

## Estudo Comparativo de Adsorção do Corante Preto Sulphcolor utilizando o Carvão Ativo Convencional com o Bagaço da Cana-de-açúcar In Natura e Tratada Quimicamente

É. C. Costa<sup>1</sup>; C. D. A. E. S. Barbosa<sup>1</sup>; J. A. Machado<sup>2</sup>; C. A. B. Garcia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química, Laboratório de Química Analítica Ambiental, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil  
ericacardoso\_07@yahoo.com.br

(Recebido em 31 agosto de 2010; aceito em 20 de dezembro de 2010)

Os corantes, quando presentes em efluentes industriais, contribuem para o agravamento da poluição ambiental. Diante dessa problemática, este trabalho teve como objetivo realizar o estudo comparativo da adsorção do corante preto sulphcolor da indústria têxtil utilizando o pó do bagaço da cana-de-açúcar em seus estados in natura e tratado com  $ZnCl_2$ , com um material bastante utilizado como adsorvente, o carvão ativo. Constatou-se que a eficiência na adsorção do corante sulphcolor se deu em tempo relativamente curto e apresentou um alto percentual de remoção, em pH 2. Além de obter um aumento na capacidade de adsorção com o acréscimo da concentração. Pode-se perceber também que o adsorvente forneceu uma melhor linearização quando os valores experimentais foram ajustados a equação linearizada de Freundlich para a cana in natura. Também pode ser notado que o bagaço da cana-de-açúcar tratada com  $ZnCl_2$  e carvão ativo são mais adaptadas à isoterma Langmuir. Por fim, o material em questão mostrou-se atrativo na remediação de cobre tanto do ponto de vista de eficiência quanto em relação ao seu baixo custo.

Palavras Chave: Adsorção, Corante, Cana-de-açúcar.

The dyes, when present in industrial effluents, have an effective contribution to environmental pollution. As for this reason, this paper aims to perform a study of sulphcolor black dye adsorption on sugar cane bagasse powder treated with  $ZnCl_2$  and *in natura*, and compare the results with its adsorption on charcoal, a material widely used as adsorbent. It was found that the efficiency of sulphcolor adsorption on both sugar cane bagasse occurred in a relatively short period of time with high removal percentage at pH 2. In addition, there was an increase in adsorption capacity when increasing concentration. The new adsorbent provided a better linearization when the experimental values were fitted to the linearized Freundlich equation for *in natura* sugarcane bagasse. It can also be noticed that sugarcane bagasse treated with  $ZnCl_2$  and charcoal are better fitted to the Langmuir isotherm. Finally, the materials proved to be attractive for dye remediation from the standpoint of efficiency as well as for their low cost.

Key words: Adsorption, Dye, Sugar cane.

### 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem aumentado bastante a preocupação da sociedade quanto a conservação do meio ambiente. A contaminação das águas, ocasionadas pela negligência no tratamento de seus rejeitos ou por acidentes cada vez mais freqüentes que acabam por lançar muitos poluentes nos ambientes aquáticos é um fato preocupante, sendo essencial o levantamento das condições de qualidade e o tratamento dos efluentes industriais, que representa um potencial de risco para os seres vivos de uma forma geral.

Os corantes, quando presentes em efluentes industriais, contribuem para o agravamento da poluição ambiental. A crescente preocupação com o meio ambiente tem intensificado o estudo de técnicas de remoção destas cargas poluidoras dos efluentes. Os efluentes têxteis não tratados adequadamente podem alterar drasticamente a qualidade da água tendo em vista a possibilidade de permanecerem por cerca 50

anos no ambiente, o que oferece riscos à estabilidade dos ecossistemas aquáticos, como também a saúde pública [1]. Isso deve-se à presença de poluentes orgânicos como os corantes. Neste sentido, a adsorção tem atraído bastante atenção, pois se apresenta como um método eficaz, econômico, além de um baixo consumo energético.

