

# Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 4

Alan Mario Zuffo  
(Organizador)



Alan Mario Zuffo

(Organizador)

# Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 4

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharia sanitária e ambiental [recurso eletrônico]: tecnologias para a sustentabilidade 4 / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia Sanitária e Ambiental; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-252-4

DOI 10.22533/at.ed.524191104

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária.  
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario.

CDD 628

Elaborado por Maurício Amormino Júnior I CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu IV volume, apresenta, em seus 19 capítulos, os conhecimentos tecnológicos da engenharia sanitária e ambiental.

As Ciências estão globalizadas, englobam, atualmente, diversos campos em termos de pesquisas tecnológicas. Com o crescimento populacional e a demanda por alimentos tem contribuído para o aumento da poluição, por meio de problemas como assoreamento, drenagem, erosão e, a contaminação das águas pelos defensivos agrícolas. Tais fatos, podem ser minimizados por meio de estudos e tecnologias que visem acompanhar as alterações do meio ambiente pela ação antrópica. Portanto, para garantir a sustentabilidade do planeta é imprescindível o cuidado com o meio ambiente.

Este volume dedicado à diversas áreas de conhecimento trazem artigos alinhados com a Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade. A sustentabilidade do planeta é possível devido o aprimoramento constante, com base em novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a Engenharia Sanitária e Ambiental, assim, garantir perspectivas de solução de problemas de poluição dos solos, rios, entre outros e, assim garantir para as atuais e futuras gerações a sustentabilidade.

Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
O BANHEIRO SECO COMO MEDIDA MITIGADORA PARA O CONTROLE DE DOENÇAS ASSOCIADAS À FALTA DE SANEAMENTO EM CACHOEIRA DO ARARI, SALVATERRA E SOURE, NA ILHA DO MARAJÓ-PA	
Fernando Felipe Soares Almeida Aline Martinho Trindade Ferreira Evelyn Wagemacher Cunha Gabriel Almeida Silva Larissa Delfino Santana Rocha Loreno da Costa Francez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>19</b>
PESQUISA DA QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA DE ÁGUA DE CULTIVOS E PEIXES PROVENIENTES DE 10 PESQUE-PAGUES LOCALIZADOS NO RECÔNCAVO BAIANO	
Adriana Santos Silva Danuza das Virgens Lima Daniela Simões Velame Crisnanda da Silva e Silva Ludmilla Santana Soares e Barros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>28</b>
PESQUISA PARTICIPATIVA SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BAIRRO SÁ VIANA, SÃO LUÍS, MA, BRASIL	
Letícia Fernanda Brito Moraes Juliana de Faria Lima Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
PROPOSTA DE ALTERNATIVA PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS ORIUNDAS DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DO SETOR BÁSICO DA UFPA/BELÉM	
Adenilson Campos Diniz André Luiz da Silva Salgado Coelho Hélio da Silva Almeida Amanda Queiroz Mitozo Yuri Bahia de Vasconcelos Neyson Martins Mendonça	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>51</b>
PROPOSTA PARA O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NAS ETAPAS DE CORTE E PLAINAGEM DO SETOR MOVELEIRO QUE UTILIZA MDF NO MUNICÍPIO DE MARABÁ – PA	
Elysson Filipe de Sousa Silva Raíza Pereira Bandeira Antônio Pereira Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911045</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>77</b>
QUANTIFICAÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ÁGUA POTÁVEL NO PROCESSO DE DESTILAÇÃO E ALTERNATIVAS DE REUSO	
Mariane Santana Silva	
Jaira Michele Santana Silva	
Micaelle Almeida Santos	
Joseane Oliveira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911046</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>84</b>
QUANTUM DOTS FROM RENEWABLE PRECURSORS INCORPORATED AT ZINC OXIDE BY SONOCHEMICAL METHOD FOR PHOTOCATALYTIC PROPERTIES	
Mayara Feliciano Gomes	
Yara Feliciano Gomes	
André Luis Lopes Moriyama	
Eduardo Lins de Barros Neto	
Carlson Pereira de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911047</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>100</b>
REGIONALIZAÇÃO DE CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÃO PARA A SUB- BACIA DO RIO MADEIRA	
Letícia dos Santos Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>114</b>
REÚSO DE ÁGUA EM EMPREENDIMENTOS DE LAVAGEM DE VEÍCULOS	
Antonio de Freitas Coelho	
Ailton Braz da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>126</b>
SANEAMENTO: INTERFERÊNCIA NA SAÚDE PÚBLICA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO	
Francisco Das Chagas Sa Cabedo Junior;	
Keven Barbosa da Silva Cunha;	
Anderson Luiz da Silva Aguiar	
Francisco Daniel Nunes Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>135</b>
TiO <sub>2</sub> SUPORTADO EM VIDRO COMO FOTOCATALISADOR PARA DEGRADAÇÃO DE LARANJADO DE METILA	
Siara Silvestri	
Fernanda C. Drumm	
Patrícia Grassi	
Jivago S. de Oliveira	
Edson L. Foletto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110411</b>	

