível explicação para esse resultado seria o fato da solução com pH ácido em contato com a superfície do bioadsorvente, reagir com esta retirando-a do estado conhecido como “ponto de carga zero”. Ao reagir com a superfície, o ácido faz com que esta adquira um novo ponto de carga, mais positivo, e, conseqüentemente, mais propensa à adsorção de ânions. O corante vermelho congo possui estrutura iônica e, sendo assim, se dissocia em cátions e ânions em solução (Figura 2).

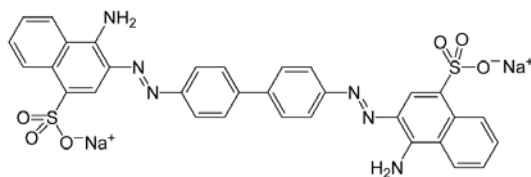


Figura 2: Estrutura do corante vermelho-congo

Ao analisar a estrutura do corante, é possível compreender a eficiência do pH 2 no tratamento do efluente. A estrutura libera, em solução aquosa, o íon sódio e um ânion, com dois pontos onde a molécula pode se ligar a uma superfície positiva. Sendo o pH ácido, a superfície do adsorvente está totalmente, ou em grande parte, positiva, e assim, a adsorção acontece de forma rápida. Outro fator importante é a afinidade da molécula com a celulose, o que facilita ainda mais a adsorção do corante pela casca de coco.

No presente trabalho, o tempo de contato de 20 minutos foi suficiente para uma boa eficiência na remoção de corante, tendo-se observado uma boa eficiência para tempos de contato de até 5 minutos indicando a cinética favorável do processo de adsorção. Uma maior eficiência na remoção de corante cinza reativo BF-2R utilizando mesocarpo de coco verde em pH ácido (pH=2) também foi observada por Rocha *et al.* (2012). Verificou-se também que a cinética foi rápida nos primeiros 10 min, tendo-se observado equilíbrio no sistema após 150 min.

O experimento de adsorção com variação de pH também foi realizado com o corante comercial azul direto. A eficiência de remoção de corante azul direto para cada valor de pH em função do tempo de contato está representada na Figura 3.

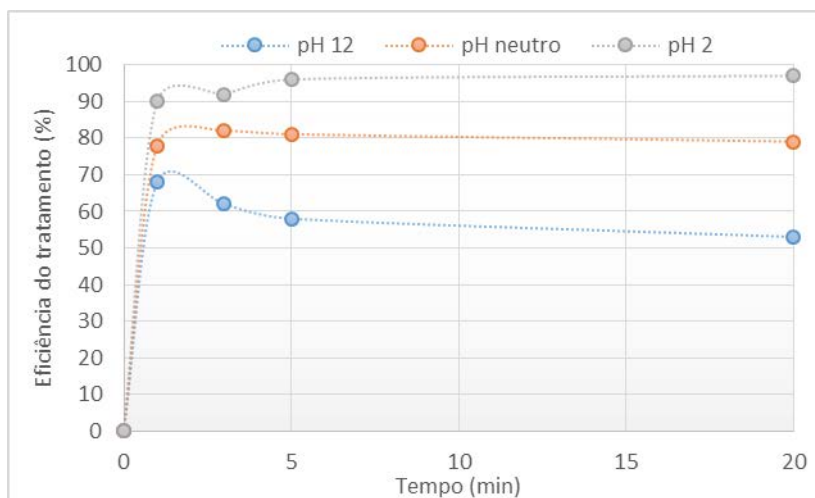


Figura 3: Eficiência da adsorção do corante azul em diferentes valores de pH

Observa-se comportamento semelhante no tratamento de ambos os corantes, pois o pH ácido foi o mais eficiente em ambos os casos. A adsorção de ânions foi o fator determinante para eficiência da adsorção. Entretanto, pode-se observar que em alguns casos ocorreu uma menor eficiência com o passar do tempo, como, por exemplo, no teste de adsorção do corante azul em pH 12. Isso acontece devido a liberação de corantes presentes no adsorvente para o efluente.

EXPERIMENTOS COM O ADSORVENTE APÓS TRATAMENTO QUÍMICO

Os resultados obtidos no processo de adsorção para a casca de coco submetida ao tratamento químico indicaram uma grande eficiência na remoção de corante vermelho congo, além de maior rapidez no tratamento em relação ao adsorvente não tratado. A Figura 4 apresenta a concentração do efluente em função do tempo de contato.

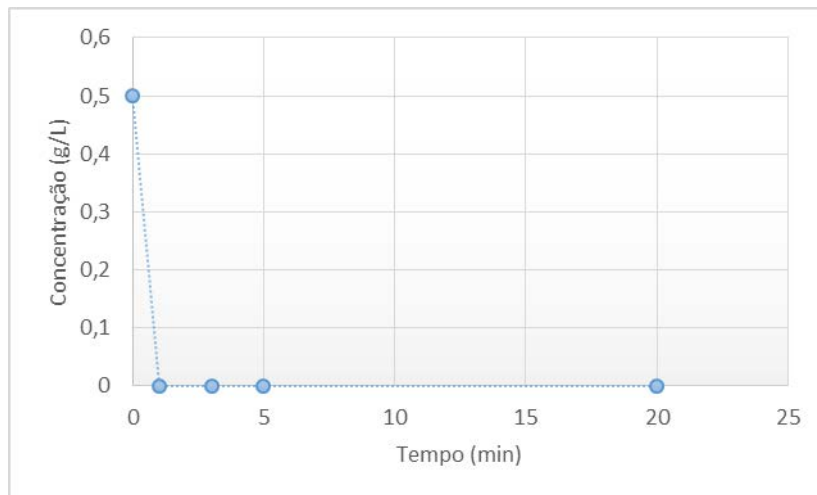


Figura 4: Remoção de corante vermelho congô utilizando o bioadsorvente após tratamento químico

CARACTERIZAÇÃO DO BIOADSORVENTE

A eficiência da adsorção pode ser explicada quando se observa a superfície do bioadsorvente utilizando microscopia eletrônica por varredura (MEV). As Figuras 5, 6 e 7 apresentam três imagens da microscopia eletrônica de varredura. A figura 5 apresenta o bioadsorvente sem tratamento químico, a Figura 6 apresenta o bioadsorvente sem tratamento químico, porém, após ter sido usado no tratamento do corante vermelho congô e a Figura 7 mostra o bioadsorvente tratado com ácido e utilizado no tratamento do corante vermelho congô.

