

# Utilização da biomassa de bagaço de laranja no tratamento de efluentes industriais

Silvana Fernandes Montanher<sup>1</sup>, Maria do Carmo Ezequiel Rollemberg<sup>2</sup>

1- Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Toledo, rua Cristo Rei 19, vila Becker, CEP: 85902-490, Toledo – PR, *email*: [silvanafm@utfpr.edu.br](mailto:silvanafm@utfpr.edu.br)

2- Universidade Estadual de Maringá – Av. Colombo 5790, Jd. Universitário, CEP: 87020-900, Maringá- PR, *email*: [rollemberg.mariadocarmo@gmail.com](mailto:rollemberg.mariadocarmo@gmail.com)

## Abstract

In this work orange bagasse biomass, unmodified and modified with 0.10mol L<sup>-1</sup> NaOH solution, was used in the treatment of four types of industrial wastewater containing metal ions. The treatment was performed in column system and modified biomass showed the best results not only in reducing metal ions concentration, but also in the removal of COD and turbidity.

**Keywords:** agricultural waste, metal ions, sorption

## 1. Introdução

Os métodos convencionais para a remoção de íons metálicos de efluentes industriais nem sempre são eficientes e, muitas vezes, apresentam custo elevado. Diante disso, métodos alternativos vêm sendo propostos para o tratamento de efluentes visando metodologias simples, de baixo custo, em que os íons metálicos possam ser recuperados e, portanto, resultem em uma geração mínima de resíduos (Sud et al, 2008; Demirbas, 2008). Entre esses procedimentos “limpos” a sorção de íons metálicos em biomassas tem despertado grande interesse devido à abundância, baixo custo e elevada eficiência de grande parte desses materiais. Diversos materiais alternativos como bactérias, fungos, algas e resíduos agroindustriais têm sido estudados para a sorção de espécies metálicas (Demirbas, 2008).

Os resíduos agroindustriais são gerados em larga escala em indústrias de beneficiamento e processamento de produtos agrícolas; muitas vezes são inconvenientes para a indústria geradora e por isso, são atraentes para a utilização como material sorvente devido à abundância, facilidade de obtenção e custo reduzido. Biomassas como cascas de arroz, casca de soja, bagaço de cana-de-açúcar, polpa de azeitona, entre outras, têm sido investigadas como sorventes, apresentando uma boa eficiência na sorção de diversos íons metálicos (Nurchi e Villaescuro, 2008).

Uma biomassa abundante no Brasil é o bagaço de laranja, subproduto da indústria de suco de laranja, que corresponde a 49% do peso da fruta. O Brasil é o maior produtor de laranjas do mundo e lidera também o mercado mundial de suco dessa fruta (Montanher, 2007). Grandes quantidades de bagaço de laranja são geradas anualmente no país, o que faz dessa biomassa um material abundante, de fácil obtenção e de baixo custo, interessante para estudos de sorção.

O objetivo desse trabalho foi o de avaliar a possibilidade da utilização da biomassa de bagaço de laranja *in natura* e modificada com solução de NaOH no tratamento de efluentes industriais contendo íons metálicos.

## 2. Métodos

O bagaço de laranja foi seco ao sol, triturado em um liquidificador, lavado com água de torneira até que a solução resultante não apresentasse nenhum tipo de coloração, enxaguado com água destilada e seco em estufa a 70°C por 8 horas. Em seguida, o material foi peneirado (425 µm), sendo obtida assim a biomassa *in natura*.

O bagaço de laranja foi quimicamente modificado utilizando-se solução aquosa de NaOH 0,10mol L<sup>-1</sup>, numa proporção de 25g/L, a mistura foi mantida sobre agitação por 2

horas em banho termostático ( $25 \pm 1$  °C), após esse tempo o bagaço foi lavado até pH neutro e seco em estufa a 70°C por 4 horas.

Os efluentes estudados foram coletados antes de qualquer tipo de tratamento. No laboratório, esses efluentes foram submetidos a análises de turbidez, demanda química de oxigênio (DQO), pH e íons metálicos, antes e após o tratamento com a biomassa de bagaço de laranja *in natura* e modificada. As análises de turbidez e DQO foram realizadas seguindo a metodologia do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005). As concentrações dos íons metálicos foram determinadas por espectrometria de absorção atômica.

O tratamento dos efluentes com a biomassa de bagaço de laranja foi realizado em sistema de coluna preenchidas com 3g de bagaço de laranja *in natura* ou modificada. A acomodação do leito foi feita com água destilada. Em seguida, percolou-se 100mL dos efluentes numa vazão de  $3\text{mL min}^{-1}$ .

