



## **Adsorção do corante Neolan Preto WA em meio sintético utilizando diferentes bioissorventes**

**Vitória Brocardo de Leon<sup>1</sup>, Claiton Zanini Brusamarello<sup>2</sup>, Fernanda Batista de Souza<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná / vitoria\_brocardo@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná / claitonz@utfpr.edu.br

<sup>3</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná / fernandasouza@utfpr.edu.br

### **Resumo**

O setor têxtil gera efluentes com altos teores de matéria orgânica, sais minerais e corantes, os quais podem alterar as propriedades químicas, físicas e biológicas de mananciais, visto que, a presença de corantes em águas de mananciais altera o processo de absorção da luz por vegetais e animais, o que prejudica o processo de fotossíntese. A partir de tais fatos, o presente trabalho visou utilizar o processo de bioissorção na remoção do corante Neolan Preto WA, visto que este método emprega materiais de baixo custo e de fácil aquisição. Com o intuito de avaliar a influência do pH da solução e do tratamento químico dos bioissorventes com ácido sulfúrico a 0,5 M ( $H_2SO_4$ ) sobre o processo de adsorção realizou-se um planejamento fatorial 2<sup>2</sup>. Verificou-se através de gráficos e superfícies de respostas que as melhores condições para a remoção do corante com o bagaço da cana-de-açúcar ocorreram a pH=2 e com tratamento químico, já as melhores condições para a remoção do corante com a casca de laranja ocorreram a pH= 2 e sem tratamento químico. Os dados estatísticos demonstram que o bagaço da cana-de-açúcar adsorveu elevados teores de corante, chegando a quase 100% de remoção do adsorbato, já a casca de laranja não se mostrou tão eficiente na remoção do corante, apesar de ter apresentado remoções próximas a 65%.

Palavras-chave: Corantes. Bioissorventes. Bagaço de cana-de-açúcar. Casca de laranja.

Área Temática: Resíduos Sólidos

## **Adsorption of the dye Neolan Black WA in synthetic medium using different biosorbents**

### **Abstract**

*The textile sector generates effluents with high levels of organic matter, minerals and dyes, which may change the chemical, physical and biological properties of springs, given that the presence of dyes springs of water alters the process of light absorption by plants and animals, which undermines the process of photosynthesis. From these facts, this research work aims to use the process of biosorption in the removal of dye Neolan Black WA, since this method uses inexpensive and easily obtainable materials. With the aim of evaluate the effect the solution pH and chemical treatment of biosorbents with a sulphuric acid solution ( $H_2SO_4$ ) of 0,5 M concentration on the adsorption process carried out a factorial design 2<sup>2</sup>. Found to graphic surfaces of responses that the best conditions for the removal of the dye with bagasse from sugarcane occurred at pH = 2 and without chemical treatment. The statistical data show that bagasse from sugarcane adsorbed high levels dye, reaching almost 100% removal of the adsorbate, already the orange peel has not proved as efficient at removing dye, although it presented removals nearby to 65%.*

*Key words: Dye. Biosorption. Bagasse sugarcane. Orange peel.*

*Theme Area: Solid Residues*



## 1 Introdução

Durante os processos produtivos industriais são gerados diferentes tipos de resíduos, sejam eles líquidos, sólidos ou gasosos. Estes resíduos se lançados de forma indiscriminada podem gerar problemas ao meio ambiente e a saúde pública. As características físicas, químicas e biológicas dos efluentes industriais variam muito de acordo com o setor industrial, com a matéria prima e produtos utilizados durante o processo de produção (SANTOS, 2011).

As indústrias têxteis além de utilizar grandes volumes de água durante o processo de produção, geram efluentes com altos teores de matéria orgânica, sais minerais e corantes (SILVA et al., 2012). Segundo Guaratini et al. (2000), a presença desses corantes provenientes do lançamento indevido do efluente têxtil em mananciais influenciará no processo de absorção da luz por vegetais e animais, o que poderá prejudicar o processo de fotossíntese.

É na busca de alternativas para solucionar a problemática da presença de corantes em efluentes têxteis que a utilização de resíduos agroindustriais no processo de adsorção vem sendo estudada. A adsorção é um processo de operação unitária que envolve transferência de massa, através dela busca-se concentrar substâncias constituintes de um fluido (líquido ou gasoso) na superfície de uma fase sólida, o que permitirá separar tais substâncias da solução. É denominado como adsorvente o material sólido que mantém o soluto na sua superfície por meio de forças físicas (FOUST et al., 1982).