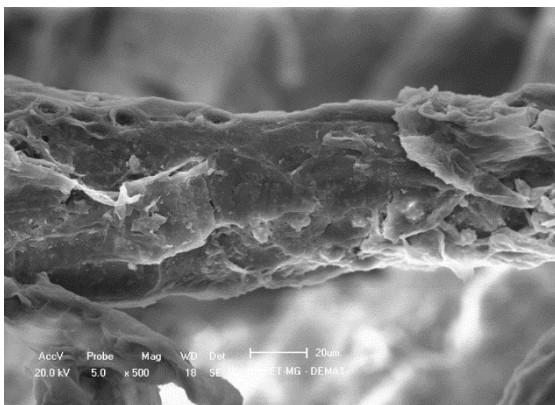


Figura 5: Bioadsorvente

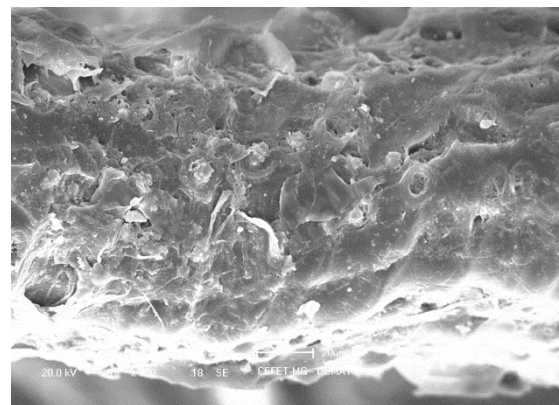


Figura 6: Bioadsorvente após utilização no tratamento do corante vermelho congô

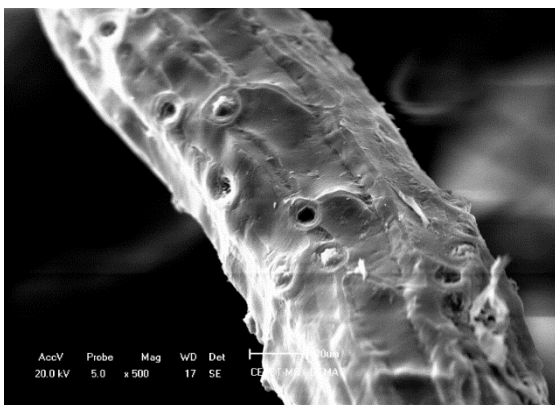


Figura 7: Bioadsorvente tratado com ácido após tratamento do corante vermelho congô

Observa-se que não há grande diferença entre as Figuras 5 e 6. Porém, observa-se, na Figura 7, a formação de muitos sítios de adsorção, a maioria destes preenchidos e alguns deles não preenchidos. É importante ressaltar que na casca de coco pura também pode-se observar sítios de adsorção, porém a quantidade é menor, não sendo suficiente para promover adsorção eficiente.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicaram eficiências elevadas de remoção dos corantes vermelho congo e azul direto com o uso de pó de casca de coco sem tratamento químico como adsorvente, tendo-se observado uma eficiência próxima de 90% para os dois corantes em pH=2. Para os demais valores de pH testados (pH=3,5 e 12 para o corante vermelho congo e pH= 7 e 12 para o corante azul direto) houve uma redução na eficiência do tratamento.

A realização de tratamento químico no adsorvente ocasionou um aumento na eficiência de remoção do corante vermelho congo, com redução no tempo de contato necessário para o processo de adsorção, confirmando a possibilidade de uso do pó de casca de coco como adsorvente de menor custo no processo de tratamento de efluentes com corantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG e ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG) pelo auxílio à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CÉLIA, R. Implantação de sistema de gestão ambiental em estação de tratamento de efluentes: indústria têxtil, Brasil, 2011.
2. DIEHL, R. de O., et.al. Uso de cascas para a remoção do corante azul de metileno em soluções aquosas. XII SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 03-07 out., 2011. Disponível em: <<http://ebooks.pucrs.br/edipucrs/anais/SIC/XII/XII/8/6/2/2.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2015.
3. GUILARDUCI, V. V. da S. et.al. Adsorção de fenol sobre carvão ativado em meio alcalino. *Química Nova*, São Paulo, v. 29, n. 6, p. 1226-1232, 2006.
4. KUNZ, A. et.al. Novas Tendências no Tratamento de Efluentes Têxteis. *Química Nova*, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.
5. RAIMUNDO, A.S., ZANAROTTO, R., BELISÁRIO, M., PEREIRA, M.G., RIBEIRO, J.N., FLORES, A.V., RIBEIRO, N. Evaluation of Sugar-Cane Bagasse as Bioadsorbent in the Textile Wastewater Treatment Contaminated with Carcinogenic Congo Red Dye. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. v.53, n. 4, p. 931-938, 2010.
6. ROCHA, O. R. S. 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. 1369-1374, 15 jun. 2012.
7. VOLESKY, B. Sorption and Biosorption. BV- Sorbex. Inc. St. Lambert (Montreal): Quebec, Canada, 2003.