

CARVÃO ATIVADO DE MURICI: EFEITOS DA ADSORÇÃO DO CORANTE AMARELO TARTRAZINA EM *ALLIUM CEPA*

Salete A. Anunciação¹; Leandra S. Araújo¹; Vitória M. D. Anjos²; Taynara A. Martins³; Tatianne F. Oliveira³; Fernando P. Sá^{1,3}; Francielli Mello-Andrade^{4*}

¹Instituto Federal de Goiás, Câmpus Inhumas, DAA, Inhumas, Goiás, 75402-556

²Instituto Federal de Goiás, Câmpus Goiânia, DAA 2, Goiânia, Goiás, 74055-110

³Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Goiânia, Goiás, 74690-900

⁴Instituto Federal de Goiás, Câmpus Luziânia, DAA, Luziânia, Goiás, 72811-570, *e-mail: francielli.andrade@ifg.edu.br

Palavras-Chave: cerrado, impacto ambiental, toxicidade.

Introdução

Devido ao crescimento populacional exponencial, os países em desenvolvimento, como o Brasil, experimentaram um aumento das necessidades básicas de sua população, resultando em desenvolvimento agrícola, superexploração dos recursos naturais, urbanização descontrolada e desenvolvimento do setor industrial (KHAMPARIA; JASPAL, 2018; LELLIS et al., 2019; SHINDHAL et al., 2020). No entanto, as consequências desse desenvolvimento baseado no crescimento econômico costumam negligenciar o componente ambiental. A água é um dos recursos naturais mais utilizados pelo homem, sendo fundamental em muitas atividades em diferentes setores da economia, tais como bens e serviços, comércio, indústria, produção de energia e agronegócio (KHAMPARIA; JASPAL, 2018; BAILÃO et al., 2020).

A descarga de efluentes de corantes de unidades de fabricação ou consumo de corantes em corpos d'água representa ameaças potenciais à qualidade da água e induz sérios problemas de saúde para a vida humana, vegetal e animal (KHAMPARIA; JASPAL, 2018; HUSSAIN et al., 2019).

Os corantes alimentares são usados em muitos alimentos, como frutas, carnes, peixes, queijos e outros, para preservar o frescor dos alimentos e torná-los visualmente mais atraentes (SPENCER, 2015). Durante a produção, aproximadamente 10-15% dos corantes alimentares são descartados como efluentes no meio ambiente (HUSAIN, 2006). A toxicidade de corantes alimentícios tem sido reportada gerando uma preocupação quanto à segurança do uso destas substâncias químicas (KOBYLEWSKI; JACOBSON, 2012). A exposição a precursores de corantes pode causar sérios problemas de saúde, incluindo câncer. Vermelho bordeuax e amarelo tartrazina são corantes alimentícios comumente empregados no processamento de alimentos. Eles apresentam precursores potencialmente carcinogênico. Os carcinógenos nesses corantes danificam o DNA das células e podem levar a um risco maior de desenvolvimento de câncer. Problemas como alergias, hiperatividade, irritabilidade, agressividade e dificuldade de aprendizagem estão relacionados à ingestão de corante alimentar (PAVITHRA et al., 2019). Assim, torna-se necessário remover estes materiais, antes de serem misturados aos ambientes aquáticos naturais e despoluídos (SHEN et al., 2009).

A remoção do colorido das águas naturais é um dos grandes problemas ambientais, uma vez que estes corantes são de difíceis descoloração devido a sua estrutura complexa e origem sintética. São moléculas recalcitrantes, resistentes à digestão aeróbia e estáveis a agentes oxidantes (SRINIVASAN; VIRARAGHAVAN, 2010). Outra dificuldade é o tratamento de efluentes contendo baixas concentrações de moléculas de corantes. Neste caso, os métodos convencionais para removê-los são economicamente desfavoráveis e/ou tecnicamente complicados (CRINI; BADOT, 2008).

O método de adsorção é muito utilizado para a remoção de contaminantes a partir de efluentes, uma vez que, se o sistema é desenhado corretamente, ele resultará numa elevada qualidade do efluente tratado. Em comparação com outros processos de tratamento de efluentes aquosos, os processos de adsorção permitem flexibilidade em termos de design e operação,

além de produzir efluentes livres de poluentes que são adequados para reutilização. Entretanto, existe um consenso entre os pesquisadores que a primeira etapa para a investigação do processo de adsorção é a escolha do adsorvente (GIL et al., 2011). No entanto, além de custo, propriedades de adsorção e disponibilidade também são critérios-chave quando se trata de escolher um adsorvente para remoção de poluentes, incentivando assim a investigação de materiais que sejam simultaneamente eficazes e baratos (PAVITHRA et al., 2019).