Alguns resíduos agroindustriais tais como casca de arroz (MIMURA et al., 2010), casca de laranja (SOUZA et al., 2012; LIMA, 2014), casca de banana (BONIOLO, 2008), casca de ovo (ESPINOSA et al., 2015) e bagaço da cana-de-açúcar (MITTER, 2012) são utilizados no processo de biossorção, pois apresentam baixo custo, boa eficiência, fácil acesso e aspectos ambientais positivos, visto que o rejeito agroindustrial recebe um destino ambiental adequado (ARAÚJO, 2011).

O presente trabalho teve por finalidade avaliar o potencial de remoção de um corante têxtil por meio do método de adsorção, utilizando diferentes resíduos agroindustriais, a casca e bagaço da laranja e o bagaço da cana-de-açúcar.

## 2 Material e métodos

### 2.1 Preparação dos biossorventes

A casca de laranja foi coletada em estabelecimentos comerciais que produzem suco, já o bagaço da cana-de-açúcar foi recolhido na feira do produtor, ambos na cidade de Francisco Beltrão/PR.

As cascas das laranjas e o bagaço da cana-de-açúcar foram lavados com água destilada para a retirada das impurezas, em seguida os materiais foram secos em estufa a 70°C por 48 horas, triturados em liquidificador industrial e separados de acordo com a granulometria.

### 2.2 Preparo da solução aquosa

O corante utilizado nos experimentos foi cedido pelo Laboratório LABMASSA, do Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A solução aquosa foi obtida a partir da dissolução do corante Neolan Preto WA em água destilada, na concentração de 1000 mg/L. A partir da diluição desta solução mãe, preparou-se as soluções utilizadas no planejamento experimental, de concentração = 200 mg/L.



### 2.3 Tratamento Químico

Com o intuito de aumentar a capacidade de adsorção dos bioadsorventes realizou-se um tratamento químico, o reagente utilizado para a modificação da superfície foi o ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) na concentração de 0,5 mol/L.

Durante o processo experimental, foram adicionados 25 g do bioadsorvente casca e bagaço de laranja em 1000 mL de uma solução contendo ácido sulfúrico a 0,5 mol/L, ou seja, a concentração de bioadsorvente tratado com ácido sulfúrico foi de 0,025 g/mL. A mistura foi agitada a 200 rpm por 3h, decorrido o tempo, o produto foi filtrado, lavado com água destilada e seco à 60°C, até obter-se um peso constante. O processo se repetiu para o tratamento químico do bioadsorvente bagaço de cana-de-açúcar com ácido sulfúrico.

Posterior a etapa de tratamento químico, foi realizado um planejamento experimental fatorial  $2^2$  a fim de analisar-se a melhor condição para a remoção do corante, variando-se o pH da solução (2 e 5) e o tratamento químico (com tratamento de ácido sulfúrico ou não).

### 2.4 Planejamento experimental $2^2$

Em quatro erlenmeyers de 250 mL contendo 1,5 g do bioadsorvente bagaço de cana-de-açúcar sem tratamento químico foram adicionados 50 mL da solução de corante na concentração de 200 mg/L, sendo que, o pH da solução depositada em dois erlenmeyers se encontrava em 2 e o pH da solução depositada nos outros dois erlenmeyers se encontrava em 5. Os mesmos procedimentos citados acima foram repetidos para os demais bioadsorventes (cana tratada quimicamente com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 0,5 mol/L, laranja sem tratamento químico e laranja tratada quimicamente com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 0,5 mol/L) de acordo com o planejamento experimental (Tabela 1)

Na Tabela 1 se encontra a matriz do planejamento fatorial utilizado nos testes, contendo as suas variáveis investigadas e seus níveis, vale ressaltar que a matriz do planejamento fatorial foi a mesma para a adsorção com bagaço da cana-de-açúcar e para a adsorção com a casca e bagaço de laranja.

Tabela 1- Matriz do Planejamento Fatorial  $2^2$  para estudo do tratamento químico do adsorvente com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e do pH da solução aquosa.

Variável		Nível (-1)	Nível (1)
pH		2	5
$\text{H}_2\text{SO}_4$ (mol/L)		0	0,5
Variáveis			
Experimento	Replicata	Ph	$\text{H}_2\text{SO}_4$
1	1	-1	-1
2	1	1	-1
3	1	-1	1
4	1	1	1
5	2	-1	-1
6	2	1	-1
7	2	-1	1
8	2	1	1



As amostras permaneceram sobre agitação por 24 horas, em seguida o material foi filtrado com o intuito de separar-se a parcela de material sobrenadante da solução líquida, por fim mediu-se a concentração de corante presente na solução por meio do espectrofotômetro.

