

ESTUDO DE ADSORÇÃO DOS CORANTES TÊXTIL AZUL DE METILENO E VIOLETA BRILHANTE REMAZOL POR CASCA DE ARROZ

Girlene Kainá da Silva Guilherme¹

Maria Clara de Medeiros Santos²

Gerlan Lino dos Santos³

Cláudia Patrícia Fernandes dos Santos³

RESUMO

Em meio à vários problemas ambientais, a contaminação de águas superficiais é causada também pela indústria têxtil. Dessa forma, a grande quantidade de corantes utilizados nesse segmento de produção, entre outros compostos químicos contaminantes, é objeto de estudo dessa pesquisa. Entre os vários processos e etapas de tingimento, a etapa de lavagem é a mais preocupante, por utilizar grandes volumes de água. O descarte desses efluentes contaminados sem o devido tratamento, pode causar grandes prejuízos ao meio ambiente. Neste trabalho foi realizado um estudo por meio de pesquisa bibliográfica, procurando analisar a capacidade adsorptiva dos corantes azul de metileno e violeta brilhante remazol por uma biomassa, a casca de arroz, tanto em sua forma *in natura*, quanto tratada, a fim de diminuir os impactos ambientais causados por essas indústrias. O supracitado biomaterial é um adsorvente abundante, de baixo custo e possui uma elevada estabilidade química. E, a partir dos resultados obtidos, concluiu-se que a casca de arroz, tanto *in natura* quanto tratada, apresentou ser um adsorvente eficiente para a remoção dos corantes azul de metileno e violeta brilhante remazol.

Palavras-chave: Adsorção, Corantes, Indústria Têxtil, Casca de Arroz.

INTRODUÇÃO

A indústria têxtil é uma grande causadora de poluição nos recursos hídricos, isso pelo fato dela ser responsável pela geração de efluentes com grandes quantidades de produtos químicos provenientes das várias etapas dos seus processos de tingimento. Os corantes são os principais resíduos desses efluentes, sendo estes compostos de difícil degradação e altamente

¹ Graduanda do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, kainagirlene@gmail.com;

² Graduanda pelo Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, clarinhajp00@gmail.com;

³ Graduando pelo Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, santosgerlan0@gmail.com

⁴ Curso de Licenciatura em Química, Professora, Doutora, Unidade Acadêmica de Biologia e Química, UFCG, Cuité, PB. E-mail: claudia.patricia@professor.ufcg.edu.br

tóxicos para o meio ambiente. Como esses resíduos não são tratados de uma maneira correta, podem causar contaminação e degradação do ambiente.

Souza (2013) relata que o problema principal é que o processo de tingimento exige várias etapas e a mais preocupante é a etapa de lavagem, pois se utiliza uma quantidade exorbitante de água e sendo ela descartada em efluentes contaminados por esses corantes e outros compostos que também são utilizados durante todo o processo que podem apresentar alta toxicidade dos efluentes e serem resistentes à degradação química, fotoquímica ou Biológica.

De acordo com Tomaz (2000, apud GOUVEIA, 2014, p.16) afirma que na etapa de tingimento, a indústria têxtil consome aproximadamente de 275 a 365 L de corante para tingir 1 kg de tecido.

Como Guaratini e Zanoni (2000) afirmam, conforme citado por Gouveia (2014, p.16), calcula-se que no processo de tingimento das fibras têxteis, aproximadamente 20% da produção mundial de corante seja perdida para o ambiente. A composição desses efluentes é heterogênea, principalmente nas etapas de tingimento e acabamento, com material tóxico e recalcitrante, dificultando assim o processo de tratamento.

A dificuldade das indústrias têxteis em tratar seus efluentes é pela característica dos corantes que possuem baixa degradabilidade. O processo de adsorção consiste em técnicas de sucesso na remoção efetiva da cor presente em efluentes têxteis.

Com isso, o objetivo desse trabalho é analisar a eficiência da casca de arroz para o tratamento de remoção desses corantes e sua contribuição para uma solução dos problemas ambientais que eles causam.

METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizado uma pesquisa bibliográfica, baseadas em artigos científicos já existentes sobre a utilização da casca de arroz como adsorvente natural de corantes na indústria têxtil, sem foco em nenhum tipo específico de corante.

Na segunda etapa, foi realizado um levantamento de quais corantes eram mais comuns nas indústrias têxtil e, a partir disso, foi escolhido quais e quantos corantes seriam utilizados como objeto de estudo. Com isso, foi decidido dois tipos de corantes, o azul de metileno e o violeta brilhante remazol.

