

**Adsorção de metais pesados utilizando fibras residuais da indústria de alimentos****Heavy metal adsorption using waste fibers from the food industry**

DOI: 10.34115/basrv3n4-003

Recebimento dos originais: 10/06/2019

Aceitação para publicação: 25/07/2019

**Douglas Ferreira Cavalcante**

Graduação em andamento em Engenharia Química  
Instituição: Universidade Federal do Ceará – Campus do Pici  
Endereço: Av. Mister Hull, s/n - Pici - CEP 60455-760 - Fortaleza - CE, Brasil  
E-mail: douglas\_ferreira27@hotmail.com

**Dalila Maria Barbosa Davi**

Graduação em Química pela Universidade Estadual do Ceará  
Instituição: Universidade Federal do Ceará – Campus do Pici  
Endereço: Av. Mister Hull, s/n - Pici - CEP 60455-760 - Fortaleza - CE, Brasil  
E-mail: dalila2007maria@hotmail.com

**Katiany do Vale Abreu**

Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal do Ceará  
Instituição: Universidade Estadual do Ceará – Campus do Itaperi  
Endereço: Av. Dr. Silas Munguba, 1700 - CEP: 60.714.903- Fortaleza, CE, Brasil  
E-mail: katianyabreu@yahoo.com.br

**Maria Roniele Felix Oliveira**

Mestrado em Recursos Naturais pela Universidade Estadual do Ceará  
Instituição: Universidade Estadual do Ceará – Campus do Itaperi  
Endereço: Av. Dr. Silas Munguba, 1700 - CEP: 60.714.903- Fortaleza, CE, Brasil  
E-mail: ronielefelixmrfo@hotmail.com

**Carlucio Roberto Alves**

Doutorado em Química (Físico-Química) pela Universidade de São Paulo  
Instituição: Universidade Estadual do Ceará – Campus do Itaperi  
Endereço: Av. Dr. Silas Munguba, 1700 - CEP: 60.714.903- Fortaleza, CE, Brasil  
E-mail: alvescr@yahoo.com

**Darlane Wellen Freitas Soares**

Doutorado em Programa Oficial de Doctorado en Química pelo Universidad de Granada,  
Espanha  
Instituição: Centro Universitário Unifanor Wydem – Campus Dunas  
Endereço: R. Antônio Gomes Guimarães, 150 - Papicu, Fortaleza - CE, 60191-195  
Fortaleza – CE  
E-mail: darlannefreitas@gmail.br

**RESUMO**

A contaminação de ecossistemas aquáticos por efluentes contendo metais pesados na sua composição tem sido um problema frequentemente vivenciado por todos. Esses contaminantes, originados de processos industriais e mineradoras, podem trazer danos irreversíveis tanto para os seres humanos

