



## ÁREA TEMÁTICA: RECICLAGEM

# USO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS COMO BIOSORVENTES NA REMOÇÃO DE METAIS PESADOS DE ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA

*Morgana Suszek Gonçalves (morgana@utfpr.edu.br), Vanessa Medeiros Corneli (vanessacorneli@utfpr.edu.br), Aline Dias Moraes (line\_dmoraes@hotmail.com), Alice Caetano Schroeter (alice\_abiga@hotmail.com), Rafael Garcia da Silva (novomsndorafa@hotmail.com)*

UTFPR – Campus Campo Mourão

## RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar o uso de cascas de maracujá, cascas de ovo e palhas e sabugo de milho na biossorção de íons cobre (Cu) e zinco (Zn) de água residuária da suinocultura. Foram realizados testes cinéticos com cada um dos resíduos agroindustriais, em regime batelada, para a determinação da porcentagem de remoção dos metais. Houve adsorção do Cu apenas utilizando-se as cascas de maracujá, que apresentaram remoção máxima de 100% para o Cu e 98,6% para o Zn. As cascas de ovo e palhas de sabugo de milho obtiveram remoção máxima para o Zn de 65,6% e 57,2%, respectivamente. Os resultados demonstraram o indicativo da possibilidade de uso dos resíduos testados como biossorventes alternativos no tratamento de águas residuárias da suinocultura.

**Palavras-chave:** adsorção; casca de maracujá; dejetos suíno.

## USE OF AGROINDUSTRIAL WASTE AS BIOSORBENT IN THE REMOVAL OF HEAVY METALS FROM SWINE WASTEWATER

### ABSTRACT

This work aimed to evaluate the use of passion fruit peels, eggshells and straw and corncobs in the biosorption of copper (Cu) and zinc (Zn) ions from swine wastewater. Kinetic tests were performed with each agroindustrial waste, in batch system, for the determination of the percentage removal of metals. There was adsorption of the Cu only using the passion fruit peels, that showed maximum removal of 100% for Cu and 98,6% for Zn. The eggshells and straw and corncobs obtained maximum removal for the Zn of 65,6% and 57,2%, respectively. The results showed the indicative of the possibility to use the tested residues as alternative biosorbents in the swine wastewater treatment.

**Keywords:** adsorption; passion fruit peels; swine manure.

### 1. INTRODUÇÃO

A suinocultura possui lugar de destaque na economia brasileira. Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2021), no ano de 2020, a produção brasileira de carne suína foi de 4,436 milhões de toneladas, correspondendo ao 4º lugar mundial. Entretanto, a criação e o abate de suínos geram uma significativa quantidade de resíduos sólidos e líquidos, que quando manejados e dispostos de forma inadequada, podem acarretar contaminação ambiental. A água residuária gerada nas granjas de suínos possui elevada carga orgânica, além de nutrientes e metais pesados, necessitando passar por tratamento antes de ser aplicada ao solo na forma de fertirrigação ou destinada a corpos hídricos.



Metais como cromo, cobre e zinco são adicionados à ração dos suínos com o intuito de melhorar a digestão, prevenir doenças e promover o crescimento (MARCATO; LIMA, 2005). O cobre é um micromineral essencial aos suínos e atua como produtor de crescimento quando utilizado em níveis de 150 ppm a 250 ppm. O zinco, quando adicionado em níveis de 2.400 ppm a 3.200 ppm, em dietas de leitões desmamados, aumenta o ganho de peso, o consumo de ração e reduz a incidência de diarreia pós desmame (SEGANFREDO, 2007).

O fornecimento de dietas desbalanceadas aos animais, com excesso desses elementos, gera a presença dos mesmos e em altas concentrações nos dejetos. Segundo Scherer et al. (1996), a adição às rações suínas de micronutrientes em doses excessivas, para garantir a sua absorção, pode levar ao acúmulo deles nos dejetos e no solo onde são aplicados.