REFERENCIAL TEÓRICO

A casca de arroz é um resíduo agroindustrial, que apresentam alto poder energético. Ela é um subproduto gerado durante o processo de beneficiamento do cereal, por ter um alto poder calorífico, em torno de 16720 kJ kg^{-1} , este resíduo pode ser empregado para diversas finalidades (DELLA et al., 2001).

A casca de arroz foi escolhida por constituir um grande passivo ambiental (PENHA, 2008). Daifullah et al. (2003) estimam que anualmente são produzidos 500 milhões de toneladas de arroz nos países em desenvolvimento, gerando uma grande quantidade de resíduo oriundo de suas cascas, após o beneficiamento do mesmo.

O aproveitamento de resíduos agroindustriais vem se tornando cada vez mais necessário em função dos prejuízos ambientais causados pelo descarte inadequado na natureza. Por isso, muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o intuito de aproveitar este subproduto para diferentes finalidades, como, por exemplo, para remoção de corantes têxteis (TASHIMA et al., 2012).

A indústria têxtil brasileira é a segunda maior empregadora da indústria de transformação, perdendo apenas para alimentos e bebidas. De acordo com o Panorama Setorial, estudo feito pela FIEMG, no Brasil são 9.688 empresas, as quais empregam, no Brasil, 249.661. A indústria têxtil nacional projeta crescimento de 8,3% na produção em 2021, uma das forças de retomada da economia. (FIEMG,2021).

Esse setor industrial ocasiona significativos impactos ambientais, devido principalmente à geração de emissões atmosféricas no setor de fiação; de resíduos sólidos como aparas de tecido, pó, peças defeituosas; de efluentes líquidos contendo produtos químicos e, ao elevado consumo de recursos hídricos e energia elétrica (FARIA; PACHECO, 2011).

O processo de tingimento é um dos responsáveis pelo excessivo consumo de água e o gerenciamento incorreto dessa atividade causa impactos diretos na natureza. O crescimento da demanda nos últimos anos pela atividade têxtil tem aumentado o consumo de água.

Segundo Peixoto et al (2013), os corantes têxteis causam especial impacto no meio ambiente principalmente por serem de difícil degradação. O esgoto da indústria têxtil tem sido taxado como o mais poluente entre os setores industriais em termos de volume e composição de efluentes. Em adição ao efeito visual e ao efeito adverso dos corantes em termos de impacto de Demanda Química de Oxigênio, muitos corantes são tóxicos, mutagênicos e carcinogênicos.

De acordo com Niebisch (2014, apud Queiroz, 2019), os corantes são identificados como os compostos mais problemáticos nos efluentes têxteis, devido a sua alta solubilidade na água e baixa degradabilidade. Também apresentam baixa fixação à fibra, sendo grande parte descartada com o efluente (ARAÚJO et al., 2006).

Os efluentes coloridos estão particularmente associados com alguns corantes azo reativos que são utilizados nas indústrias têxteis.

Hoje vários métodos foram desenvolvidos com o intuito de remoção dos poluentes, como a precipitação química, de permuta iônica, de adsorção, filtração por membrana, eletroquímica e etc, que são eficientes no tratamento de efluente mais com limitações.

O recente uso de biomateriais com propriedades de adsorção está sendo empregados com eficiência, e a casca de arroz em suas diferentes formas vem demonstrando eficácia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo constitui uma revisão bibliográfica a respeito da capacidade adsortiva da casca de arroz na indústria têxtil em relação os corantes Azul de metileno e Violeta brilhante remazol. Dessa forma, com base nas informações encontradas, os autores descrevem em seus estudos os seguintes dados:

AZUL DE METILENO:

Silva (2019) em seu estudo, realizou uma pesquisa utilizando a casca de arroz em dois modos, *in natura* e modificada com ácido fosfórico a 0,9%, hidróxido de potássio a 3% e acetato de sódio a 3%, na remoção do azul de metileno. Como o azul de metileno, possui um grupo sulfonado, responsável por seu caráter catiônico, possuindo, portanto, carga superficial positiva. De acordo com a análise do pH_{PCZ} , a superfície do adsorvente é carregada positivamente em meio ácido ($pH < 5$) e de acordo com a literatura como a superfície do adsorvente possui cargas positivas em pH menores que 5, existe uma alta atração eletrostática entre a superfície positivamente carregada do adsorvente e o corante catiônico, o que explica o fato da adsorção do corante ser favorecida em pH inferior a 5. Na análise de isoterma de pH da casca de arroz sob os três tratamentos, observou-se que tanto *in natura* quanto o modificado, apresentaram comportamentos semelhantes na região neutra (6 a 8), e isso deve-se ao fato como a casca de arroz se encontra com suas composições químicas preservadas. Mas, com a análise do custo benefício e o gasto energético na aplicação da indústria, a casca de arroz *in natura* é a melhor forma sob as condições que foram estudadas, pois o tratamento metodológico proposto não atingi a sua estrutura, e preservando assim seus compostos químicos.