quanto para a fauna e a flora. Em vista da necessidade de solucionar o problema surge a biossorção, onde se utiliza em seu tratamento biomassas vivas ou mortas como biossorvente, diminuindo os custos no tratamento. Diante do que foi apontado, o presente estudo teve como objetivo avaliar a capacidade de dois tipos de biomassas, caracterizadas como rejeitos da indústria alimentícia, em adsorver cádmio. As biomassas foram identificadas como B1 e B2. As fibras foram lavadas, secas, trituradas e peneiradas a fim de padronizar o tamanho das partículas a serem utilizadas. Para os ensaios de biossorção foram utilizados solução padrão de  $\text{Cd}^{2+}$  e concentração 6,0 g/L das fibras B1 e B2 com tamanho de partícula  $< 20$  mesh e  $> 80$  mesh. Os ensaios foram conduzidos em duplicatas, em agitador rotatório de bancada. Avaliou-se a biossorção para concentrações de 10  $\text{mg.L}^{-1}$  e 20  $\text{mg.L}^{-1}$  de  $\text{Cd}^{2+}$ . As amostras foram retiradas nos intervalos de tempo 30, 60 e 90 minutos. As análises foram feitas em um Potenciostato/Galvanostato Autolab PGSTAT100, controlado através de computador com Software NOVA 2.0 que viabiliza ensaios voltamétricos e polarográficos. Para a concentração de 10  $\text{mg.L}^{-1}$  o pH inicial foi de 6,18 e para 20  $\text{mg.L}^{-1}$  o pH foi de 5,34. Após decorridos os 90 minutos de ensaio, os valores de pH final das amostras de efluente sintético de cádmio foram de  $6,35 \pm 0,3$  (para as fibras B1 e B2) para a concentração de 10  $\text{mg.L}^{-1}$  e  $6,35 \pm 0,4$  (fibra B1) e 6,0 (fibra B2) para a concentração de 20  $\text{mg.L}^{-1}$ . Observou-se elevação do pH ao final do processo apenas na concentração de 20  $\text{mg.L}^{-1}$  do metal avaliado. Após análise polarográfica obteve-se para o efluente sintético contendo fibra B1 e concentração inicial de 10  $\text{mg.L}^{-1}$  de  $\text{Cd}^{2+}$  concentração residual de  $\text{Cd}^{2+}$  de  $6,86 \pm 0,7$  ppm (remoção de 31,4%) após 30 minutos de adsorção, 6,33  $\text{mg.L}^{-1}$  (remoção de 36,7%) após 60 minutos, e  $3,69 \pm 0,7$   $\text{mg.L}^{-1}$  após 90 min com remoção de 63,10%, expressando resultados bastante promissores. Para o efluente sintético contendo fibra B1 com concentração inicial de 20  $\text{mg.L}^{-1}$  de cádmio a concentração residual de  $\text{Cd}^{2+}$  foi de 10,55  $\text{mg.L}^{-1}$  com remoção de 47,25% para todos os tempos de adsorção analisados. Para o efluente contendo fibra B2 e concentração inicial de 10  $\text{mg.L}^{-1}$  e 20  $\text{mg.L}^{-1}$  houve adsorção de 100% em todos os tempos. A partir dos resultados obtidos conclui-se que os resíduos fibrosos apresentaram resultados bastante significativos e podem ser usados para o tratamento, uma vez que a fibra B1 foi capaz de adsorver 63% de cádmio de um efluente sintético com concentração inicial de 10  $\text{mg.L}^{-1}$  em apenas 90 minutos de ensaio, enquanto a fibra B2 adsorveu 100% para todos os tempos e concentrações do metal avaliadas.

**Palavras Chaves:** Biossorção, Biomassa, Polarografia, Adsorção, Cádmio.

## ABSTRACT

The contamination of aquatic ecosystems by effluents containing heavy metals in its composition has been a problem frequently experienced by all. These contaminants, originating from industrial and mining processes, can cause irreversible damage to both humans and fauna and flora. In view of the need to solve the problem arises biosorption, where it is used in its treatment live or dead biomass as biosorbent, reducing the costs in treatment. Given the above, the present study aimed to evaluate the ability of two types of biomass, characterized as tailings of the food industry, to adsorb cadmium. The biomasses were identified as B1 and B2. The fibers were washed, dried, crushed and sieved to standardize the particle size to be used. For the biosorption assays, a standard solution of  $\text{Cd}^{2+}$  and concentration 6.0 g / l of fibers B1 and B2 with particle size  $<20$  mesh and  $> 80$  mesh were used. The assays were performed in duplicates on a rotary bench shaker. Biosorption was evaluated at 10  $\text{mg.L}^{-1}$  and 20  $\text{mg.L}^{-1}$  concentrations of  $\text{Cd}^{2+}$ . Samples were taken at 30, 60 and 90 minutes. The analyzes were performed on an Autolab PGSTAT100 Potentiostat / Galvanostat, controlled by computer with NOVA 2.0 Software that enables voltammetric and polarographic assays. At the concentration of 10  $\text{mg.L}^{-1}$  the initial pH was 6.18 and for 20  $\text{mg.L}^{-1}$  the pH was 5.34. After 90 minutes of testing, the final pH values of cadmium synthetic effluent samples were  $6.35 \pm 0.3$  (for fibers B1 and B2) at a concentration of 10  $\text{mg.L}^{-1}$  and  $6.35 \pm 0.4$  (fiber B1) and 6.0 (fiber B2) at the concentration of 20  $\text{mg.L}^{-1}$ . There was an increase in pH at the end of the process only at a concentration of 20  $\text{mg.L}^{-1}$