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>145</b>
USO DA ÁGUA DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO NO CAMPUS PARALELA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO JORGE AMADO – UNIJORGE	
Alex dos Santos Queiroz Laís Lage dos Santos José Arthur Matos Carneiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>151</b>
USO DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA NA REMOÇÃO DO CORANTE VIOLETA	
Jordana Georjin Paola Rosiane Teixeira Hernandes Letícia de Fátima Cabral de Miranda Daniel Allasia Guilherme Luiz Dotto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>158</b>
UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA MÁQUINA DE LAVAR ROUPA PARA IRRIGAÇÃO DE GRAMA	
Lucas Oliveira de Souza Sandra Zago Falone	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>169</b>
UTILIZAÇÃO DE POLÍMEROS CATIONICOS ORGÂNICOS NO TRATAMENTO DA ÁGUA: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TANÍFERO DE PLANTAS DO SEMIÁRIDO BAIANO	
Thailany de Almeida Magalhães Aura Lacerda Crepaldi Yuji Nascimento Watanabe Floricea Magalhães Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>179</b>
UTILIZAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA PARA IDENTIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS PRESENTES EM CINCO PONTOS DO RIO BUCANHA LOCALIZADO NA CIDADE DE TRACUATEUA, NORDESTE PARAENSE	
Renata Conceição Silveira Sousa Sávio Costa de Carvalho Mauro André Damasceno de Melo Cristovam Guerreiro Diniz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>186</b>
UTILIZAÇÃO DO CAROÇO DE AÇÁI COMO LEITO FILTRANTE NO TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO E RESIDUÁRIA	
Letícia dos Santos Costa Rui Guilherme Cavaleiro de Macedo Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>199</b>
VARIABILIDADE DA INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA DO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PARÁ	
Jakeline Oliveira Evangelista Samira Alves Silva	

Phaloma Aparecida  
Tathiane Santos da Silva  
Glauber Epifânio Loureiro

**DOI 10.22533/at.ed.52419110418**

**CAPÍTULO 19 ..... 209**

WETLAND CONSTRUÍDO DE FLUXO SUBSUPERFICIAL NO TRATAMENTO DE RESÍDUOS  
LÍQUIDOS DE BOVINOCULTURA DE LEITE

Kiane Cristina Leal Visconcin

Henrique Moreira Dutra

Liniker Rafael Rodrigues

Edu Max da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.52419110419**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 214**

## USO DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA NA REMOÇÃO DO CORANTE VIOLETA

### Jordana Georgin

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Engenharia Civil  
Santa Maria – RS

### Paola Rosiane Teixeira Hernandes

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Engenharia Química  
Santa Maria – RS

### Letícia de Fátima Cabral de Miranda

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Engenharia Química  
Santa Maria – RS