No estudo de Franco (2016), foi avaliado o comportamento das isotermas de adsorção de azul de metileno em casca de arroz *in natura* e modificada via ultrassom. Na realização do

experimento da avaliação de adsorção, foi utilizado 5 g L^{-1} de adsorvente com pH ajustado em 11 e com as concentrações de azul de metileno variando de 10 a 100 mg L^{-1} e nas temperaturas de 25 a 55°C à 150 rpm e seus dados ajustados ao modelo de Langmuir. Com os dados obtidos, foi observado que devido à natureza endotérmica da casca de arroz, o aumento da temperatura levou a um aumento nos valores de q_m (capacidade máxima de adsorção), favorecendo a adsorção, ou seja, quanto maior temperatura, maior sua capacidade de adsorção e remoção. Os valores de q_m foram maiores para a casca de arroz tratada o que confirmou que o seu tratamento ultrassônico foi favorável. De acordo com as curvas de equilíbrios de adsorção da casca de arroz in natura e da casca MUS (modificada por ultrassom), com os valores de 52,88 e $58,72 \text{ mg g}^{-1}$, respectivamente, mostraram que as duas podem ser utilizadas como adsorventes. Para casca de arroz tratada por ultrassom obteve-se uma remoção de 96,2% do azul de metileno a 55°C .

VIOLETA BRILHANTE REMAZOL:

Ribeiro (2011) realizou o estudo da capacidade de remoção do corante têxtil Violeta brilhante remazol em meio aquoso utilizando a casca de arroz *in natura* e tratada com ácido nítrico como adsorvente. A casca de arroz foi tratada baseada no método proposto por Ponnusami (2007) e colocada em contato com ácido nítrico $2,0 \text{ mol L}^{-1}$ a 50°C . Foram analisados os parâmetros de pH, tempo de contato, massa do adsorvente e a concentração do corante para verificar a maior remoção do corante. Os valores do pH_{zpc} dos adsorventes foram estimados em 5,3 para a matriz in natura e 3,8 para a tratada. O corante violeta brilhante remazol é aniônico o estudo do pH foi realizado variando os pH's de 1 ao 6. E em seus resultados, observou-se que o tratamento potencializa a adsorção nos valores de pH 1,0 com $11,56 \text{ mg/g}$ in natura e $18,31 \text{ mg/g}$ tratado, e pH 2,0 com $11,18 \text{ mg/g}$ in natura e $17,75 \text{ mg/g}$ tratado. Os dados foram ajustados de acordo com o modelo de Langmuir e no estudo isotérmico mostrou que a capacidade máxima de adsorção é de $49,66 \text{ mg/g}$ para o material in natura e $64,3 \text{ mg/g}$ para o material tratado.

Ribeiro (2012), realizou um estudo investigando a potencialidade da casca de arroz como adsorvente para a remoção do corante Violeta brilhante remazol, para isso ele utilizou a casca de arroz de duas formas, *in natura* (CAN) e com ácido nítrico $2,0 \text{ mol. L}^{-1}$ a 50°C (CAT). Na avaliação dos resultados experimentais foi aplicado o modelo proposto por Freundlich, que corresponde a uma distribuição exponencial de calores de absorção. Nos quais os sistemas podem ser representados por essas isotermas que se expressam da seguinte forma:

$$q = K_{eq} C^{1/n} \text{ Ou } \log q = (1/n) \log C + \log K_{eq}$$

Onde: q : é a capacidade de adsorção no equilíbrio; C : é a concentração de soluto; K_{eq} e n : são constantes que dependem de fatores experimentais (OLIVEIRA, 2003).