of the evaluated metal. After polarographic analysis, it was obtained for the synthetic effluent containing fiber B1 and initial concentration of 10 mg.L<sup>-1</sup> of Cd<sup>2+</sup> + residual concentration of 6.86 ± 0.7 ppm (removal of 31.4%) after 30 minutes. adsorption, 6.33 mg.L<sup>-1</sup> (36.7% removal) after 60 minutes, and 3.69 ± 0.7 mg.L<sup>-1</sup> after 90 min with 63.10% removal, expressing very promising results. . For the synthetic effluent containing B1 fiber with an initial concentration of 20 mg.L<sup>-1</sup> cadmium the residual concentration of Cd<sup>2+</sup> + was 10.55 mg.L<sup>-1</sup> with 47.25% removal for all adsorption times analyzed. For the effluent containing fiber B2 and initial concentration of 10 mg.L<sup>-1</sup> and 20 mg.L<sup>-1</sup> there was 100% adsorption at all times. From the obtained results it can be concluded that the fibrous residues presented very significant results and can be used for the treatment, since the fiber B1 was able to adsorb 63% cadmium of a synthetic effluent with initial concentration of 10 mg.L<sup>-1</sup> in just 90 minutes of testing, while fiber B2 adsorbed 100% for all times and metal concentrations evaluated.

**Keywords:** Biosorption, Biomass, Polarography, Adsorption, Cadmium.

## 1 INTRODUÇÃO

A contaminação de ecossistemas aquáticos por efluentes contendo metais pesados na sua composição tem sido um problema frequentemente vivenciado por todos. Esses contaminantes, originados de processos industriais e mineradoras, podem trazer danos irreversíveis tanto para os seres humanos quanto para a fauna e a flora (MUNIZ, 2016).

Vários métodos de remoção de metais provenientes de efluentes industriais têm sido estudados e implantados a nível industrial. Destacam-se a adsorção: utilizando carvões ativados ou outros sorventes apropriados, precipitação e trocadores iônicos: os quais almejam remover a maior quantidade possível de concentrações residuais tóxicas de metais, processo por flotação: que utiliza flocos para captação dos metais. Entretanto, foram observados certos entraves nesses métodos descritos anteriormente, tais como alto custo energético e químico, muitos apresentam baixa eficiência, complexidade operacional dentre outros (CALFA & TOREM, 2007).

A bioadsorção compreende a ligação de metais à biomassa por um processo que não envolva energia metabólica ou transporte, embora tais processos possam ocorrer simultaneamente quando biomassa viva for usada, pois a bioadsorção pode ocorrer com biomassa viva ou morta (MOREIRA, 2007).

Na busca por novos métodos para o tratamento de metais pesados em efluentes industriais, estudos no uso de biomassas residuais como ferramenta bioadsorvente vêm ganhando confiança nos últimos anos pelo seu bom desempenho na remoção desses contaminantes e baixo custo operacional.

## 2 OBJETIVO

Diante do que foi apontado, o presente estudo tem como objetivo avaliar a capacidade de dois tipos de biomassa, caracterizadas como rejeitos da indústria alimentícia, em adsorver cádmio e

determinar o potencial de carga zero ( $PC_z$ ) de ambas as fibras. As fibras foram identificadas como B1 (Biomassa 1) e B2 (Biomassa 2).

### 3 METODOLOGIA

A biomassa B1 foi adquirida no comércio do estado do Pará e trazida para o município de Fortaleza, Ceará. Enquanto a biomassa B2 foi coletada manualmente em uma cidade situada na região metropolitana de Fortaleza.

Inicialmente foi feito um despolpamento para obtenção das fibras. Após o processo anterior as biomassas foram lavadas com água destilada, a fim de eliminar resquícios de polpa, e secas em estufa de circulação de ar por 48h a  $\pm 60$  °C para total eliminação de água. Posteriormente foram trituradas e peneiradas com tamanho de partícula  $20 < \text{mesh} < 80$ .

Os valores de pH utilizado nos ensaios foram definidos a partir da determinação do ponto de carga zero dos biossorventes. Para isso foi utilizada a metodologia adotada por Cunha (2014) onde adicionou-se 0,5g do biossorvente em 50mL de solução NaCl 0,1M, sob diferentes condições de pH (2,0 à 9,0). O pH foi ajustado com HCl 0,1 M para pH ácido e NaOH 0,1 M para pH básico.

Posteriormente as amostras foram levadas para o agitador de bancada (tipo *shaker*) por 24h, a 30°C e 150 rpm. As amostras foram centrifugadas e em seguida realizou-se a leitura de pH final em cada amostra. Os resultados foram tabelados e expressos em gráfico.