### Daniel Allasia

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Engenharia Civil  
Santa Maria – RS

### Guilherme Luiz Dotto

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Engenharia Química  
Santa Maria – RS

**RESUMO:** Neste trabalho foi utilizada a casca de Nóz pecã na remoção do corante catiônico, violeta cristal. Foram estudadas as curvas cinéticas o efeito da massa e o efeito do pH a partir da avaliação de diferentes parâmetros, bem como o tempo de contato. A capacidade de adsorção foi favorecida em pH ácido, sendo que a máxima capacidade de adsorção foi de 147,3 mg/g. O modelo pseudo- primeira ordem

foi o mais adequado para representar as curvas cinéticas de adsorção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nóz pecã, violeta cristal, adsorção.

**ABSTRACT:** In this work the pecan nut shell was used in the removal of the cationic dye, crystal violet. The kinetic curves were the effect of the mass and the pH effect from the evaluation of different parameters, as well as the contact time. The adsorption capacity was favored at acid pH, and the maximum adsorption capacity was 147.3 mg / g. The pseudo-first-order model was the most adequate to represent the adsorption kinetic curves.

**KEYWORDS:** Pecan nut, crystal violet, adsorption.

## 1 | INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas do mundo moderno é a poluição de águas superficiais proveniente, na maioria das vezes, do descarte inadequado de resíduos industriais e agrícolas (SANTOS et al., 1997; CORBI et al., 2006).

Os corantes são substâncias com elevado potencial de aplicação nas mais diversas áreas, utilizados para colorir os produtos finais de industriais têxteis, de pedras preciosas, couro, papéis, plásticos e alimentos. Estima-se que

são mais de 100.000 corantes sintéticos no mercado, com uma produção anual de mais de 700.000 toneladas em todo o mundo (AL- FAWWAZ e ABDULLAH, 2016).

Os métodos para tratamento de efluentes industriais mais utilizados envolvem processos físicos e/ou químicos, como oxidação, troca iônica, adsorção por carvão ativado, separação por membrana, processos biológicos, eletroquímicos, fotoquímicos, neutralização/precipitação química, etc. (POLPRASET et al., 2012; MOHAN et al., 2008). Os procedimentos baseados na adsorção têm a vantagem de serem versáteis e acessíveis, entretanto o material adsorvente pode encarecer o processo.

O emprego de biossorventes torna-se ainda mais relevante quando são derivados de resíduos agroindustriais, os quais dependendo do volume produzido se tornam um problema ambiental. Dessa forma, dentre as vantagens deste material como biossorvente podemos citar sua abundância, baixo custo e a facilidade de obtenção, logo neste trabalho foi utilizado à casca da Nóz pecã, visando verificar a eficiência deste biossorvente na remoção do corante violeta cristal.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Preparação e Caracterização do Biossorvente

As cascas da nóz pecã foram coletadas e lavadas com água destilada, e secadas durante 12 horas á 100 °C no forno. Em seguida as amostras foram trituradas em um moinho de facas e depois peneiradas separando as partículas menores que 2 mm. O biossorvente foi caracterizado mediante os seguintes métodos: microscopia eletrônica de varredura (MEV) e difração de raio-X, através do difratômetro Rigaku Miniflex 300.

### 2.2 Experimentos de Biossorção

O corante Violeta cristal utilizado nos experimentos tem as seguintes características: (407.9 g/mol; número CAS 548-62-9; fórmula empírica  $C_{25}H_{30}N_3Cl$ ) é um corante usado como indicador de pH, para a coloração de Gram, como agente bactericida, como desinfetante de pele de animais e seres humanos, para a identificação das impressões digitais e para tingimento de algodão e seda. Os experimentos de biossorção foram realizados em um agitador com controle de temperatura (Marconi, MA 093, Brazil) a 200 rpm, utilizando as seguintes massas: 0,5; 0,8; 1; 1,5 e 2,0 g/L de biossorvente, na temperatura ambiente (25°C) no pH próprio da solução, em contato com 100 mL de uma solução de 100 mg/L de cada corante, e deixado sob agitação por 4 h.