O bagaço de cana-de-açúcar é o resíduo da cana após a moagem. O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo (CONAB). Com o aumento de subprodutos e resíduos vindos de agroindústrias torna-se viável e promissor o uso desses resíduos agroindustriais quando olhados de um ponto de vista químico e/ou com aspecto ambiental. Ele é um material renovável e biodegradável que contém moléculas ricas em grupos hidroxilas que podem sofrer um grande número de modificações químicas para a produção de novos materiais [2].

Dessa forma o objetivo deste trabalho foi realizar o estudo comparativo da adsorção do corante preto sulphcolor da indústria têxtil utilizando o pó do bagaço da cana-de-açúcar em seus estados in natura e tratado com  $ZnCl_2$  com um material bastante utilizado como adsorvente, o carvão ativo convencional.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. OBTENÇÃO E PREPARAÇÃO DO MATERIAL ADSORVENTE

O bagaço da cana-de-açúcar empregado como material biossorvente neste projeto foi adquirido na forma de resíduos urbanos. Inicialmente, foi cortado em pedaços e posto para secar a  $60^{\circ}C$ .

Em seguida, foi triturado em moinho de faca e peneirado a 20 mesh. Essa granulometria foi utilizada em todos os experimentos. Já o carvão ativo foi obtido no próprio laboratório (laboratório de química analítica ambiental-LQA/UFS).



*Figura 01: Pó da cana-de-açúcar utilizado nos experimentos de adsorção.*

### 2.2. ATIVAÇÃO DA CANA IN NATURA COM CLORETO DE ZINCO

Foi preparada uma solução de cloreto de zinco com 20g do reagente a 120mL de água ultra pura. Foram pesados 20g da cana-de-açúcar, adicionados a solução de cloreto de zinco e deixado em contato por 24 horas. O material foi lavado com ácido clorídrico a 2,5% e depois com água ultra pura até atingir um pH próximo a 7. Em seguida colocou-se o material para secar em estufa a  $60^{\circ}C$ .

### 2.3. CAPACIDADE DE ADSORÇÃO DO ADSORVENTE

Para avaliar a capacidade de adsorção do material, foram colocados em frascos de polietileno 0,1g do pó de sementes de Moringa e 10 mL de uma solução sintética de Cobre em pHs e concentrações variadas segundo os objetivos de cada experimento. A capacidade de adsorção do adsorvente,  $Q$  (mg do metal/ g do adsorvente) foi determinada com base na diferença de concentração dos íons metálicos, usando-se a Equação 01 que se segue.

$$Q_e = (C_o - C_e) \cdot V / m \quad Eq. 01$$

Onde  $C_o$  é concentração do soluto na solução inicial (mg/L);  $C_e$ , concentração do soluto no equilíbrio (mg/L);  $V$ , volume da solução (L);  $m$ , massa do adsorvente (g).

### 2.3. ESTUDO CINÉTICO DA ADSORÇÃO

O estudo de cinética foi realizado em sistema de batelada. Uma série de frascos (polietileno) contendo 0,1g do adsorvente em contato com 10mL de solução do corante com concentração de 10mg/L, em pH 2, sob agitação constante de 150 rpm em um shake. Em intervalos pré-determinados foram retiradas alíquotas e estas foram filtradas e suas concentrações residuais determinadas.

### 2.4. EFEITO DA CONCENTRAÇÃO

O efeito da concentração foi realizado em sistema de batelada. Uma série de frascos (polietileno) contendo 0,1g do adsorvente foi colocada em contato com 10 mL de solução com concentração de 10, 20, 40mg/L de cobre em pH 2, sob agitação constante de 150 rpm em um shake. No tempo de equilíbrio foram retiradas as amostras e estas foram filtradas e suas concentrações residuais determinadas.

### 2.5. EFEITO DO pH

O efeito do pH foi realizado em sistema de batelada. Uma série de frascos (polietileno) contendo 0,1g do adsorvente foi colocada em contato com 10 mL de solução do corante com concentração de 10mg/L para a cana tratada e o carvão ativo e de 40mg/L para cana in natura em pHs 2,4,6 e 8, sob agitação constante de 150 rpm em um shake. No tempo de equilíbrio foram retiradas as amostras e estas foram filtradas e suas concentrações residuais determinadas.