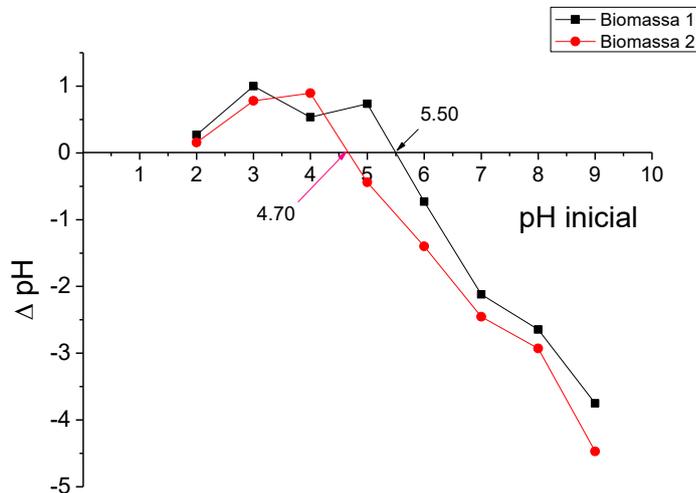
Para os ensaios de adsorção adicionou-se 6,0 g/L de Biomassa (B1 e B2) em 50 mL de  $Cd^{2+}$  com concentrações de 10,0  $mg.L^{-1}$  e 20,0  $mg.L^{-1}$  para ambas as biomassas testadas. Os ensaios foram conduzidos em agitador de bancada (tipo *shaker*) com velocidade de 150 rpm, a 30°C, por 90 min. Alíquotas de 1 mL foram retiradas em intervalos de tempo de 30, 60 e 90 min, adicionadas em tubos cônicos, tipo falcon e centrifugadas a 3000 rpm para separar a matéria orgânica do soluto a ser analisado. O pH foi medido antes das biomassas serem adicionadas. As amostras foram analisadas em um Potenciostato/Galvanostato Autolab PGSTAT100N, com limites de detecção para Cd de 50 ppt, controlado através de computador com Software NOVA 2.0 que viabiliza ensaios voltamétricos e polarográficos. Para a presente análise, utilizou-se o método Eletrodo de Mercúrio com Gota Pendente - HMDE e a varredura foi feita no sentido anódico.

### 4 RESULTADOS

A Literatura mostra que o pH contribui diretamente no processo de remoção de metais pesados por biomassas, isto por que a carga dos sítios ativos na superfície pode mudar dependendo deste valor promovendo ou não uma boa adsorção do metal (LOUKIDOU *et al*, 2003 e VOLESKY, 2004).

O Gráfico 1 apresenta a determinação do ponto de carga zero (PCZ) dos biossorventes em estudo, B1 e B2.

Gráfico 1 - Gráfico de Potencial de Carga Zero (PCZ) das biomassas B1 e B2



Fonte: Autor

Analisando o Gráfico 1 obtido com o ensaio de potencial de carga zero, conclui-se que o PCZ das biomassas são: Biomassa 1 (B1): 5,50 e Biomassa 2 (B2): 4,70. Ou seja, onde a superfície e as cargas negativas e positivas estão em equilíbrio, apresentando superfície neutra.

Para valores de pH abaixo do PCZ, a superfície da biomassa possui cargas superficiais positivas, desse modo atrairá íons negativos. Em valores acima do PCZ a biomassa possuirá cargas superficiais negativas, atraindo íons positivos (RECH, 2014).

A Tabela mostra a variação de pH nos ensaios realizados.

Tabela 1 – Variação de pH no ensaio de Adsorção

Concentração	B1		B2	
	<i>pH Inicial</i> <i>t = 0 min</i>	<i>pH Final</i> <i>t = 90 min</i>	<i>pH Inicial</i> <i>t = 0 min</i>	<i>pH Final</i> <i>t = 90 min</i>
<b>10 mg.L<sup>-1</sup></b>	6,18 ± 0,1	6,35 ± 0,1	6,18 ± 0,1	6,35 ± 0,1
<b>20 mg.L<sup>-1</sup></b>	5,34 ± 0,1	6,35 ± 0,1	5,34 ± 0,1	6,0 ± 0,1

Fonte: Autor

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos nos ensaios para remoção de metais utilizando as duas biomassas em análise, B1 e B2.