Outro problema relacionado às questões ambientais é a disposição inadequada de resíduos sólidos agroindustriais. As atividades de processamento de produtos agropecuários têm proporcionado sérios problemas de poluição no solo e em águas superficiais e subterrâneas. Muitas agroindústrias, principalmente de pequeno e médio porte, não possuem a preocupação com o manejo, tratamento e disposição final dos resíduos.

Os resíduos sólidos agroindustriais são gerados no processamento de alimentos, fibras, couro, madeira, produção de açúcar e álcool, abatedouros, armazenagem de grãos, entre outros. Durante o processamento da matéria-prima, as agroindústrias geram como resíduos principalmente materiais orgânicos, tais como restos e cascas de vegetais, cascas de ovos, ossos, vísceras, peles, couro, dentre outros. Esses resíduos quando dispostos no meio ambiente, sem o devido tratamento, podem causar impactos ambientais, devido ao alto teor de matéria orgânica que possuem (BIDONE, 2001; LEITE et al., 2003), passível de biodegradação e consequente liberação de “chorume”, causando a contaminação do solo e águas, além da proliferação de vetores. Entretanto, esses resíduos, quando aproveitados corretamente, podem ser transformados em subprodutos com valor agregado.

De forma geral, as técnicas de tratamento para remoção de metais pesados de efluentes são onerosas e incluem precipitação química, adsorção, filtração em membrana, coagulação e floculação, flotação e tratamento eletroquímico. A adsorção é um método reconhecido para a remoção de metais pesados em águas residuárias, onde muitos adsorventes de baixo custo tem sido desenvolvidos e testados para remover íons metálicos. No entanto, a eficiência de adsorção depende do tipo de adsorvente. Neste sentido, a biossorção de metais pesados em soluções aquosas é um processo relativamente novo, e que tem se mostrado muito promissor para a remoção de metais pesados de águas residuárias (FU; WANG, 2011).

## **2. OBJETIVO**

Este trabalho teve por objetivo avaliar a utilização de resíduos agroindustriais (cascas de maracujá, cascas de ovo e palhas e sabugo de milho) como biossorventes alternativos, visando à remoção de metais pesados de águas residuárias da suinocultura.

## **3. METODOLOGIA**

Como biossorventes foram utilizadas cascas de maracujá, palhas e sabugos de milho e cascas de ovo. As amostras foram secas em estufa a 60°C por 72 horas, moídas em moinho e peneiradas com abertura de 2 cm de malha.

A água residuária da suinocultura (ARS) foi coletada em uma granja de suínos com um plantel de 20.000 cabeças, após passagem por tratamento em um biodigestor e lagoa de armazenamento. Para caracterização da ARS (Tabela 1) foram realizadas as análises de pH, sólidos totais, fixos e voláteis, DQO, nitrogênio, cobre e zinco, de acordo com a metodologia descrita por APHA; AWWA; WEF (1998).

**Tabela 1.** Caracterização da água residuária da suinocultura (ARS)

| Parâmetro               | Valor    |
|-------------------------|----------|
| DQO (mg/L)              | 888,17   |
| NTK (mg/L)              | 2.800,00 |
| Sólidos totais (mg/L)   | 1.701,00 |
| Sólidos voláteis (mg/L) | 998,00   |
| Sólidos fixos (mg/L)    | 703,00   |
| pH                      | 7,77     |
| Cu (mg/L)               | 2,18     |
| Zn (mg/L)               | 9,98     |

DQO: demanda química de oxigênio; NTK: nitrogênio total Kjeldahl;  
Cu: Cobre; Zn: Zinco.

Os experimentos cinéticos foram conduzidos, em regime batelada, a 30°C e 120 rpm. Foram utilizados 5,0 g do bioissorvente em 1000 mL de ARS. O tempo de bioissorção variou de 0 a 60 min, onde amostras foram retiradas em intervalos pré-determinados, passaram por digestão ácida em solução água régia (HCl:HNO<sub>3</sub>) em bloco digestor a 180°C, e tiveram os teores de cobre e zinco quantificados por espectrofotometria de absorção atômica.