### 3. Resultados e Discussão

A maioria dos estudos envolvendo sorção de íons metálicos por biomassas são conduzidos com os esses íons presentes em uma matriz conhecida, de pH e força iônica controlados. No entanto, em um efluente industrial real a matriz pode ser bem mais complexa, e a eficiência do sorvente pode ser limitada pela presença de espécies interferentes. Dessa maneira, o bagaço de laranja *in natura* e modificada com solução de NaOH foi testado como sorvente de íons metálicos presentes em quatro tipos de efluentes industriais. Embora a maioria dos biossorventes seja eficiente na retenção de íons metálicos, muitos possuem o inconveniente de liberar quantidades significativas de matéria orgânica para a solução. Por isso, além da concentração dos íons metálicos, parâmetros tais como DQO e turbidez também foram monitorados.

A Tabelas 1 apresenta os valores de concentração dos íons metálicos, pH, turbidez e DQO dos efluentes industriais, antes e depois do tratamento dos efluentes com a biomassa de bagaço de laranja *in natura* e modificada.

#### **Efluente 1-** efluente de indústria de produtos termoacústicos

O pH inicial era de 5,20, valor dentro do limite estabelecido pela legislação brasileira (CONAMA, 2008) para lançamento de efluentes (5 - 9). Quando tratado com o bagaço de laranja *in natura* o pH diminuiu, provavelmente devido à troca de íons  $\text{H}^+$  por íons metálicos. Usando o bagaço de laranja modificada, o pH do efluente aumentou depois do tratamento; isso ocorreu, provavelmente, porque no bagaço modificada os grupos ácidos encontram-se dissociados e, em contato com o efluente, íons  $\text{H}^+$  são removidos da solução fazendo com que o pH aumente. Em relação ao parâmetro pH, a utilização do bagaço de laranja modificada apresentou uma vantagem, pois os valores fornecidos após o tratamento do efluente se enquadram no especificado pela legislação.

O bagaço de laranja *in natura* libera maiores quantidades de matéria orgânica, sendo a DQO do efluente após o tratamento cinco vezes maior do que a DQO inicial. Os valores de turbidez confirmam o que havia sido observado durante a realização dos experimentos de sorção, ou seja, que os efluentes tratados com o bagaço de laranja modificada eram mais límpidos do que os tratados com o bagaço *in natura*.

As concentrações dos íons metálicos no efluente diminuíram apreciavelmente após o tratamento com a biomassa de bagaço de laranja. O pH inicial do efluente (5,20) foi um ponto positivo para a eficiência do processo de sorção, já que foi determinado em estudos prévios que valores de pH entre 4 e 7 proporcionavam uma maior eficiência na sorção dos íons metálicos pela biomassa de bagaço de laranja.

### ***Efluente 2*** - efluente de indústria de chapas metálicas

Após o tratamento o pH desse efluente não se enquadrava no estabelecido pela legislação (CONAMA,2008); no entanto, apenas uma pequena correção de pH seria necessária antes que esse efluente fosse descartado.

Os valores de DQO diminuíram após o tratamento com bagaço de laranja, sendo a redução mais visível no tratamento com o bagaço modificado. Esses resultados mostram que o bagaço de laranja modificado libera menores quantidades de matéria orgânica que já foi eliminada durante o processo de modificação. Uma grande redução da turbidez foi alcançada usando o tratamento com o bagaço de laranja modificado; após este tratamento, o valor de turbidez se enquadra inclusive no padrão de potabilidade.

Concentrações elevadas de íons metálicos foram detectadas nesse efluente, sendo a concentração de íons chumbo particularmente preocupante devido à sua grande toxicidade. A biomassa de bagaço de laranja foi bastante eficiente na remoção do chumbo e dos demais íons do efluente.

### ***Efluente 3*** - efluente de indústria de galvanoplastia

O pH do efluente de galvanoplastia costuma ser ácido devido ao uso de soluções ácidas na limpeza e decapagem das peças a serem recobertas. O tratamento com o bagaço modificado resultou no valor de pH mais elevado e muito próximo da faixa estabelecida pela legislação ambiental.

A DQO do efluente de galvanoplastia é alta provavelmente devido à presença de graxas, óleos e surfactantes. O tratamento com o bagaço modificado foi mais eficiente na redução da DQO. A turbidez do efluente também foi reduzida eficientemente no tratamento com o bagaço modificado.

A retenção dos íons cobre foi total usando o bagaço modificado mas, a retenção dos íons zinco e níquel não foi eficiente. Isso ocorreu provavelmente devido ao pH do efluente ser baixo, pois foi constatado anteriormente que a sorção de Zn(II) e Ni(II) era a mais afetada pela variação de pH. Outro fator que pode ter contribuído para a baixa eficiência de sorção desses íons é a força iônica, já que esse tipo de efluente contém uma grande quantidade de sais dissolvidos e estudos prévios mostraram que a sorção de Zn(II) e Ni(II) era a mais prejudicada pelo aumento da força iônica do meio.