Tabela 2 – Resultados do ensaio de Adsorção

<i>Conc. Inicial mg.L<sup>-1</sup></i>	<i>Tempo (min)</i>	<b>B1</b>		<b>B2</b>	
		<i>Conc. Final mg.L<sup>-1</sup></i>	<i>% de Remoção</i>	<i>Conc. Final mg.L<sup>-1</sup></i>	<i>% de Remoção</i>
<b>10</b>	30	6,86	31,4	0	100
	60	6,33	36,7	0	100
	90	3,69	63,1	0	100
<b>20</b>	30	10,55	47,25	0	100
	60	10,55	47,25	0	100
	90	10,55	47,25	0	100

Fonte: Autor

O estudo de adsorção de metais para as duas biomassas estudadas apresentou resultados bem satisfatórios, pois além das biomassas serem subprodutos de fácil acesso nas regiões onde se concentra a maior parte delas, as mesmas mostraram grande eficiência na remoção do metal cádmio (II).

Observando os dados da Tabela 2 para a biomassa B1 e concentração de 10 mg.L<sup>-1</sup> a mesma remove em apenas 90 min 63% do metal presente na solução, comprovando grande eficiência no processo. Para a concentração de 20 mg.L<sup>-1</sup>, utilizando a mesma biomassa, ainda é aceitável o resultado obtido, visto que, a biomassa foi capaz de remover quase 50% do metal. O fato da pouca remoção de metal nessa concentração pode estar associado à concentração de biomassa, com quantidades inferiores ao exigido no processo. Vale ressaltar que não houve grande variação de pH nos ensaios da biomassa B1 com as duas concentrações.

Analisando a biomassa B2, pode-se perceber que a mesma demonstrou total eficiência no processo, pois foi capaz de remover, em todos os tempos e concentrações, 100% do metal cádmio (II) presente na solução. Vale salientar que de acordo com a Tabela 2, houve um aumento pH no final do processo, ocorrendo diminuição de íons H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> na solução, os quais competem de forma direta com o cádmio (II) pelos sítios de adsorção que estão livres (RECH, 2014).

## 5 CONCLUSÃO

As biomassas utilizadas, adsorventes biodegradáveis e de baixo custo, demonstraram grande eficiência no processo de remoção de metais para todas as concentrações testadas, embora a porcentagem de remoção da biomassa 1 (B1) ser de apenas 47,25% para a concentração de 20 mg.L<sup>-1</sup> esse resultado é significativo pois removeu cerca da metade da concentração total. Ressalta-se

ainda, a capacidade de remoção da biomassa 2 (B2) que foi de 100% em todas as concentrações e tempos testados.

## REFERÊNCIAS

CALFA, B. A.; TOREM, M. L.. **Uso de Biomassas em Processo Combinado Biossorção/Flotação para Remoção de Metais Pesados**. Rio de Janeiro: Puc - Pontifícia Universidade Católica, 69 p., 2007.

CUNHA, B. S. **Utilização De Biossorventes Alternativos Na Remoção De Corantes Têxteis**. 2014. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, Medianeira, 2014.

LOUKIDOU, M.; MATIS, K. A.; ZOUBOULIS, A. I. LIAKOPOULOUKYRIAKIDO, M.; Removal of As(V) from wastewaters by chemically modified fungal biomass, **Water Research**, v. 37, p. 4544-4552, 2003.

MOREIRA, A. S. **Biossorção Utilizando Alga Marinha (*Sargassum sp.*) Aplicada em meio organico**. 2007. 103 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, **Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Norte**, Natal- RN, 2007.

MUNIZ, D. H. F.; OLIVEIRA FILHO, E. C. Metais pesados provenientes de rejeitos de mineração e seus efeitos sobre a saúde e o meio ambiente. **Universitas: Ciências da Saúde**, [s.i], v. 4, n. 1/2, p.83-100, 2006.

RECH, A. L. **Biossorção de Íons Metálicos Utilizando Carçoço do Açai (*Euterpe oleracea Mart*) como adsorvente Alternativo**. 2014. 128f. Tese (Doutorado) – Curso de Agronomia, **Universidade Estadual do Oeste do Pará**, Marechal Cândido Rondon, 2014.

VOLESKY, B. Sorption and biosorption, **BV-Sorbex, Inc.**, St.Lambert, Quebec, 326 p, 2004.