

# 6<sup>o</sup> SSSS

**Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis**

**ANAIS**

- VOLUME 1 -

**Artigos Publicados como Resumos**

---

### ***Organizadores***

Prof. Dr. Cristiano Poletto – UFRGS (Presidente)

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristhiane Michiko Passos Okawa – UEM

Prof. Dr. Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves – UFTM

# **ANAIS do 6º SIMPÓSIO SOBRE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS**

- VOLUME 1 -

**Artigos Publicados como Resumos**

**Copyright © 2021, by Editora GFM.**

Direitos Reservados em 2021 por **Editora GFM.**

**Editoração:** Cristiano Poletto

**Organização Geral da Obra:** Cristiano Poletto; Cristhiane Michiko  
Passos Okawa; Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves

**Diagramação:** Juliane Fagotti

**Revisão Geral:** Espaço Histórico e Ambiental

**Capa:** Juliane Fagotti

**CIP-Brasil. Catalogação na Fonte**

---

Cristiano Poletto; Cristhiane Michiko Passos Okawa; Julio Cesar de Souza Inácio  
Gonçalves (Organizadores)

ANAIS do 6º SIMPÓSIO SOBRE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS – Volume 1 –  
Artigos Publicados como Resumos / Cristiano Poletto; Cristhiane Michiko Passos  
Okawa; Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves (Organizadores) – Toledo, PR: Editora  
GFM, 2021.

127p.: il.;

ISBN 978-65-87570-15-0

CDU 502.3/7

***É AUTORIZADA a livre reprodução, total ou parcial, por quaisquer meios,  
sem autorização por escrito da Editora ou dos Organizadores.***

---

# APLICAÇÃO DA CASCA DE ARROZ COMO BIOADSORVENTE PARA REMOÇÃO DE CR(VI) EM SOLUÇÕES AQUOSAS DILUÍDAS

| ID 19256 |

**1 Vanessa Schwarstzhaupt Gamboa, 2 Lucia Allebrandt da Silva Ries, 3 Fabiano Perin Gasparin**

*1Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: vanessa.gamboa@outlook.com; 2Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, e-mail:lucia-ries@uergs.edu.br; 3Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail:fabiano.gasparin@ufrgs.br*

**Palavras-chave:** Casca de arroz; Cromo hexavalente; Bioadsorvente.

## Introdução

A casca (CA) é um resíduo agroindustrial lignocelulósico abundante proveniente do beneficiamento do arroz, e representa um problema ambiental, quando disposta inadequadamente no meio ambiente. Estima-se que a CA represente cerca de 20-23% do peso total do grão (HICKERT, 2010; LORA; VENTURINI, 2012; SANTOS et al., 2012). No Brasil, o Rio Grande do Sul constitui um dos estados com maior produção desse tipo de grão, e carece de alternativas eficazes para o aproveitamento desse excedente da indústria de arroz. Sendo assim, o uso como bioadsorvente para a remoção de poluentes emergentes em águas e efluentes vem sendo investigada nos últimos anos, demonstrado ser uma opção econômica e sustentável.

Os poluentes emergentes englobam uma ampla gama de substâncias potencialmente tóxicas, e dentre essas, os metais pesados, representam uma grande preocupação à saúde humana e ambiental, pois são bioacumulativos e não biodegradáveis mesmo em baixas concentrações. O cromo hexavalente (Cr(VI)) se insere nesse cenário à medida que é extremamente tóxico, apresentando efeitos mutagênicos e carcinogênicos em seres vivos (LIN et al., 2018). A presença de Cr(VI) em águas residuárias está vinculada ao descarte inadequado de resíduos industriais envolvendo principalmente indústrias de curtimento de couro, têxteis e de pigmentos, metalurgia, galvanoplastia, indústria química em geral, entre outras (ALTUN; KAR, 2016; LIN et al., 2018).

Assim, esse trabalho buscou apresentar uma proposta técnica e de baixo custo para dois problemas ambientais através da avaliação do emprego da casca oriunda do arroz parboilizado como

um bioadsorvente para a remoção de Cr(VI) em soluções aquosas diluídas, possibilitando o tratamento de águas contaminadas, ao mesmo tempo que gera valor a um resíduo agroindustrial.