### 3 Resultados e discussões

A partir do planejamento experimental, verificou-se a influência do tratamento químico dos biossorbentes e do pH da solução sobre os processos de adsorção com bagaço da cana-de-açúcar e casca com bagaço da laranja. Os resultados experimentais para a remoção do corante Neolan Preto WA a 200 mg/L com bagaço da cana-de-açúcar se encontram na Tabela 2, os resultados obtidos para a remoção com a casca e bagaço da laranja se encontram na Tabela 3.

A variável pH da solução possuía dois níveis, o pH 2 era representado pelo nível inferior (-1) e o pH 5 pelo nível superior (1). A variável tratamento químico com  $H_2SO_4$  também possuía dois níveis, o nível inferior (-1) era representado pelo material sem tratamento químico, ou seja, material com 0 mol/L de  $H_2SO_4$ , o nível superior (1) era representado pelo material tratado com  $H_2SO_4$  a 0,5 mol/L.

Através da Tabela 2 pode-se observar que as melhores condições para a remoção do corante Neolan Preto WA com o bagaço da cana-de-açúcar foram encontradas nos experimentos 3 e 7, onde o pH da solução era 2 (nível -1) e a cana havia recebido tratamento químico (nível 1), em ambos os casos, a remoção de corante foi superior a 99%.

Na Tabela 3 observa-se que as melhores condições para a remoção do corante Neolan Preto WA com a laranja foram encontradas nos experimentos 1 e 5, onde o pH da solução era 2 (nível -1) e a laranja não havia recebido tratamento químico (nível -1), em ambos os casos, a remoção de corante foi superior a 64%.

Tabela 2 - Resultado do planejamento fatorial  $2^2$  para estudo da remoção do corante Neolan Preto WA com bagaço da cana-de-açúcar. (Resposta: % Remoção do corante Neolan Preto WA 200 ppm).

Variável		Nível (-1)	Nível (1)	
pH		2	5	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mol/L)		0	0,5	
Experimento	Replicata	Variáveis		
		pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Resposta (%)
1	1	-1	-1	96,12
2	1	1	-1	92,33
3	1	-1	1	100,00
4	1	1	1	89,16
5	2	-1	-1	95,50
6	2	1	-1	95,08
7	2	-1	1	99,33
8	2	1	1	87,78



Tabela 3- Resultado do planejamento fatorial  $2^2$  para estudo da remoção do corante Neolan Preto WA com casca e bagaço de laranja. (Resposta: % Remoção do corante Neolan Preto WA 200 ppm).

Variável		Nível (-1)	Nível (1)
pH		2	5
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mol/L)		0	0,5

Experimento	Replicata	Variáveis		
		pH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Resposta (%)
1	1	-1	-1	64,48
2	1	1	-1	61,59
3	1	-1	1	58,46
4	1	1	1	57,98
5	2	-1	-1	64,67
6	2	1	-1	63,94
7	2	-1	1	50,69
8	2	1	1	58,38

Os gráficos de Pareto expressos nas Figuras 1 e 2 demonstram as variáveis que apresentaram influência significativa durante o processo de adsorção com a cana e a laranja respectivamente, através de um intervalo de confiança de 95%. Os valores que se encontram a direita da linha de referencia são classificados como significativos, já os valores que se encontram a esquerda da linha de referência são considerados como não significativos.

O primeiro gráfico de Pareto expresso na Figura 1, demonstra que o pH da solução e a interação entre o pH e o tratamento químico da cana foram as variáveis que apresentaram influências significativas sobre o processo de adsorção. A superfície de resposta complementa tal interpretação, demonstrando que a maior porcentagem de adsorção ocorre quando o pH da solução é 2 e o material é tratado quimicamente (Figura 3) .

Figura 1- Gráfico de Pareto para os efeitos significativos encontrados durante o processo de adsorção com cana-de-açúcar.