Diante do exposto, este trabalho propôs o estudo da adsorção do corante alimentício amarelo tartrazina (AT), em soluções aquosas, por carvão ativado de murici (CAM) sintetizados previamente a baixo custo. Além disso, o impacto ecotoxicológico do corante alimentício foi realizado pelo teste em raízes de cebola (*Allium cepa*) para avaliar seu potencial efeito tóxico antes e após o tratamento para sua remoção com o uso do adsorvente CAM.

Material e Métodos

Obtenção do adsorvente - CAM

Resíduos do murici (*Brysonima crassifolia*) contendo sementes e cascas foram fornecidas por uma agroindústria do município de Abadia de Goiás-GO. Os resíduos do murici foram lavados, secos e triturados em moinho. Posteriormente, o carvão ativado de murici foi preparado por ativação química com ácido fosfórico (H_3PO_4) seguida de carbonização (MARTINS et al., 2024).

Adsorção do corante amarelo tartrazina por CAM

Primeiramente, preparou-se soluções do corante amarelo de tartrazina (AT) em diferentes concentrações (10 a 50 mg/L) para obtenção da curva de absorbância em espectrofotômetro UV/Visível (Bel Photonics UV-M51). Após esta etapa foi realizado um estudo de adsorção em função da quantidade de CAM. Para o teste, utilizou-se 10 g/L de CAM no efluente sintético (solução aquosa do corante AT a 50 mg/L). A solução contendo o adsorvente e o corante ficou sob agitação mecânica por 1 h e, posteriormente, procedeu-se com a filtração das soluções e quantificação da absorbância da solução em espectrofotômetro UV/Visível.

*Toxicidade em raízes de cebola (*Allium cepa*)*

Os bulbos de cebolas (*Allium cepa*) foram adquiridos comercialmente no município de Goiânia-GO, de mesma procedência, tamanho similar, não enraizados e saudáveis. Primeiramente, procedeu-se com a limpeza e raspagem superficial dos bulbos. Para estimular o desenvolvimento do meristema radicular, os bulbos de cebolas foram colocados em água destilada por 48 h a temperatura ambiente. Após esse período, 20 bulbos com raízes entre 1 e 2 cm foram aleatoriamente distribuídos em quatro grupos de exposição por 48 h: 1) controle negativo foi exposto a 50 mL de água destilada; 2) controle positivo foi exposto a solução de azida sódica a 2 M; 3) corante AT a 50 mg/L e 4) corante AT (50 mg/L) pré-tratado com CAM (10g/L). Ao final do período de exposição, procedeu-se com a análise macroscópica do comprimento das raízes para determinar o índice de toxicidade. Para cada bulbo, foi mensurado, com o auxílio de uma régua, o comprimento das três maiores raízes. Os resultados obtidos, em relação aos tamanhos das raízes (em centímetros) nas substâncias testes, foi comparado ao grupo controle negativo para determinação da toxicidade.

Resultados e Discussão

Adsorção do corante amarelo tartrazina em carvão ativado de murici

O processo de adsorção do corante alimentício amarelo tartrazina (AT), em soluções aquosas, foi avaliado com o uso do carvão ativado de murici (CAM). A quantificação do corante em solução, antes e após o processo de adsorção, foi realizada com o uso de espectroscopia UV/Vis. Primeiramente, estabeleceu-se a curva de calibração, da concentração do corante AT em função da absorbância, apresentando um ajuste linear dos dados experimentais de $r^2 = 0,9978$.

Em relação ao estudo de adsorção do corante amarelo tartrazina na concentração de 50 mg/L, em função da quantidade de carvão ativado, pode se observar, pela Figura 1, que há uma significativa diminuição da banda de absorção máxima do corante quando se utiliza 10 g/L de carvão ativado de murici (CAM). Este resultado mostra que, mesmo uma pequena quantidade desse adsorvente já foi suficiente para remover quase que completamente a coloração da solução em um tempo de 1 h.

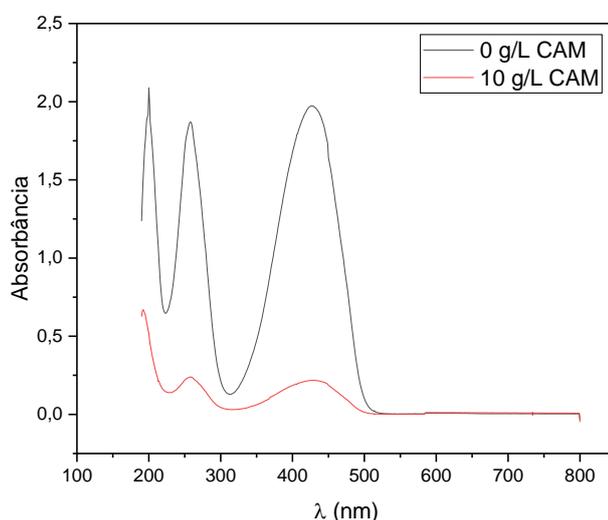


Figura 1. Curvas de absorbâncias para amostras com e sem tratamento de carvão ativado de murici. Adsorção realizada em 1 h.