### Metodologia

Inicialmente a CA foi moída, peneirada (malha 28) e seca em estufa à 105 °C por 24 horas até atingir um valor de massa constante. Uma fração dessa CA foi submetida ao tratamento ácido para obtenção da CAH+, utilizando H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1 % m/v). A mistura foi mantida em autoclave a 121 °C e 1 atm por 60 minutos, com uma relação sólido/líquido de 1:10. Após, o material foi filtrado e lavado com água destilada até pH neutro e, posteriormente, seco em estufa a 105 °C por 24 horas até a obtenção de massa constante. A caracterização morfológica, química e estrutural da casca de arroz (CA) e casca de arroz tratada quimicamente (CAH+) foi realizada empregando microscopia eletrônica de varredura, espectroscopia na região do infravermelho, difração de raios X e medida da área superficial pela isoterma BET. Os ensaios de adsorção com a CA e a CAH+ foram realizados em duplicata e avaliaram os seguintes parâmetros: quantidade de adsorvente (5 g.L<sup>-1</sup> e 15 g.L<sup>-1</sup>), pH (1, 3, 5 e 7), quantidade inicial de cromo (5, 20 e 45 mg.L<sup>-1</sup>) e o tempo de interação entre adsorvente e adsorvato (0.25, 0.50, 1, 2, 3, 4 horas). Todos os ensaios foram conduzidos com 200 mL de solução aquosa sintética, em shaker (Solab, SL-223), sob temperatura de 25 °C e 180 rpm de agitação. A concentração de Cr(VI) foi determinada por análise colorimétrica (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1995) com o uso de espectrofotômetro UV-VIS (Perkin-Elmer Lambda - 265 UV / Vis) no comprimento de onda de 540 nm. A eficiência de adsorção é dada pela equação 1, em que C<sub>0</sub> é a concentração inicial e C<sub>f</sub>, a concentração final de Cr(VI), ambas expressas em mg.L<sup>-1</sup>.

$$\text{Eficiência de adsorção (\%)} = \frac{C_0 - C_f}{C_0} \cdot 100 \quad (1)$$

### Resultados

A microscopia eletrônica de varredura demonstrou que a CA apresenta uma superfície contínua, densa, consideravelmente homogênea e compacta, exibindo poucas irregularidades. Quando submetida ao tratamento ácido, verificou-se uma mudança na morfologia com aumento da irregularidade na superfície. A difração de raios X demonstrou que o material não possui cristalinidade detectável. A espectroscopia na região do infravermelho evidenciou um perfil típico de sílica, com bandas de Si-O-Si próximo 1100 e 780 cm<sup>-1</sup> e, aspectos inerentes de materiais lignocelulósicos, com bandas em 3428 cm<sup>-1</sup> atribuída a presença de O-H e em 2923 e 1623 cm<sup>-1</sup>

característica de C-H. As isotermas de adsorção de nitrogênio revelaram que a CA não apresenta porosidade significativa, enquanto que a CAH+ apresenta porosidade com dimensões micrométricas, observável pelas inflexões presentes na região de  $P/P_0 < 0,1$  das isotermas (GREGG; SING, 1982). Os valores encontrados para a área superficial pela isoterma de BET foram de  $0,6 \pm 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$  e  $10 \pm 1 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$  para a CA e a CAH+, respectivamente.

Os ensaios de adsorção que avaliaram o efeito da dosagem de adsorvente foram realizados com  $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  e  $15 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  de material,  $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  de Cr(VI), em pH 3 e com tempo de interação de 4 horas. Verificou-se que o aumento da dosagem de adsorvente potencializou a remoção de cromo no sistema devido a maior área superficial disponível para interação com o adsorvato. A CAH+ apresentou maior eficiência de adsorção, removendo, em 2 horas de interação, 100% de Cr(VI) frente a 41% apresentado pela CA, com  $15 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