O efeito do pH foi verificado nas faixas de 2; 4; 6,5; 8 e 10 na temperatura ambiente (25°C), concentração inicial do corante de 100 mg/L e tempo de contato de 1 h, objetivando garantir o equilíbrio entre as duas fases (biossorvente/ adsorbato). As

curvas cinéticas foram obtidas nas mesmas condições, porém na massa já determinada e no melhor pH, variando o tempo nos seguintes intervalos: 2, 6, 10, 15, 20, 40, 60, 90 e 120 min, também foram utilizadas soluções de 100, 200 e 300 mg/L.

## 2.3 Modelos Cinéticos

Os modelos cinéticos de pseudo-primeira ordem (Lagergren, 1898), pseudo-segunda ordem (Ho e Mckay, 1998) e Elovich (Elovich, 1957) foram utilizados para ajustar os dados experimentais, como mostram as Equações 1, 2 e 3, respectivamente:

$$\frac{dq}{dt} = k_1(q_e - q) \quad (1)$$

$$\frac{dq}{dt} = k_2(q_e - q)^2 \quad (2)$$

Sendo,  $q_1$  e  $q_2$  (mg/g), são as capacidades de bioadsorção estimadas pelos modelos,  $k_1$  ( $\text{min}^{-1}$ ) e  $k_2$  (g/mg.min) são as constantes da taxa de bioadsorção e  $t$  (min) é o tempo.

$$q_t = \frac{1}{t} \ln(1 + abt) \quad (3)$$

Onde,  $a$  é a taxa inicial devido  $(dq/dt)=a$ , quando  $q_t=0$  (mg/g.min) e  $b$  é a constante de desadsorção do modelo de Elovich (g/mg) que indica a extensão da cobertura da superfície (WU et al., 2009).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Características do Bioadsorvente

A primeira técnica utilizada para caracterizar o bioadsorvente foi o DRX, (Figura 1A) aonde é possível observar no difratograma que a casca de Noz pecã apresenta-se como um material amorfo. Observa-se um pico centrado em  $2\theta = 21,36^\circ$  não havendo a formação de outras fases, indicando a ausência de fases cristalinas (LIU, 2004; OLIVEIRA, et al. 2007; VLAEV, et al. 2011). Também foi realizado uma análise morfológica da amostra (MEV) (Figura 1B), aonde pode-se visualizar partículas não porosas e formas irregulares, além de tamanhos variados.