### ***Efluente 4*** - efluente de indústria de baterias automotivas

O pH do efluente era bastante ácido devido à utilização do ácido sulfúrico na produção das baterias. Isso impõe uma dificuldade na sorção dos íons metálicos, já que estudos realizados anteriormente indicaram uma retenção pequena em valores muito baixos de pH. Diversos trabalhos realizados utilizando biomassas mostram que a sorção dos cátions metálicos é mais eficiente em valores de pH próximos de 7 (Nurchi, 2008); sendo assim, o parâmetro pH do efluente torna-se crítico no tratamento do efluente.

Observou-se um grande aumento na DQO do efluente após o tratamento com a biomassa de bagaço de laranja. Isso ocorre provavelmente devido a grande acidez do efluente, que leva à extração de maiores quantidades de matéria orgânica do bagaço.

Para esse efluente a maior eficiência foi alcançada para a sorção dos íons chumbo (72,8%), e a retenção dos demais íons foi muito baixa.

## **4. Conclusões**

O tratamento dos efluentes com a biomassa de bagaço de laranja modificada resultou na maior redução da concentração dos íons metálicos e, também, em valores menores de DQO, turbidez, além de valores de pH dentro ou muito próximos do intervalo estabelecido pela legislação ambiental para lançamento de efluentes.

A eficiência do tratamento depende muito da matriz do efluente e, principalmente, do pH. Efluentes muito ácidos provavelmente deverão passar primeiramente pela etapa de correção de pH antes de serem submetidos ao tratamento com a biomassa de bagaço de laranja. Isso não seria um grande inconveniente, uma vez que é uma etapa necessária e o

intervalo de pH estabelecido pela legislação para o lançamento do efluente é também o intervalo para o qual a sorção dos íons pelo bagaço de laranja é mais eficiente.

## 5. Referências

- APHA (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater. 21 ed, American Public Health Association.
- CONAMA, (2008). RESOLUÇÃO CONAMA nº 397, de 3 de abril de 2008. <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=563> (acessado em 19/09/2010).
- DEMIRBAS, A. (2008). Heavy metal adsorption onto agro-based waste materials: A review. *Journal of Hazardous Materials*, **157**, 220-229.
- MONTANHER, S.F.; OLIVEIRA, E.A.; ROLLEMBERG, M.C. (2007). Utilization of Agro-residues in the metal ions removal from aqueous solutions. In: LEWINSKY, A.A. (Ed). *Hazardous Materials and Wastewater: Treatment, Removal and Analysis*. Nova York: Nova Science Publishers, pp. 51-78.
- NURCHI, V. M.; VILLAESCUSA, I. (2008). Agricultural biomasses as sorbents of some trace metals. *Coordination Chemistry Reviews*, **252**, 1178-1188.
- SUD, D.; MAHAJAN, G.; KAUR, M. P. (2008). Agricultural waste material as potencial adsorbents for sequestering heavy metal from aqueous solutions – A review. *Bioresource Technology*, **99**, 6017 – 6027.

**Tabela 1-** Tratamento de efluentes industriais utilizando biomassa de bagaço de laranja *in natura* e modificada com solução de NaOH

	pH	DQO (mg L <sup>-1</sup> )	Turbidez (UNT)	Pb (mg L <sup>-1</sup> )	Cu (mg L <sup>-1</sup> )	Zn (mg L <sup>-1</sup> )	Ni (mg L <sup>-1</sup> )
<b>Efluente 1</b>							
Antes do tratamento	5,20	278	13,0	nd*	38,6	14,2	10,6
<i>bagaço in natura</i>	4,08	360	37,9	nd	0,280	4,38	2,95
bagaço modificado	5,99	222	5,72	nd	0,250	1,07	1,63
<b>Efluente 2</b>							
Antes do tratamento	3,88	1644	717	94,4	39,0	75,2	42,8
<i>bagaço in natura</i>	3,53	1492	13,8	nd	0,340	21,7	15,1
bagaço modificado	4,78	832	1,06	nd	0,322	4,75	3,89
<b>Efluente 3</b>							
Antes do tratamento	2,38	6340	57,1	nd	15,8	6,92	30,5
<i>bagaço in natura</i>	3,40	5610	38,4	nd	nd	6,56	29,1
bagaço modificado	4,88	4410	4,93	nd	nd	5,62	25,6
<b>Efluente 4</b>							
Antes do tratamento	<1,00	104	1,50	5,10	11,2	5,11	7,32
<i>bagaço in natura</i>	<1,00	2380	3,80	2,69	9,83	5,08	7,18
bagaço modificado	<1,00	1158	1,32	1,39	9,68	4,97	6,53

Efluente 1- efluente de indústria de produtos termoacústicos

Efluente 2- efluente de indústria de chapas metálicas

Efluente 3 - efluente de indústria de galvanoplastia

Efluente 4- efluente de indústria de baterias automotivas

\*nd: não detectado