



## **AVALIAÇÃO DO RESÍDUO DE *EUTERPE OLERACEA* MART. (AÇAÍ) COMO UM ADSORVENTE DE BAIXO CUSTO PARA REMOÇÃO DE CORANTES TÊXTEIS DE EFLUENTES.**

Alice Lima Aguiar<sup>1</sup> – Unifesspa  
srtaguiar.aa@gmail.com

Luciane Batistella<sup>2</sup> - Unifesspa

luciane.batistella@unifesspa.edu.br

**Agência Financiadora:** FAPESPA

**Eixo Temático/Área de Conhecimento:** Engenharia Química

### **1. INTRODUÇÃO**

As frutas nativas da Amazônia Brasileira estão ganhando importância no mercado nacional e internacional. Por exemplo, o açaí se destaca pelas características organolépticas de sua polpa e diversidade de utilização, apresentando um grande potencial na indústria de alimentos na região. Segundo dados do IBGE - PAM (2017) o estado brasileiro com a maior produção de açaí foi o Pará, com 1,27 milhão de toneladas em 2017, correspondendo a cerca de 95% da produção nacional.

O caroço de açaí representa 83% do total do fruto. Segundo a Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2012), que institui a respeito da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os caroços e cascas são considerados como resíduos de atividade comercial, portanto a responsabilidade para a coleta e destinação é de seu gerador. Uma alternativa à esta problemática é o uso dos caroços de açaí como um material adsorvente aplicado no tratamento de água de abastecimento e residuais. As vantagens econômicas do uso deste resíduo como adsorvente são a disponibilidade em abundância, baixo custo, renovável e dureza razoável. O carvão ativado (CA) tem sido o adsorvente mais amplamente utilizado no tratamento de águas residuais em todo o mundo (Bhatnagar 2010).

O objetivo do presente estudo é produzir biochars por meio dos métodos de ativação físico e químico utilizando resíduos agroindustriais gerados no Pará e avaliar seu comportamento na adsorção de corantes têxteis. Além disso, comparar os biochars em estudo com carvão ativado comercial.

### **2. MATERIAS E MÉTODOS**

#### **2.1 Caracterização**

Duas amostras de biomassa foram avaliadas, que são a Casca de Castanha do Pará (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) e o caroço de açaí (*Euterpe oleracea*). Os resíduos secos em estufa à 60°C, moída e peneirada obtendo partículas menores do que 50 mesh. A caracterização físico-química das amostras foram realizadas por meio de análise imediata de acordo com os métodos CEN/TS14774-1, CEN/TS15148 e CEN/TS14775 onde foi determinado o teor de umidade, de cinzas, de material volátil e de carbono fixo das amostras. O poder calorífico foi analisado por meio de bomba calorimétrica (IKA).

#### **2.2 Preparação do carvão ativado**

Foram avaliadas quatro razões de impregnação de ZnCl<sub>2</sub>/casca de castanha (m/m 0,5; 1,0; 1,5; 2,0). Assim, quatro quantidades (2,5; 5,0; 7,5; 10,0 g) de cloreto de zinco foram dissolvidos em 50 mL de água destilada, colocado em e misturados com 5,0 g de amostra de casca com o auxílio de agitação magnética

<sup>1</sup>Ex:Graduanda em Educação - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

<sup>2</sup>Ex:Doutora em Educação - Professora Titular Adjunta da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (FACED/ICH/Unifesspa). Coordenadora do Programa de Extensão Relações Étnico-Raciais e Cidadania.

(BIOMIX), a temperatura ambiente durante 60 min. As quatro misturas foram secadas em estufa na temperatura de 95°C, por 4 h. As amostras secas foram colocadas em cadinhos de porcelana fechados e carbonizadas em um forno mufla nas temperaturas de 400, 500 e 600°C, com fluxo de gás N<sub>2</sub> durante 60 min. As amostras foram lavadas com uma solução de HCl 0,1 M (Dinâmica) objetivando eliminar contaminações e excesso de íons zinco e cloreto. Em seguida foram lavadas com água deionizada até que a solução atingisse o seu pH neutro. As amostras de carvão foram secas em estufa a 70°C e armazenadas em recipientes fechados. Foi calculado o rendimento das amostras de carvão ativado produzidas com a casca de castanha do Pará.