Toxicidade do corante amarelo tartrazina

O potencial fitotóxico do corante alimentício sem tratamento e pré-tratado com adsorvente CAM foi analisado quanto ao aspecto macroscópico das raízes de cebola (Figura 2) e pelo crescimento radicular (Tabela 1). Como esperado, não foi detectada nenhuma alteração morfológica nas raízes do grupo controle negativo (Figura 2A). Enquanto, necrose e escurecimento das raízes foram observadas nos bulbos expostos ao controle positivo (Figura 2B). As raízes de *Allium cepa* após exposição a solução do corante alimentício AT apresentaram escurecimento e necrose e torção (Figura 2C). Já as raízes do grupo exposto a solução de corante submetida previamente ao processo de adsorção não apresentam escurecimento, nem necrose (Figura 2D).

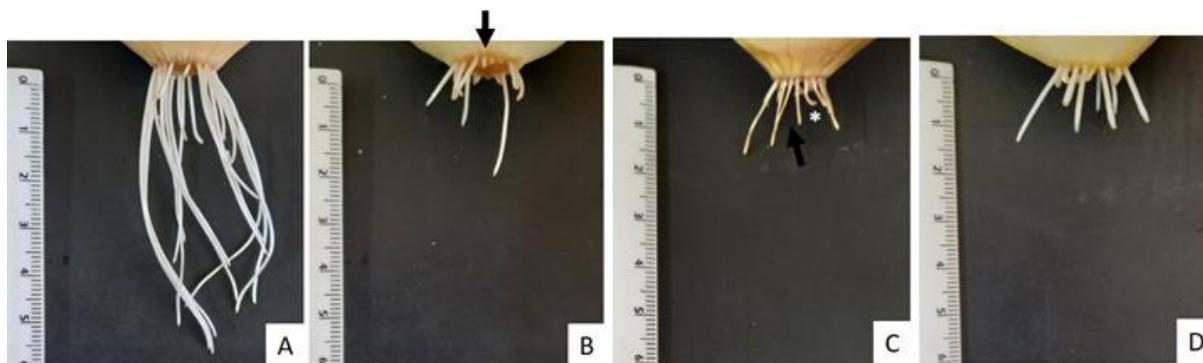


Figura 2. Imagem representativa do aspecto morfológico das raízes de *Allium cepa* após 48 h de exposição. (A) Grupo controle negativo – água destilada; (B) Grupo controle positivo – azida sódica 2M; (C) Grupo amarelo tartrazina - solução aquosa de corante amarelo tartrazina a 50 mg/L e (D) Grupo amarelo tartrazina pré-tratado com o adsorvente CAM - solução aquosa obtida após o processo de adsorção. Necrose é indicada pela seta preta e torção é indicada pelo asterisco branco.

O grupo controle negativo apresentou crescimento radicular de $4,8 \pm 0,6$ cm (Tabela 1). Todos os grupos de exposição apresentaram redução significativa do comprimento das raízes de *Allium cepa* comparado ao controle negativo ($p < 0,001$).

Tabela 1. Efeito no crescimento das raízes de cebola (*Allium cepa*) após 48 h de exposição a solução aquosa do corante amarelo tartrazina (50 mg/L) sem e com pré-tratamento com o adsorvente de carvão ativado de murici (10 g/L). Os dados mostram a média e o desvio padrão.

Grupo (n=5)	Comprimento das raízes de <i>Allium cepa</i> (cm)
Controle negativo	$4,8 \pm 0,6$
Controle positivo	$1,6 \pm 0,3$ ^{a****}
Amarelo tartrazina	$1,6 \pm 0,5$ ^{a****}
Amarelo tartrazina pré-tratado com CAM	$1,6 \pm 0,3$ ^{a****}

^a versus grupo controle negativo e **** $p < 0,001$.