Esses dois adsorventes foram caracterizados por análise elementar, espectroscopia vibracional na região do infravermelho, RMN de ^{13}C no estado sólido, análise termogravimétrica, difratometria de raios-X e ponto de carga zero (pH_{pcz}). Ocorreu a realização dos ensaios de adsorção dos corantes, nos parâmetros termodinâmicos de temperatura (10,25,40 e 55°C) em pH 2, com as concentrações dos corantes de 100 a 1000 mg. L⁻¹. Observou-se que com um aumento no pH desfavoreceu a remoção, enquanto em pH's com valores baixos ocorreu uma maior protonação da superfície dos adsorventes o que favoreceu a remoção. Os percentuais de remoção no pH 1,0 do corante Violeta brilhante remazol foi de 46,2% para CAN e 73,2% para CAT. A casca de arroz tratada (CAT) teve maior percentual de remoção quando comparada com a *in natura* (CAN), pois notou-se a liberação de novos sítios ativos na superfície desse adsorvente tratado. E com os pH's de 3,0 ao 6,0 do CAT, ocorreu uma melhora na capacidade adsortiva o que foi observado que podem existir outros mecanismos de interação nesse processo de adsorção. Os estudos cinéticos mostraram que o processo de adsorção depende do tempo de contato entre o corante e o adsorvente, o que foi necessário 240 minutos para que o Violeta brilhante remazol atinja o equilíbrio. Onde Silva et. al (2018) diz que o equilíbrio de adsorção permite a determinação experimental da capacidade máxima de adsorção em condições controladas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados apresentados, concluímos que: o azul de metileno, no estudo de SILVA (2019), a casca de arroz foi utilizada em dois modos, *in natura* e modificada com ácido fosfórico a 0,9%, hidróxido de potássio a 3% e acetato de sódio a 3%, e devido as atrações eletrostáticas que ocorrem entre a superfície do adsorvente e o corante, a adsorção obteve-se mais eficiência em pH menor que 5 e em suas duas formas, *in natura* e modificada notou-se comportamentos semelhantes na região neutra (6 a 8), mas devido ao custo benefício e ao preservar os compostos químicos que já possui, casca *in natura* é de melhor aplicação e assim mostrando que a casca de arroz é apresenta eficiência no processo de adsorção desse corante estudado. Já no estudo de Franco (2016), ele utilizou a casca de arroz *in natura* e modificada, mas via ultrassom, onde analisou a capacidade adsortiva a partir das temperaturas

de 25 a 55°C, e devido natureza endotérmica do adsorvente notou-se que com o aumento de temperatura, ocorreu uma melhor capacidade de adsorção e remoção. E, devido a sua modificação via ultrassom, obteve-se mais eficiência com uma remoção de 96,2% a 55°C.

No estudo utilizando o corante violeta brilhante remazol, Ribeiro (2011, 2012) realizou o estudo utilizando a casca de arroz *in natura* e tratada com ácido nítrico 2,0 mol. L-1 a 50°C. Em 2011 ele utilizou o método de Ponnusami analisando os parâmetros de pH, tempo de contato, massa do adsorvente e a concentração do corante para verificar a maior remoção do corante. E em seus resultados, observou-se que o tratamento potencializa a adsorção nos valores de pH 1,0 com 11,56 mg/g *in natura* e 18,31 mg/g tratado, e pH 2,0 com 11,18 mg/g *in natura* e 17,75 mg/g tratado. Em 2012 ele utilizou o modelo proposto por Freundlich, onde ocorreu a realização dos ensaios de adsorção dos corantes, nos parâmetros termodinâmicos de temperatura (10,25,40 e 55°C) em pH 2. Observou-se que com um aumento no pH desfavoreceu a remoção, enquanto em pH's com valores baixos ocorreu uma maior protonação da superfície dos adsorventes o que favoreceu a remoção. A casca de arroz tratada teve um percentual de remoção de 73,2% enquanto a *in natura* teve um percentual de 46,2% de remoção. E com os estudos cinéticos, notou-se que o processo de adsorção depende do tempo de contato entre o corante e o adsorvente. E, de acordo com os resultados apresentados, podemos concluir que a casca de arroz apresenta emprego efetivo como adsorvente para os corantes estudados. Nota-se que a referida biomassa é de fácil aplicação e apresentou uma capacidade importante nos ensaios de retenção dos corantes azul de metileno e o violeta brilhante remazol.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. V. F. et al. Remoção de cor em soluções de corantes reativos por oxidação com H₂O₂/UV. Química Nova, São Paulo. v. 29, jan./fev. 2006.
- DAIFULLAH, A.A.M.; GIRGIS, B.S.; GAD, H.M.H. Utilization of agro-residues (rice husk) in small waste water treatment plans. Materials Letters 57, p. 1723–1731, 2003.
- DELLA, V. P., KÜHN, Ingeborg, HOTZA, Dachamir. Caracterização de cinza de casca de arroz para uso como matéria-prima na fabricação de refratários de sílica. Química Nova [online]. 2001, v. 24, n. 6 [Acessado 2 Junho 2021], pg. 778-782. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422001000600013>>. Epub 08 Feb 2002. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422001000600013>.
- FARIA, F. P.; PACHECO, E. B. A. V. Experiências com Produção Mais Limpa no Setor Têxtil. Redige, v 2, n. 1, 2011.
- FIEMG, Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais: Pelo futuro da Indústria. 2021. Disponível em: <https://www7.fiemg.com.br/fiemg/noticias/detalhe/21-de-abril-dia-da-industria-textil->. Acesso em: 29 de setembro de 2021.