De posse dos resultados foi calculada a eficiência de remoção dos íons metálicos da ARS. A porcentagem de remoção foi obtida a partir da seguinte equação:

$$\text{Remoção (\%)} = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100 \quad \text{Equação (1)}$$

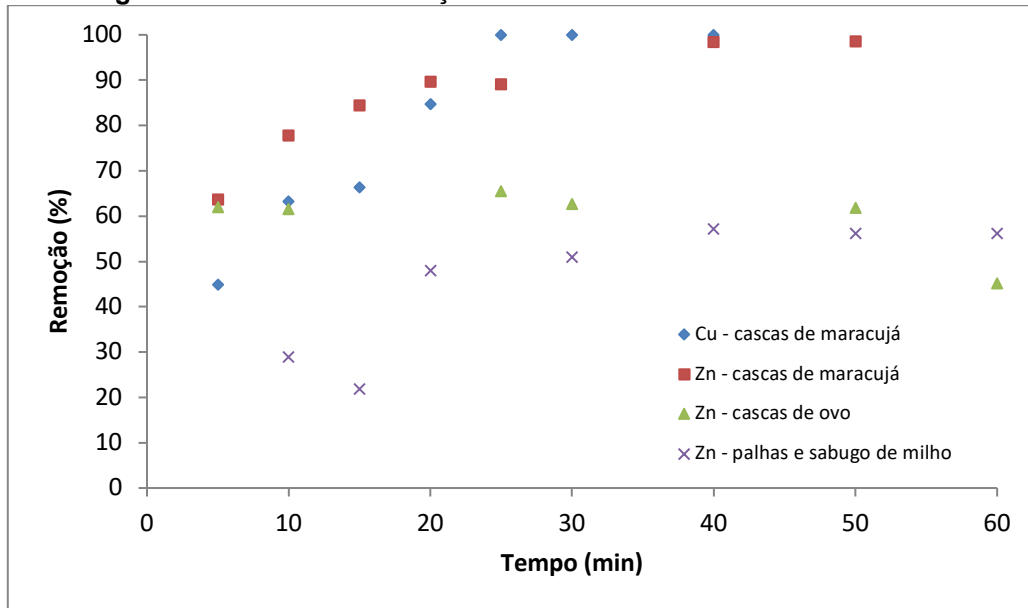
em que, C<sub>0</sub> e C<sub>e</sub> são a concentração do íon metálico inicial e no equilíbrio (em mg L<sup>-1</sup>), respectivamente.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o metal Zn houve remoção utilizando-se todos os bioissorventes testados, entretanto, para o Cu não houve remoção quando usadas as cascas de ovo e palhas e sabugo de milho. A curva cinética para os metais pesados (Figura 1) mostrou que a quantidade bioissorvida aumentou com o tempo de contato, sendo observado um tempo ótimo de remoção de 25 min para o cobre em cascas de maracujá. Já para o zinco, os tempos ótimos de remoção foram de 30min utilizando-se cascas de ovo e de 40 min para cascas de maracujá e palhas e sabugos de milho.



**Figura 1.** Cinética de biossorção de Cu e Zn nos biossorbentes testados.



Em trabalho realizado por Caretta (2010), para avaliação do potencial das cascas de maracujá amarelo como biossorvente de metais pesados, o tempo de equilíbrio para o processo de adsorção de Cu em solução aquosa foi de 20 min, muito próximo ao observado nessa pesquisa (25 min). A remoção máxima de Cu da ARS alcançada em cascas de maracujá foi de 100%, e a de Zn foi de 98,6%, 65,6% e 57,2% em cascas de maracujá, cascas de ovo e palhas e sabugo de milho, respectivamente.

Observa-se, portanto, que as cascas de maracujá apresentaram os maiores valores na biossorção de Cu e Zn da ARS, sugerindo afinidade de adsorção muito elevada neste sistema. De acordo com Kiekens (1995), o zinco é retido preferencialmente por forças eletrostáticas, enquanto o cobre é mais efetivo em formar ligações específicas, sendo mais estáveis.