### 2.6. EFEITO DA TEMPERATURA

O efeito da temperatura foi realizado em sistema de batelada. Uma série de frascos (polietileno) contendo 0,1g do adsorvente foi colocada em contato com 10 mL de solução do corante com concentração de 10mg/L para a cana tratada e o carvão ativo e de 40mg/L para a cana in natura em pH 2, nas temperaturas de 25, 35 e 45 °C sob agitação constante de 150 rpm em um shake. No tempo de equilíbrio foram retiradas as amostras e estas foram filtradas e suas concentrações residuais determinadas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.2. ESTUDO CINÉTICO

Os resultados demonstram uma cinética relativamente rápida, como pode ser observado na *figura 02*, sendo que para cana tratada e o carvão ativo a porcentagem de remoção no equilíbrio foram praticamente

iguais. A cana in natura obteve a porcentagem de remoção menor que a tratada com  $ZnCl_2$ , tal fato pode ser explicado porque na ativação química há um aumento no tamanho dos poros do adsorvente, fazendo com que mais íons presente na solução sejam removidos.

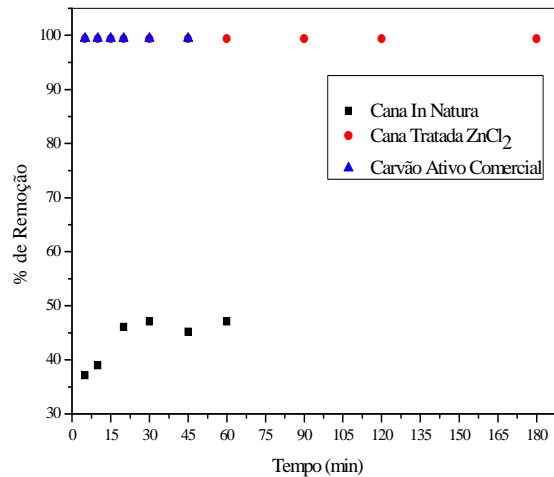


Figura 02: Estudo de adsorção do corante preto sulphcolor.

### 3.3. EFEITO DO pH

O valor do pH da solução é um dos fatores que afeta consideravelmente na adsorção de corantes. Segundo a *figura 03* pode-se perceber que o percentual de remoção no processo da adsorção para o carvão ativo não houve tanta influencia na variação do pH. Já para o pó do bagaço da cana no seu estado in natura ou modificado quimicamente apresentou melhor percentual de remoção em pH ácido (pH = 2) o que evidencia que o corante possui características aniônicas.

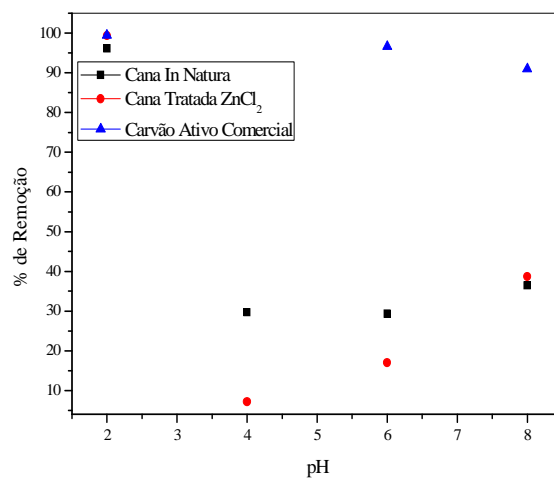


Figura 03: Efeito do pH na adsorção do corante preto sulphcolor.

Em pHs muito baixos a superfície do adsorvente está estreitamente associada com os íons hidrônios ( $H_3O^+$ ) que limita a aproximação dos cátions como resultado das forças repulsivas [3, 4, 5]. Além disso, para esses valores de pH, alguns grupos presentes no adsorvente como hidroxílicos e carboxílicos, não apresentam-se na sua forma dissociada e assim não podem ligar-se aos íons metálicos presentes na solução [6].