Conclusões

A partir dos resultados desta pesquisa, o carvão ativado de murici apresenta potencial para ser empregado no processo de remoção de corantes alimentícios de soluções aquosas. Sendo percebido que 10g/L desse adsorvente foi suficiente para remover quase completamente a coloração da solução do amarelo tartrazina. O adsorvente, CAM, foi capaz de alterar a banda de absorção máxima do corante AT, reduzindo o colorido da solução. O potencial tóxico do corante alimentício AT foi demonstrado pelo teste em raízes de *Allium cepa*, mesmo após o processo de adsorção com CAM, evidenciando seu potencial fitotóxico.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelas bolsas concedidas e também o auxílio financeiro concedido pelo IFG (nº 28/2021 e nº 29/2021).

Referências

ALMEIDA, L.M.; BAILÃO, E.F.L.C.; CAMILO-COTRIM, C.F.; et al. Conservação e monitoramento ambiental utilizando *Allium cepa* como indicadora de poluição das águas superficiais: uma revisão narrativa. Editora científica, 2021.

BAILÃO, E. F. C.; ZAGO, L.M.S.; SILVA, N.C.; et al. Urban Occupation Increases Water Toxicity of an Important River in Central Brazil. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 9 (1), 73–86, 2020. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2020v9i1.p73-86>

BHATIA, S.C. Pollution control in textile industry. WPI Publishing (2017). DOI: 10.1201/9781315148588.

GIL, A. et al. Removal of dyes from wastewaters by adsorption on pillared clays *Chemical Engineering Journal*, v. 168, p. 1032–1040, 2011.

HASSAN, M.M.; CARR, C.M. A critical review on recent advancements of the removal of reactive dyes from dyehouse effluent by ion-exchange adsorbents. *Chemosphere*, 209 (1), 201-219, 2018.

HOSSAIN, M.S.; DAS, S.C.; ISLAM, J.M.; AL MAMUN, M.A.; KHAN, M.A. Reuse of textile mill ETP sludge in environmental friendly bricks—effect of gamma radiation. *Radiation Physics and Chemistry*, 151, 77-83, 2018.

HUSAIN Q. Potential applications of the oxidoreductive enzymes in the decolorization and detoxification of textile and other synthetic dyes from polluted water: A review. *Critical Reviews in Biotechnology*. 2006;26:201-221. DOI: 10.1080/07388550600969936

HUSSAIN, S.; KHAN, N.; GUL, S.; KHAN, S.; KHAN, H. Contamination of Water Resources by Food Dyes and Its Removal Technologies. *Intechopen*. 2019. doi: 10.5772/intechopen.90331

KHAMPARIA, S.; JASPAL, D. Technologies for Treatment of Colored Wastewater from Different Industries. *Handbook of Environmental Materials Management*, 1–14, 2018. doi:10.1007/978-3-319-58538-3_8-1

KOBYLEWSKI, S., JACOBSON, M. F. Toxicology of food dyes. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 18 (3), 220–246, 2012. doi:10.1179/1077352512z.00000000034

LELLIS, B.; FÁVARO-POLONIO, C.Z.; PAMPHILE, J.A.; POLONIO, J.C. Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms. *Biotechnology Research and Innovation*. 3(2), 275-290, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.09.001>

MARTINS, T.A.; SÁ, F.P.; PEREIRA, J.; OLIVEIRA, T.F. Use of murici (*Byrsonima crassifolia*) and jabuticaba (*Plinia cauliflora*) residues in the preparation of porous materials: Effect of pH on the adsorption efficiency of the contaminants phenol, diethylphthalate and amoxicillin. *Desalination and Water Treatment*. 2024. doi: 10.1016/j.dwt.2024.100110

RIBEIRO, R.X.; BRITO, R.S.; PEREIRA, A.C.; et al. Ecotoxicological assessment of effluents from Brazilian wastewater treatment plants using zebrafish embryotoxicity test: A multibiomarker approach. *Science of the Total Environment*. 735, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139036>

SÁ, F.P.; NUNES, L.M.; BORGES, E.C.L. Treatment of Food Industry Effluent with the use of Hidrocalumita as Adsorbent. *Revista tecnia*, 1 (1), 2016.

SHINDHAL, T.; RAKHOLIYA, P.; VARJANI, S.; et al. (2021) A critical review on advances in the practices and perspectives for the treatment of dye industry wastewater, *Bioengineered*, 12:1, 70-87, 2021. doi: 10.1080/21655979.2020.1863034

SINGH, H.B.; BHARATI, K.A. *Handbook of natural dyes and pigments*, Woodhead Publishing. India Pvt Ltd. New Delhi, 2014. <https://doi.org/10.1016/C2014-0-02803-1>

SPENCE, C. On the psychological impact of food colour. *Flavour* 4, 21 (2015). <https://doi.org/10.1186/s13411-015-0031-3>