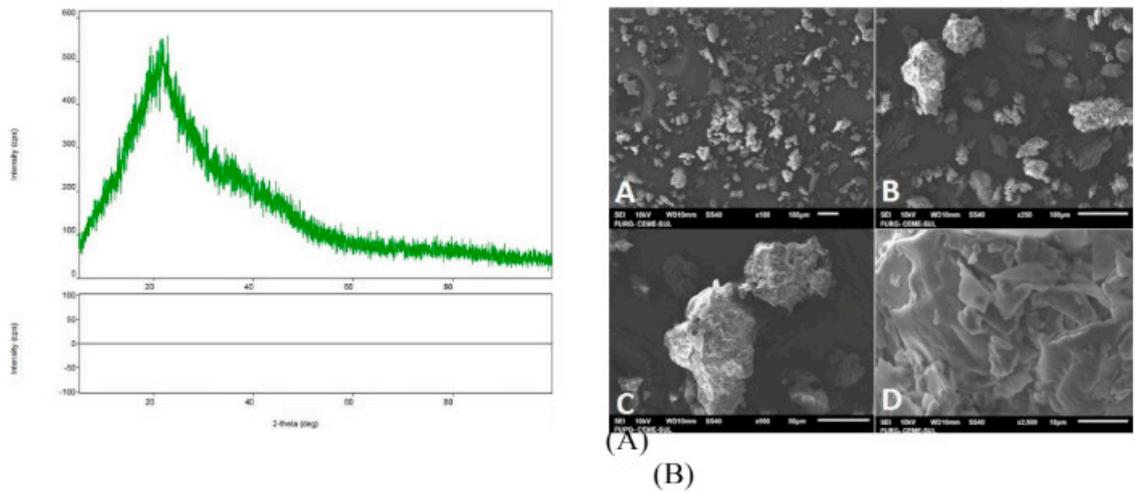


Figura 1- Difratoograma da casca de Noz pecã (A), e análise morfológica (B).

### 3.2 Efeito da Massa

Analisando os valores encontrados no estudo de massa, observa-se que a melhor quantidade de massa encontrada para biossorção do violeta cristal foi de 0,5 g o que corresponde a 35,5 mg/g da capacidade de remoção.

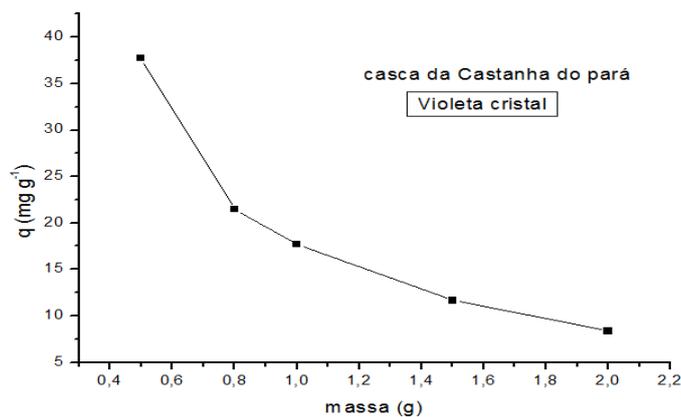


Figura 3 - Estudo de massas do biossorvente. Condições experimentais: concentração inicial do corante = 100 mg/L ; pH= 6,8 próprio da solução; temperatura = 25°C; volume = 100 mL; massas: 0,5; 0,8; 1; 1,5 e 2,0 g/L.

### 3.3 Efeito do pH

O pH é um dos fatores mais importantes relacionados com o processo de adsorção, uma vez que pode afetar a carga de superfície do adsorbente e, também, o grau de ionização do adsorbato (DOTTO; VIEIRA; PINTO, 2012). A Figura a seguir apresenta a relação entre o pH e a capacidade de adsorção.

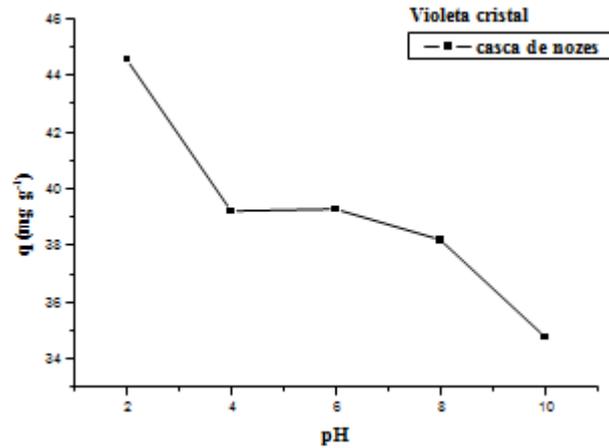


Figura 4 - Efeito do pH na adsorção dos corantes Violeta cristal e Azul de metileno. Condições experimentais: concentração inicial do corante = 100 mg/L ; temperatura = 25°C; massa de bioissorvente = 0,05 g; volume = 100 mL.