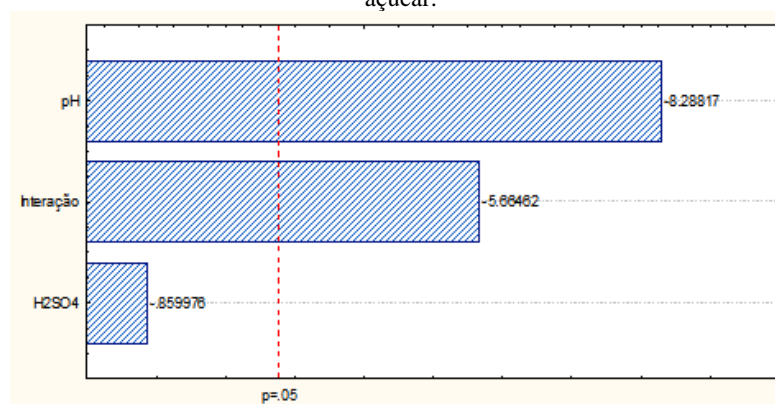
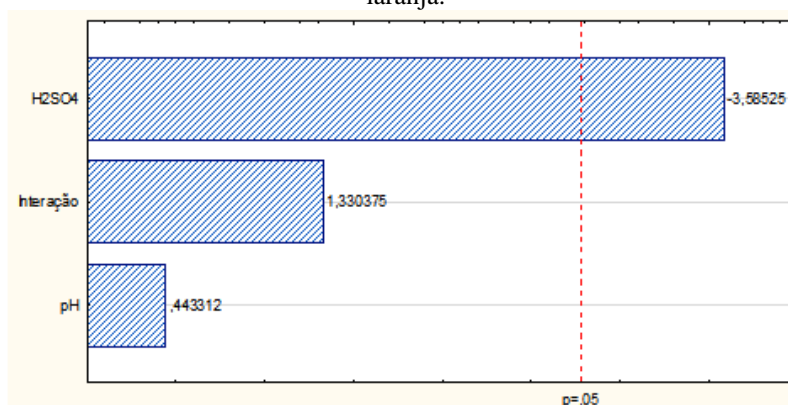




Figura 2- Gráfico de Pareto para os efeitos significativos encontrados durante o processo de adsorção com laranja.



Pode-se observar através do segundo gráfico de Pareto (Figura 2) que o tratamento químico da laranja com  $H_2SO_4$ , foi a variável que apresentou uma influência significativa durante o processo de adsorção, no entanto, esta influência se apresentou como negativa, visto que as adsorções com o material tratado foram menores que as adsorções com o material sem tratamento, tal fato pode ser observado na análise de superfície de resposta (Figura 4).

A influência negativa do processo de adsorção com a laranja tratada está associada ao fato que o material tratado libera alta taxa de coloração e turbidez ao meio aquoso, o que dificulta a passagem da luz e resulta em uma alta absorbância.

O aumento da adsorção dos materiais em meio a solução de pH 2 já era esperado, visto que a elevação do pH provoca a diminuição dos sítios ativos carregados positivamente e a elevação de sítios ativos carregados negativamente, o que ocasiona a repulsão dos corantes, visto que a maioria dos corantes possuem seus sítios carregados negativamente. A repulsão eletrostática faz com que o processo de adsorção acabe diminuindo (DEBRASSI et al., 2011).

Schimmel (2008) testou faixas de pH para avaliar as melhores condições de remoção de corante, as faixas de pH variavam entre 2 e 8, sendo que a quantidade máxima removida de corante também ocorreu em pH 2, tal fato é justificado pela repulsão citada anteriormente.

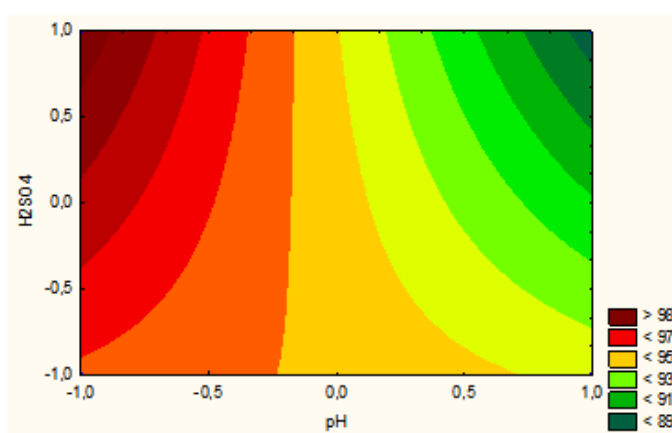


Figura 3- Superfície de resposta para remoção do corante com a cana-de-açúcar.