Ramos et al. (2019), utilizando casca de maracujá amarelo para retenção de íons metálicos de cobre e zinco de efluente de galvanoplastia, alcançaram eficiência de remoção de 93,92% para o cobre e 80,91% para o zinco.

Brandão et al. (2003), em experimento realizado em colunas de filtragem para o tratamento de ARS, utilizando como materiais filtrantes casca de arroz, casca de frutos do cafeeiro, bagaço de cana-de-açúcar, sabugo de milho triturado, serragem de madeira e fino de carvão vegetal, citam que os mesmos não foram eficientes na remoção de Zn, mas que foi constatada redução na concentração de Cu no efluente para todos os materiais utilizados, atingindo-se eficiência de remoção de até 43,6%.

De acordo com a legislação brasileira (Resolução CONAMA Nº 430/11), a ARS não poderia ser lançada em corpo receptor (Tabela 1), pois não atende os padrões de lançamento para Cu (1,0 mg/L) e Zn (5,0 mg/L). Entretanto, após passar pelo processo de adsorção utilizando-se os biossorbentes testados, houve a redução nas concentrações de Cu e Zn da ARS, passando a atender os padrões de lançamento em corpo receptor. A concentração final de Cu no tratamento com cascas de maracujá foi de 0,00 mg/L, e a concentração final de Zn foi de 0,14 mg/L, 3,43 mg/L e 4,27 mg/L no tratamento com cascas de maracujá, cascas de ovo e palhas e sabugo de milho, respectivamente.



## 5. CONCLUSÃO

O biossorvente que apresentou maior capacidade de remoção de cobre e zinco da água residuária da suinocultura, foi a casca de maracujá (100% e 98,6%, respectivamente), seguido das cascas de ovo e palhas e sabugo de milho. Observa-se um indicativo do possível uso desses resíduos agroindustriais, como biossorbentes alternativos no tratamento terciário de águas residuárias da suinocultura.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 ed. Washington: American Public Health Association, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Produção brasileira de carne suína. Disponível em: <http://abpa-br.org/mercados/>. Acesso em: jun 2021.

BIDONE, F. R. A. Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: Rima, 2001.

BRANDÃO, V. dos S.; MATOS, A. T. de; FONTES, M. P. F.; MARTINEZ, M. A. Retenção de poluentes em filtros orgânicos operando com águas residuárias da suinocultura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.2, p.329-334, 2003.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Resolução nº 430, de 13 de Maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, completa e altera a Resolução nº 357, de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. DF. 2011.

CARETTA, T. DE O. Avaliação do potencial das cascas de maracujá amarelo e de mexerica como biossorbentes de metais pesados. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Londrina.

FU, F.; WANG, Q. Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review. Journal of Environmental Management, n.92, p.407-418, 2011.

KIEKENS, L. Zinc. In: Heavy Metals in Soils; ALLOWAY, B. J. (Ed.). London: Chapman and Hall, 1995. 284 -303 p.

LEITE, V. D.; SOUSA, J. T.; PRASAD, S.; LOPES, W. S.; ATHAYDE JUNIOR, G. B.; DANTAS, A. M. M. Tratamento de resíduos sólidos de centrais de abastecimento e feiras livres em reator anaeróbio de batelada. Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.7, n.2, p.318-322, 2003.

MARCATO, S.M.; LIMA, G.J.M.M. Efeito da restrição alimentar como redutor do poder poluente dos dejetos suínos. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.34, n.3, p.855-63, 2005.

RAMOS, B. P.; MENEZES, G. O.; BOINA, R. F; PAIANO, M. S. Casca de maracujá como adsorvente de íons metálicos em efluente de galvanoplastia. Brazilian Journal of Development, v.5, n.6, p.6076-6091, 2019.



SCHERER, E. E.; AITA, C.; BALDISSERA, I. T. Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região Oeste Catarinense para fins de utilização como fertilizante. Florianópolis: EPAGRI, 1996.

SEGANFREDO, M. A. Gestão ambiental na suinocultura. 1.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.