Os gráficos mostram os efeitos do pH do bioissorvente na bioissorção do corante Violeta cristal neste, dois aspectos podem ser visualizados. A capacidade de bioissorção foi favorecida com a diminuição do pH, sendo os valores máximos obtidos a pH=2 o qual permaneceu na faixa de 45 mg/g logo, com o aumento do pH a remoção diminuiu significativamente, a razão para isto é que o bioissorvente em meio básico acaba sofrendo um ataque no qual as moléculas presentes na casca, principalmente as fibrosas como a celulose, lignina e hemicelulose, se dissolvem quase que por completo, ocupando os sítios adsorptivos presentes no bioissorvente, logo a adsorção acaba sendo prejudicada. Maior capacidade de bioissorção com o uso de corantes catiônicos em pH's inferiores também foi obtido por Ulker et al. (2016), onde foi utilizado algas na bioissorção do corante violeta cristal.

### 3.4 Curvas cinéticas

As curvas cinéticas de bioissorção estão apresentadas na Figura 5 a seguir.

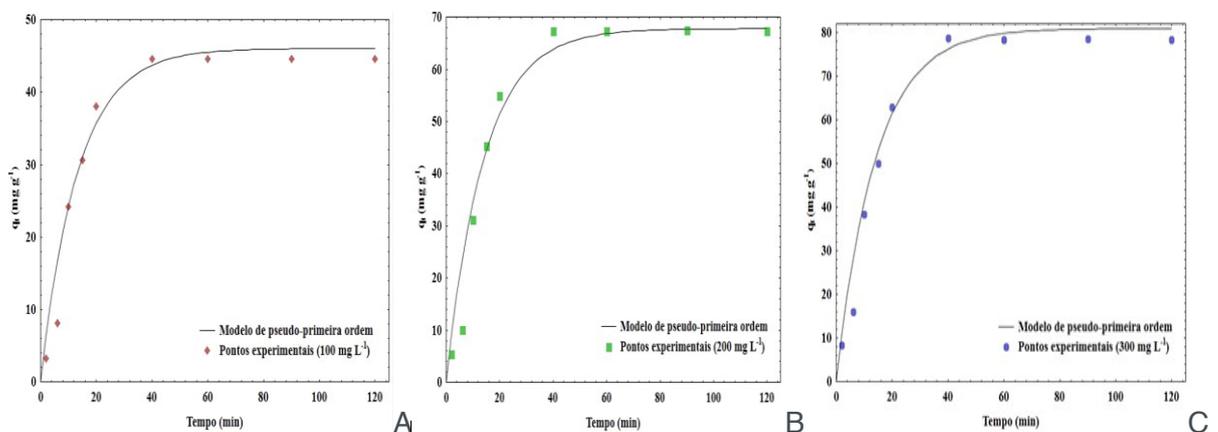


Figura 5 - Curvas cinéticas para a adsorção do corante Violeta cristal (A, B e C). Condições experimentais: pH = 2,5; temperatura = 25°C; massa de adsorvente = 0,5 g; volume = 100 mL; concentração inicial do corante = 100, 200 e 300 mg/L.

Nos primeiros minutos as curvas cinéticas iram se sobrepor, com um aumento da capacidade de bioadsorção. Após este período, a taxa de bioadsorção se estabelece consideravelmente, sendo o equilíbrio atingido a cerca de 20 min. As curvas cinéticas de bioadsorção do corante Violeta cristal foram ajustadas aos modelos pseudo-primeira ordem, pseudo-segunda ordem e Elovich. E, para garantir a qualidade do ajuste, foi estimado o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o erro relativo médio (ARE), ambos apresentados na Tabela 1.