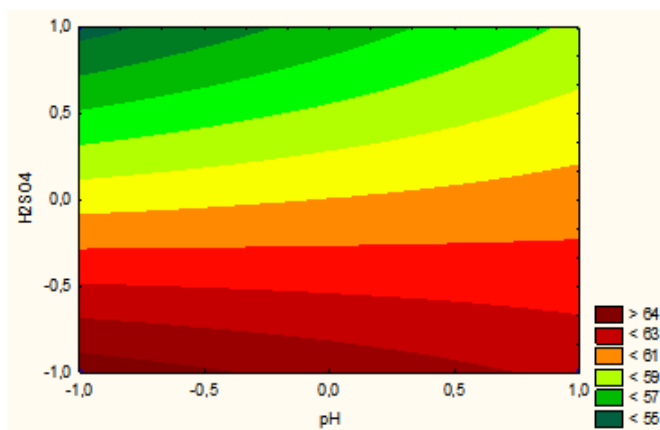


Figura 4- Superfície de resposta para remoção do corante com a laranja.

#### 4 Conclusão

O presente trabalho apresentou alternativas para a remoção do corante Neolan Preto WA do meio sintético utilizando dois bioissorventes, o bagaço da cana-de-açúcar e a casca com o bagaço da laranja. As principais conclusões obtidas no estudo estão apresentadas a seguir:

- A remoção do corante com a cana-de-açúcar se mostrou muito eficiente, visto que o processo de adsorção apresentou remoções superiores a 99%.
- Quando comparada a cana-de-açúcar, a laranja não se mostrou tão eficiente, no entanto, a mesma apresentou uma adsorção de corante satisfatória, acima de 64%;
- As melhores condições para a remoção do corante com cana foram encontradas no pH 2 e com tratamento químico, já as melhores condições para a remoção do corante com a laranja foram encontradas a pH 2 e sem tratamento químico.
- A porcentagem de remoção do corante aumenta com a diminuição do pH da solução;

#### Referências

ARAUJO, Rosana R. L. **Modelagem do processo de bioissorção de chumbo utilizando a macrófita aquática *Eichhornia crassipes***. 2011, 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Paraná, 2011.

BONIOLO, MILENA R. **Bioissorção de urânio nas cascas de banana**. 2008. 122f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2008.

DEBRASSI, Aline; LARGURA, Maria C. T. RODRIGUES, Clóvis A. Adsorção do corante vermelho congo por derivados da *o*-carboximetilquitosana hidrofobicamente modificados. **Química. Nova**, V. 34, N. 5, p. 764-770, mar. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422011000500007>>. Acesso em: 12 abr. 2015.

ESPINOSA, Laís F.; CARMINATI, Suélen P.; CREVELIN, Thais C.; PIN, Thaynara C.; PUGET, Flávia P. Reaproveitamento da casca de ovo para remoção de íons Cd<sup>2+</sup>. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.11, n. 21; p. 2588 – 2602, maio 2015.

FOUST, A. S.; WENZEL, A.; CLUMP, C. W.; MAUS, L.; ANDERSEM, L. B. **Princípios das Operações Unitárias**. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2ª Edição, 1982.





GUARATINI, Claudia C.I.; ZANONI, Maria V.B. Corantes têxteis. **Química Nova**, v. 23, n. 1, p. 71-78, Jan./ Fev. 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422000000100013>> . Acesso em: 02 abr. 2015.

LIMA, Hugo H. C. **Estudo do efeito de adsorvente alternativo de casca de laranja pera rio (citrus sinensis L. osbeck) na adsorção de corante têxtil vermelho reativo bf-4g**. 2014. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

MIMURA, A. M. S.; VIEIRA, T. V. A.; MARTELLI, P. B.; GORGULHO, H. F. Aplicação da casca de arroz na adsorção dos íons  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ . *Química Nova*, São Paulo, v. 33, n. 6, p. 1279-1284, 2010.

MITTER, Eduardo K. **Utilização de Saccharomyces cerevisiae imobilizada em bagaço de cana de açúcar para a bioadsorção e biodegradação do corante Acid Black 48**. 2012. 121 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Aplicada) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, Rio Claro, 2012.

SANTOS, Wilson R. B. **Remoção de nitrogênio e fósforo presentes em efluentes agroindustriais pela precipitação de estruvita**. 2011. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

SCHIMMEL, Daiana. **Adsorção dos corantes reativos azul 5g e azul turquesa em carvão ativado comercial**. 2008. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2008.

SILVA, Maria C.; CORRÊA, Angelita D.; TORRES, Juliana A. Descoloração de corantes industriais e efluentes têxteis simulados por peroxidase de nabo (*Brassica campestris*). **Química Nova**, v. 35, n. 5, p. 889-895, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422012000500005>>. Acesso em: 02 abr. 2015.

SOUZA, Fernanda B. **Remoção de metais de efluentes petroquímicos por adsorção, bioadsorção e sistemas emulsionados**. 2012. 195 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2012.