### 2.3 Cinética de adsorção

Os testes cinéticos foram realizados com 30 mL de do corante Azul de Metileno de concentração fixada em 100mg/L e 0,3 gramas do adsorvente. As amostras foram submetidas a agitação horizontal shaker (Novatécnica - NT712) sob a velocidade de 100 rpm e a temperatura de 25°C. As alíquotas foram retiradas nos tempos de 10 a 480 min analisadas no espectrofotômetro no comprimento de 664 nm. A capacidade de adsorção em razão do tempo pode ser expressa em unidade de adsorvente em mg.g<sup>-1</sup>, utilizando se da equação 1.

$$q_t = \frac{(C_0 - C_t)}{w} * V \quad (1)$$

De acordo com a cinética de adsorção, os modelos cinéticos de pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem foram ajustados aos dados. Os modelos cinéticos e os modelos de isoterma de adsorção de Langmuir e Freundlich, os quais são apresentados pelas na tabela 1.

**Tabela 1-** Modelos cinéticos e Isotermas de Adsorção

Modelo	Equação
Pseudo-primeira ordem	$q_t = q_e(1 - e^{-K_1 t})$
Pseudo-segunda ordem	$q_t = \frac{q_e K_2 t}{1 + q_e K_2 t}$
Langmuir	$q_e = \frac{q_{max} K_L C_e}{1 + K_L C_e}$
Freundlich	$q_e = K_F C_e^{1/n}$

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Caracterização

Os resultados da análise imediata das biomassas avaliadas estão sendo apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 -** Análise imediata do caroço de açaí e casca de castanha do Pará.

	Caroço de açaí	Casca de castanha
Umidade (%)	0,96	9,00
Material volátil (%)	74,20	73,00
Cinzas (%)	3,10	1,53
Teor de carbono fixo (%)	21,73	14,65
Poder Calorífico Superior (KJ/g)	17,40	17,20

### 3.2 Produção de biochar e teste de adsorção

Observa-se que na Tabela 3 Em relação a quantidade de corante adsorvida, os maiores percentuais foram apresentados na maior razão 2,0 (ZnCl<sub>2</sub>/casca) para todas as temperaturas, sendo que a 600°C foi alcançado a maior quantidade adsorvida de 90%. No entanto as amostras tratadas a 500 °C não demonstram muita diferença muito significante em relação a de 600°C.



**Tabela 3** - Rendimento (%) de carvão ativado obtido de casca de castanha do Pará e quantidade de corante azul de metileno adsorvida (%).

Razão ZnCl <sub>2</sub> /casca (m/m)	Temperatura carbonização (°C)	Rendimento CA-CCP (%)	Quantidade adsorvida (%)
0,5	400	35,67	49,07
1,0		40,50	54,73
1,5		47,90	61,80
2,0		59,04	72,98
0,5	500	52,75	87,56
1,0		41,30	75,71
1,5		46,08	85,81
2,0		50,85	89,60
0,5	600	35,00	87,97
1,0		39,34	86,74
1,5		42,50	86,71
2,0		46,06	90,37

### 5.3 Estudo cinético de adsorção

Os parâmetros cinéticos obtidos a partir dos modelos de pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem são apresentados na Tabela 4. O ponto de equilíbrio da adsorção do corante azul de metileno com o caroço de açaí e o biochar ocorreu em torno dos 100 minutos, se ajustando melhor ao modelo de pseudo-segunda ordem sugere que a taxa de adsorção do CA-CCP é mais dependente da disponibilidade dos locais de adsorção do que da concentração do corante na solução (ARAÚJO et al., 2018).

**Tabela 4** - Resultados dos parâmetros cinéticos

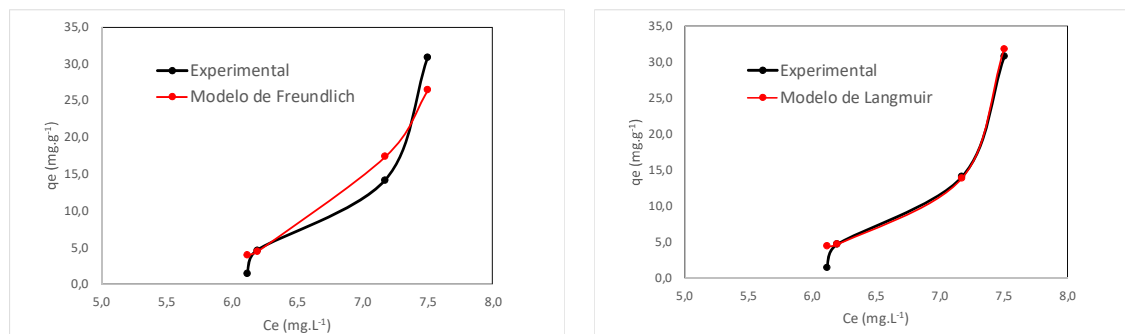
Modelos	Caroço de açaí	Casca de castanha CA-CCP
<b>Pseudo-primeira ordem</b>		
q <sub>e</sub> (mg.g <sup>-1</sup> )	9,3349±0,12456	4,480±0,087
K <sub>1</sub> (min <sup>-1</sup> )	0,15121±0,02304	0,151±0,028
R <sup>2</sup>	0,94725	0,943
<b>Pseudo-segunda ordem</b>		
q <sub>e</sub> (mg.g <sup>-1</sup> )	9,4586±0,0439	4,594±0,071
K <sub>2</sub> (g.mg <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> )	0,1218±0,02553	0,102±0,029
R <sup>2</sup>	0,9952	0,977