O fato do percentual de remoção do corante com o carvão ativo ter permanecido praticamente constante torna-se um ponto favorável, visto que não é preciso fazer tratamentos nos efluentes com relação a esse efeito. Com isso, é evitado o aumento no processo industrial.

### 3.4. EFEITO DA CONCENTRAÇÃO

Como pode ser observada na *figura 04*, o melhor percentual de remoção do corante foi de 96,13% com concentração de 40 ppm para cana in natura, 99,35% com concentração de 10 ppm para a cana tratada e de 99,68% com concentração de 20 ppm para carvão ativo. Sendo que a diferença no percentual de remoção para o carvão ativo não foi significativo com relação as diferentes concentrações.

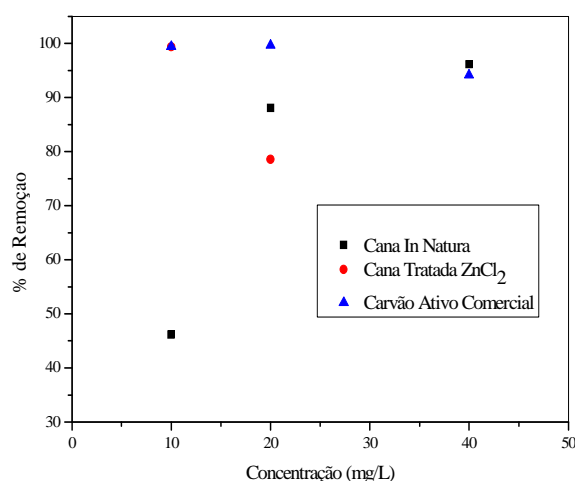


Figura 04: Efeito da concentração do corante preto sulphcolor no processo de adsorção.

### 3.5. ISOTERMAS DE ADSORÇÃO

Os parâmetros de ajuste dos modelos de Langmuir e Freundlich para o corante preto sulphcolor foram obtidos por meio dos dados das isotermas experimentais. Os melhores coeficientes de correlação foram obtidos pela isoterma de Freundlich para a cana in natura e pela isoterma de Langmuir para a cana tratada com  $ZnCl_2$  e carvão ativo.

Tabela 01: Fator de separação adimensional constante para cana in natura, cana tratada com  $ZnCl_2$  e carvão ativo.

Concentração	Adsorventes		
	C I	C T	C A
10	0,34	0,05	-
20	0,21	0,02	-
40	0,12	0,01	0,09
70	-	-	0,05
100	-	-	0,03
200	-	-	0,02

Tabela 02: Parâmetros de equilíbrio das isotermas de Langmuir e Freundlich para a cana in natura, cana tratada com  $ZnCl_2$  e o carvão ativo comercial

Adsorvente	Langmuir			Freundlich		
	Q <sub>máx</sub> (mg/g)	b (L/mg)	R <sup>2</sup>	K <sub>f</sub>	n	R <sup>2</sup>
C. I.	0,396	10,927	0,993	1,278	1,998	0,997
C. T.	1,834	1,487	0,979	0,496	1,097	1,000
C. A.	2,922	0,486	0,178	3,409	5,006	0,551

O parâmetro n (Freundlich) para cana in natura revelou um valor entre 1 – 10, conforme apresentado na *tabela 02*, o que indica adsorção favorável para o ensaio adsorptivo para o corante preto sulphcolor. Entretanto o parâmetro de equilíbrio,  $R_L$  de uma isoterma de Langmuir variou de 0,015 à 0,095 conforme apresentado na *tabela 01*, indicando que estas isotermas são favoráveis.

### 3.6. EFEITO DA TEMPERATURA

Pelos dados de percentual de remoção apresentados na *figura 05* que a adsorção da cana in natura e tratada quimicamente com cloreto de zinco diminui á medida que se aumenta a temperatura dos ensaios adsorptivos, sendo que para temperatura de 25°C não houve diferença significativa para esses dois materiais. No entanto, o carvão ativo comercial obteve altos percentuais de remoção em diferentes temperaturas.