- FRANCO, D. S. P.; TANABE, E.H; DOTTO, G.L. Avaliação das Isotermas de Adsorção de Azul de Metileno em Casca de Arroz In Natura e Modificada Via Ultrassom. In: COBEQ, 21; ENBEQ, 16., Fortaleza, 2016.
- GOUVEIA, A. de F. Remoção de azul de metileno e vermelho remazol por adsorção utilizando lodo de estação de tratamento de água e carvão ativado granular. Campo Mourão, 2014.
- OLIVEIRA, C. C. N de. Estudos de equilíbrio e modelagem cinética da adsorção de corante têxtil "remazol black B" sobre bagaço de cana in natura e carvão ativado. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
- PENHA, R. S. Casca de Arroz como adsorvente para íons de metais pesados: caracterização e modificação química. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2008.
- PEIXOTO, F.; MARINHO, G.; RODRIGUES, K. Corantes têxteis: uma revisão. HOLOS, Ano 29, v. 5, 2013.
- PONNUSAMI, V. et al. Biosorption of reactive dye using acid-treated rice husk: Factorial design analysis. Journal of Hazardous Materials, 142, 397-403, 2007.
- QUEIROZ, M. T. A., QUEIROZ, C. A., ALVIM, L. B., SABARÁ, M. G., LEÃO, M. M. D., & AMORIM, C. C. (2019). Reestruturação na forma do tratamento de efluentes têxteis: uma proposta embasada em fundamentos teóricos. Gestão & Produção, 26(1), e1149. <https://doi.org/10.1590/0104-530X1149-19>.
- RIBEIRO, G. A. C. Remoção dos corantes têxteis violeta brilhante remazol e turquesa remazol por adsorção em casca de arroz. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, programa de Pós-Graduação em Química, São Luís, 2012.
- RIBEIRO, G. A. C.; SANTANA, S. A. A.; BEZERRA, C. W. B.; SILVA, H. A. S.; VIEIRA, A. P. Casca de arroz in natura e tratada com ácido nítrico como adsorventes para remoção do corante têxtil violeta brilhante remazol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 51., 20 São Luís. Anais... São Luís, 20.
- SILVA, A. J. da. Uso Da Casca de Arroz (Oryza Sativa L.) In Natura e Modificada Como Adsorventes Para Remoção do Azul de Metileno. Trabalho de conclusão de Curso- Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, 2019.
- SILVA, M. B. da; SANTOS, J. H. P. dos. "Adsorção Do Azul De Metileno Utilizando Casca De Arroz", p. 1946-1952. In: Anais do XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. São Paulo: Blucher, 2019. ISSN 2359-1757, DOI 10.5151/cobecic2019-ETA4
- SILVA, J. E. da. et. al. Estudo de Cinética e Equilíbrio de Adsorção Empregando a Casca do Coco Modificada Quimicamente para a Remoção de Pb(II) de Banho Sintético. Revista virtual de Química. Vol. 10, n. 5, p. 1248-1262, 2018.
- SOUZA, K. C. de; ANTUNES, M. L. P.; CONCEIÇÃO, F. T. da. Adsorção do corante Reativo Azul 19 em solução aquosa por lama vermelha tratada quimicamente com peróxido de hidrogênio. Química Nova [online]. 2013, v. 36, n. 5 [Acessado 1 Junho 2021], pp. 651-656. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000500007>>. Epub 18 Jul 2013. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000500007>.
- TASHIMA, M. M. Cinza de casca de arroz (CCA) altamente reativa: método de produção e atividade pozolânica. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 2, abr./jun. 2012.
- TOMAZ, Plínio. Previsão de Consumo de Água. São Paulo. Hermano & Bugelli. Ed. Navegantes, 250 f. 2000.