### 5.4 Isotermas de Adsorção

De acordo com a Figura 3, o CA-CCP mostrou eficiência na adsorção de azul de metileno. Os valores observados estão entre 26 e 31 mg.g<sup>-1</sup>. Os parâmetros obtidos por meio dos ajustes aos modelos de Langmuir e Freundlich para a adsorção de azul de metileno com CA-CCP estão apresentados na Tabela 4.

De acordo com os resultados, pode-se observar que o modelo de Langmuir apresentou melhor ajuste dos dados de isoterma para adsorção de azul de metileno com CA-CCP pois apresenta o maior valor de R<sup>2</sup> para os dois modelos avaliados. O melhor ajuste ao modelo de Langmuir indica a ocorrência de adsorção em monocamada ou em superfície homogênea, além de indicar a adsorção por quimissorção na superfície dos carvões (ARAÚJO, et al., 2018).

**Figura 3.** Isotermas de adsorção de azul de metileno no CA-CCP ajustadas aos modelos de Langmuir e Freundlich.



**Tabela 4.** Parâmetros obtidos para o ajuste dos modelos de Langmuir e Freundlich.

<b>Modelo de Langmuir</b>	
$q_{max}$ (mg.g <sup>-1</sup> )	1,164
$K_L$ (L.mg <sup>-1</sup> )	0,19
$R^2$	0,999
<b>Modelo de Freundlich</b>	
$n_F$ (mg.g <sup>-1</sup> )	0,106
$K_F$ (mg.g <sup>-1</sup> )(L.mg <sup>-1</sup> ) <sup>1/n</sup>	1,528.10 <sup>-7</sup>
$R^2$	0,963

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo avaliou o potencial da utilização da casca da castanha do Pará para a produção de carvão ativado bem como, iniciou os testes de adsorção do caroço de açaí. O caroço de açaí em sua forma bruta demonstrou um grande potencial de adsorção. Outros testes de adsorção serão realizados para conhecer o seu comportamento adsorptivo. A metodologia de ativação por meio de tratamento químico e carbonização se mostrou eficaz, resultando em 94% de remoção de corante azul de metileno da solução. Quanto a cinética de adsorção, o modelo de melhor ajuste foi o modelo cinético de Pseudo-segunda ordem, indicando um processo de natureza predominantemente química (quimissorção). Os modelos de Freundlich e Langmuir apresentaram comportamentos semelhantes nos quais ocorreram razoáveis ajustes de pontos experimentais, mas aquele que apresentou com o melhor ajuste para o corante utilizado no estudo foi o de Langmuir.

O carvão ativado da casca da castanha do Pará pode ser considerado uma alternativa viável para o tratamento de soluções aquosas contaminadas, devido ao baixo custo, ser de fácil aquisição e ser biodegradável. Também proporciona um interesse econômico na transformação de um problema ambiental - resíduo da casca da castanha- em um produto com alto valor econômico agregado como o carvão ativado, produzido a partir de uma fonte renovável.

#### REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L., BEZERRA, C.O., CUSIOLI, L.F., SILVA, M.F., NISHI, L., GOMES, R.G., Moringa oleífera biomass residue for the removal of pharmaceuticals from water. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 6, p. 7192–7199, 2018.
- BHATNAGAR, A., SILLANPÄÄ, M., Utilization of agro-industrial and municipal waste materials as potential adsorbents for water treatment—A review. *Chemical Engineering Journal*, n.157, p. 277–296, 2010.
- IBGE, *Produção da Extração Vegetal e Silvicultura* 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)