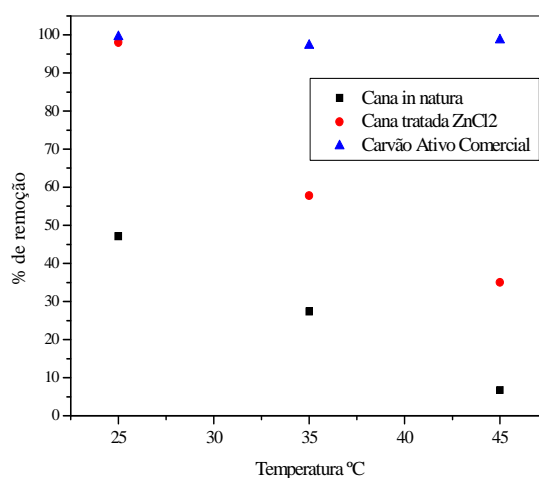


Figura 05: Efeito da concentração do corante preto sulphcolor no processo de adsorção.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram atrativos no processo de adsorção do corante preto sulphcolor pelo pó do bagaço da cana-de-açúcar no seu estado in natura e tratado quimicamente com  $\text{ZnCl}_2$ . Constatou-se que a eficiência na adsorção do corante sulphcolor se deu em tempo relativamente curto e apresentou um alto percentual de remoção, em pH 2. A capacidade de adsorção ( $q$  (mg metal/g do adsorvente)) aumentou com o aumento da concentração inicial do corante. Através da realização dos gráficos de isotermas para a adsorção do corante foi observado uma melhor linearização quando os valores experimentais foram ajustados a equação linearizada de Freundlich para a cana in natura e pela equação linearizada de Langmuir para a cana tratada com  $\text{ZnCl}_2$  e carvão ativo. Por fim, o material em questão mostrou-se atrativo na remediação do corante tanto do ponto de vista de eficiência quanto em relação ao seu baixo custo.

1. MADEIRA, V. S.; MORETTI, K.; HUMBERTO, J. J.; MOREIRA, R, F. P. M.; Remoção de Ferro de água subterrânea utilizando carvão como adsorvente em escala de bancada e escala piloto. Anais do IV Encontro Brasileiro sobre adsorção, 2003.
2. JIMENEZ, R. S.; DAL BOSCO, S. M.; CARVALHO, W. A.; Remoção de Metais Pesados de Efluentes Aquosos Pela Zeólita Natural Escocita- Influência da Temperatura e do pH na Adsorção de Sistemas Monoelementares. Química Nova, v.27, n.5, p. 734-738, 2004.
3. PINO, G. H.; MESQUITA, L. M. S.; TOREM, M. L.; PINTO, G. A. S. Biosorption of cadmium by green coconut shell powder. Minerals engineering, v. 19, p. 380 – 387, 2006.
4. FIOL, N.; VILLAESCUSA, I.; MARTINEZ, M.; MIRALLES, N.; POCH, J.; SERAROLS, J. Sorption of Pb(II), Ni(II), Cu (II), and Cd (II) from aqueous solution by olive stone waste. Separation and Purification technology, v. 50, p. 132-140, 2006.
5. KALYANI, S.; RAO, P. S.; KRISHNAIAH, A. Removal of nickel (II) from aqueous solutions using marie macroalgae as the sorbing biomass. Chemosphere, v. 57, p.1225- 1229, 2004.
6. CHUBAR, N.; CARVALHO, J. R.; NEIVA, M. J. Cork biomass as biosorbent of Cu (II), Zn (II) and Ni (II). Colloids and surfaces B: Biointerfaces, v. 230, p. 57-65, 2004.19. Cooney, D.O. Adsorption Design for Wastewater Treatment. Editora CRC Press, Boca Raton, Florida, 1999.