O efeito do pH foi avaliado em 1, 3, 5 e 7 empregando  $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  de adsorbente e  $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  de Cr(VI) pelo tempo de 4 horas. A efetividade de adsorção está associada a baixos valores de pH da solução ( $\text{pH } 1 > 3 > 5 > 7$ ). Em 1 hora de interação, a CAH+ foi capaz de remover cerca de 98%, 41%, 15% e 10% de Cr(VI), enquanto que a CA removeu 78%, 13%, 14%, e 8% para respectivamente pH 1, 3, 5 e 7. O efeito do pH está relacionado às interações entre as diferentes espécies de cromo e a carga que se desenvolve na superfície do adsorvente. A superfície do adsorvente, em condições ácidas, se apresenta altamente protonada, o que possibilita uma alta adsorção de Cr(VI) resultante da forte atração eletrostática que se estabelece. À medida que o pH se eleva, essa atração é reduzida, devido à competição que se estabelece entre as espécies aniônicas de Cr(VI) e os íons  $\text{OH}^-$  pelos sítios ativos na superfície do adsorvente. Além disso, as espécies de cromo predominantes em baixos pHs ( $\text{HCrO}_4^-$ ) são substituídas por outras ( $\text{CrO}_4^{2-}$  e  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) (ENNIYA; RGHIQUI; JOURANI, 2018; SRIVASTAVA; WENG; SHARMA, 2013; ZELJKOVIC et al., 2015; ZHAO et al., 2005).

O efeito da concentração inicial de cromo foi avaliado com 5, 20 e  $45 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , empregando  $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  de adsorvente e em pH 1, pelo período de 4 horas. Em concentrações mais elevadas, o número de sítios disponíveis para a adsorção fica menor, o que acarreta um decréscimo na eficiência de remoção de cromo. A CAH+ apresentou maior eficiência de remoção para as três concentrações estudadas, provavelmente devido à maior disponibilidade de sítios ativos gerados pelo tratamento ácido. Para 1 hora de interação, a CAH+ apresentou uma eficiência de remoção de 100%, 41% e 26, enquanto que a CA apresentou 78%, 23% e 11% para 5, 20 e  $45 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  de Cr(VI), respectivamente.

O tempo de contato foi avaliado por 4 horas com  $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  de adsorvente e 20 e  $45 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  de Cr(VI), em pH 1. Verificou-se que a remoção de cromo aumenta diretamente com o tempo de interação. Altas taxas de adsorção ocorrem no início do processo devido à abundância de sítios ativos. Nos estágios posteriores, a taxa de adsorção diminui, à medida que os íons se difundem nos

microporos, o que resulta em maior impedimento estérico e exigindo maior tempo de interação (ALTUN; KAR, 2016).

### Conclusão

A casca de arroz, sem e com tratamento ácido, se mostrou capaz de remover Cr(VI) de soluções aquosas diluídas, sendo que a quimicamente tratada apresentou maior potencialidade. Assim, fica evidenciado o potencial de aplicação da casca de arroz como um bioadsorvente eficiente, abundante e de baixo custo para a remoção de Cr(VI), agregando valor e possibilitando uma destinação sustentável para esse resíduo.

### Referências

- ALTUN, T.; KAR, Y. Removal of Cr(VI) from aqueous solution by pyrolytic charcoals. **Xinxing Tan Cailiao/New Carbon Materials**, v. 31, n. 5, p. 501–509, 2016.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19. ed. New York: American Public Health Association, 1995.
- ENNIYA, I.; RGHIOUI, L.; JOURANI, A. Adsorption of hexavalent chromium in aqueous solution on activated carbon prepared from apple peels. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 7, n. December 2017, p. 9–16, 2018.
- GREGG, S. J.; SING, K. S. W. **Adsorption, Surface Area and Porosity**. 2. ed. London: Academic Press, 1982.
- HICKERT, L. R. **( Oryza sativa ) E AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE BIOCONVERSÃO DESTE HIDROLISADO A ETANOL E**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.
- LIN, C. et al. A study on adsorption of Cr (VI) by modified rice straw: Characteristics, performances and mechanism. **Journal of Cleaner Production**, v. 196, p. 626–634, 2018.
- LORA, E. E. S.; VENTURINI, O. . **BIOCOMBUSTÍVEIS**. Rio de Janeiro: Interciencia, 2012.
- SANTOS, F. A. et al. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Quimica Nova**, v. 35, n. 5, p. 1004–1010, 2012.
- SRIVASTAVA, V.; WENG, C. H.; SHARMA, Y. C. Application of a thermally modified agrowaste material for an economically viable removal of Cr(VI) from aqueous solutions. **Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste**, v. 17, n. 2, p. 125–133, 2013.
- ZELJKOVIC, S. et al. Interaction of hexavalent chromium and BSCF perovskite in water solutions. **Zastita materijala**, v. 56, n. 3, p. 340–344, 2015.
- ZHAO, N. et al. Surface properties of chemically modified activated carbons for adsorption rate of Cr (VI). **Chemical Engineering Journal**, v. 115, n. 1–2, p. 133–138, 2005.