$C_0$ (mg/L)	100	200	300
<u>Pseudo-first order model</u>			
$q_1$ (mg/g)	46,019	67,79	80,95
$k_1$ ( $\text{min}^{-1}$ )	0,0748	0,071	0,071
$R^2$	0,9473	0,9407	0,949
ARE (%)	23,7	24,36	15,23
<u>Pseudo-second order model</u>			
$q_2$ (mg/g)	52,1673	78,41	89,788
$k_2$ (g/mg.min)	0,001715	0,001	0,0011
$R^2$	0,9129	0,9031	0,9147
ARE (%)	32,2	33,089	22,7653
<u>Elovich</u>			
A	0,0844	0,0554	0,04781
B	7,512	9,955	12,73
$R^2$	0,8616	0,8571	0,87018
ARE (%)	41,3	39,99	28,11

Tabela 1 – Violeta cristal para a casca de nozes.

Com base na tabela acima, verifica-se que o modelo de pseudo-primeira ordem foi o mais adequado para representar a bioadsorção, tendo em vista os valores mais elevados de  $R^2$  e mais baixos de ARE em relação aos demais modelos ajustados. Uma vez que o modelo em questão é aplicável aos estágios iniciais de adsorção, e que o tempo de contato necessário para atingir o equilíbrio foi em torno de 20 minutos, os resultados revelam-se coerentes.

## 4 | CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que o pH 2,5 foi o mais adequado para a bioadsorção. O modelo de pseudo-primeira ordem foi adequado para representar os dados cinéticos. A capacidade máxima de bioadsorção foi de 147,3 mg/g para o violeta cristal. Portanto os resultados mostraram-se eficazes na remoção do corante, logo, o processo de adsorção pode ser uma alternativa de tratamento às indústrias que utilizam esses corantes em seus processos produtivos.

## REFERÊNCIAS

AL-FAWWAZ, A. T.; ABDULLAH, M. Decolorization of Methylene Blue and Malachite Green by Immobilized *Desmodesmus* sp. Isolated from North Jordan. **International Journal of Environmental Science and Development**, v. 7, n. 2, p. 95–99, 2016.

CORBI, J. J.; STRIXINO, S. T.; Santos, A.; Grande, M. D. **Quim. Nova** 2006, 29, 61.

DOTTO, G.L.; VIEIRA, M.L.G.; PINTO, L.A.A. Kinetics and mechanism of tartrazine adsorption onto chitin and chitosan. **Ind. Eng. Chem. Res.**, v. 51, p. 6862– 6868, 2012.

LIOU, T. H.; Preparation and characterization of nano-structured silica from rice husk. **Materials Science and Engineering**, vol. A364, p. 313-323, 2004.

MOHAN, D.; SINGH, K. P.; SINGH, V. K. J. *Hazard. Mater.* 2008, 152, 1045.

OLIVEIRA, A. P. N. de; MONTEDO, O. R. K.; JUNKES J. A.; DELLA, V. P.; HOTZA, D.; **Obtenção de sílica amorfa a partir da casca de arroz**. Patente: PI 0504966-0 A, Data de Publicação: 07/08/2007.  
POLPRASERT, C.; SHARMA, K.; KOOTTATEP, T.; **Water science and technology** 2012, 52, 1.

SANTOS, M. L. P.; SANTOS, J. S.; SANTOS, J. R.; OLIVEIRA, L. B. **Quim. Nova** 2008, 31, 1997.

ULKER, A. G.; MEHTAP, E.; TUNCELA, E.; FERIDE, D. Mono and simultaneous removal of crystal violet and safranin dyes from aqueous solutions by HDTMA-modified *Spirulina* sp. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 99, p. 194-206, 2016.

VLAEV, L.; PETKOV, P.; DIMITROV, A.; GENIEVA, S.; Cleanup of water polluted with crude oil or diesel fuel using Rice husks ash. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 42, p. 957-964, 2011.

WU, F.C.; TSENG, R.L.; JUANG, R.S. Characteristics of Elovich Equation Used for the Analysis of Adsorption Kinetics in Dye Chitosan Systems. **Chemical Engineering Journal**, v. 150, p. 366-373, 2009b.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Alan Mario Zuffo** - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan\_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-252-4

