

ÁREA TEMÁTICA: Gestão Ambiental

## ADSORÇÃO DO CORANTE TÊXTIL AZUL DIRETO TRICEL NG-1BG COM ADSORVENTES OBTIDOS DE CASCA DE BANANA

*Catia Rosana de Aguiar (crlangeaguiar@gmail.com), Gabrieli Heimoski (gabiheimoski@hotmail.com)*

*Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC*

### RESUMO

O desenvolvimento da indústria têxtil traz como consequência diversos impactos ambientais, visto que os processos da cadeia produtiva geram resíduos e efluentes que possuem substâncias tóxicas e com alto poder de degradação. Uma opção de tratamento destes efluentes gerados, é o processo de adsorção, que consiste na migração de moléculas de uma fase fluida para a superfície de um sólido. O presente artigo objetivou estudar as potencialidades da aplicação de adsorventes oriundos do resíduo sólido agrícola, casca de banana prata, para a remoção de corantes têxteis, mais especificamente do corante direto. Com isso, além de proporcionar melhores resultados de qualidade nos efluentes tratados, o projeto propõe a redução da disposição dos resíduos em aterros industriais, ou em alguns casos, em locais inadequados. Por meio de análises já realizadas, pode-se afirmar que os resultados para o resíduo estudado, são de certa forma promissores. O melhor resultado obtido para a adsorção do corante direto, foi com o adsorvente ativado, seco a 100 °C. Este resultado indica o potencial de uso e estudos futuros do resíduo para processos de remoção de corante de efluentes têxteis.

**Palavras-chave:** Adsorção; corante direto; efluentes têxteis.

## ADSORPTION OF THE TRICEL NG-1BG BLUE TEXTILE DYE WITH ADSORBENTS OBTAINED FROM BANANA SKIN

### ABSTRACT

The development of the textile industry results in several environmental impacts, since the processes of the production chain generate waste and effluents that contain toxic substances and with high degradation power. An option to treat these generated effluents is the adsorption process, which consists of the migration of molecules from a fluid phase to the surface of a solid. This article aimed to study the potential of the application of adsorbents from the solid agricultural residue, banana peel silver, for the removal of textile dyes, more specifically the direct dye. Thus, in addition to providing better quality results in treated effluents, the project proposes to reduce the disposal of waste in industrial landfills, or in some cases, in inappropriate locations. Through analyzes already carried out, it can be stated that the results for the studied residue are somewhat promising. The best result obtained for the adsorption of the direct dye was with the adsorbent activated dried at 100 °C. This result indicates the potential for use and future studies of the residue for dye removal processes from textile effluents.

**Keywords:** Adsorption; direct dye; textile effluents.

### 1. INTRODUÇÃO

O crescente desenvolvimento da indústria têxtil traz como consequência diversos impactos ambientais. Visto que, desde os processos de beneficiamento dos fios até se obter o produto final, são realizados vários processos químicos, que incluem substâncias tóxicas e com alto poder de degradação, como é o caso dos corantes. Esses processos ainda geram como produto final, uma

enorme quantidade de efluentes, que uma vez sendo descartado de maneira inadequada pode trazer inúmeros danos ao meio ambiente (SILVA, 2019).

Tais efluentes possuem composições e características extremamente variadas, heterogêneas e com uma grande quantidade de material tóxico, fator que dificulta o tratamento e o descarte. Dentre os diversos corantes presentes nos efluentes têxteis está a classe de corantes do tipo direto, que será o foco do presente estudo. São corantes caracterizados por serem compostos solúveis em água e por possuírem alta afinidade com algodão e outras fibras de celulose (GUARATINI; ZANONI, 2000).

Atualmente, os métodos utilizados nas indústrias nem sempre alcançam os índices estabelecidos pelas agências de regularização. Diante disso, é possível compreender a necessidade dos estudos de novos métodos para tratamento de efluentes que buscam a melhoria da qualidade e a adequação aos parâmetros legais. Dentre os métodos amplamente estudados na atualidade pode ser citado o processo de adsorção, que envolve a transferência de massa de uma fase fluida para a superfície de um sólido, o chamado adsorvente. Podendo ser aplicado com grande eficiência e economia no tratamento de efluentes.

O uso generalizado de carvão ativado comercial como adsorvente é, por vezes restrito, devido a seus custos mais elevados (BHATNAGAR et al., 2010). Portanto, é necessária a busca de materiais de baixo custo para ser utilizado industrialmente como adsorvente. Têm sido feitas tentativas para desenvolver adsorventes baratos utilizando numerosos materiais residuais agroindustriais e municipais.

A utilização destes materiais é atraente devido à sua contribuição na redução de custos e na diminuição de resíduos sólidos depositados em aterros sanitários. Além disso, propicia melhores resultados de qualidade nos efluentes tratados e proporciona às empresas alternativas de redução de emissão de poluentes, de reuso de efluentes e de busca de redução de custos. Visto isso, estudos mostram, a possibilidade de aplicação de diversos resíduos agroindustriais como casca de arroz (COSTA et al., 2009), epicarpo de uva niágara (PORTO et al., 2019), coco verde (ROCHA et al., 2012) e até mesmo resíduos industriais têxteis como, lodo das próprias estação de tratamento de efluentes (VASQUES et al., 2011).

## **2. OBJETIVO**

O presente estudo tem como objetivo apresentar os potenciais da aplicação de adsorventes oriundos de resíduos sólidos agrícolas para a remoção de corante têxtil direto. Avaliando a eficiência de remoção, a cinética e a isoterma de adsorção do corante azul direto Tricel NG-1BG. A partir de adsorventes de casca de banana prata secos a 60,100 e 200° C, e ativados quimicamente com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e NaOH.

## **3. METODOLOGIA**

### **4. 3.1 OBTENÇÃO DOS ADSORVENTES**

Para a obtenção dos adsorventes utilizados, foram coletadas cascas de banana (CB) do tipo prata adquiridas em mercados do município de Blumenau. As cascas foram devidamente lavadas e cortadas em pedaços de aproximadamente 3 x 3 cm e secas em estufa por 24 horas em temperatura de 60 °C. A seguir, as amostras de casca de banana foram trituradas em moinho de facas da marca Solab, com abertura de peneira de 2,00 mm. Alíquotas da amostra seca a 60 °C foram introduzidas em estufa a 100 °C durante 2 horas, para obtenção dos adsorventes secos a 100°C e em forno mufla a 200 °C durante 2 horas para obtenção dos adsorventes secos a 200°C.

Para obtenção dos adsorventes ativados quimicamente com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, alíquotas das amostras secas a 60 °C foram embebidas com 10 mL de solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 molar e introduzidas em estufa a 110 °C durante 24 horas. Em seguida, as amostras foram retiradas e levadas ao forno mufla a 450 °C

por mais 15 minutos. Ao fim do processo a amostra foi lavada com água destilada até atingir pH neutro.

Para ativação com NaOH as amostras secas a 60 °C foram embebidas com 10 mL de solução de NaOH 1 molar e introduzidas em estufa a 110 °C durante 24 horas. Após este tempo, as amostras foram inseridas em forno mufla a 450 °C durante 15 minutos, ao final do processo, as amostras foram lavadas com água destilada até atingir pH neutro. Por último todas as amostras foram acondicionadas em dessecador para posteriormente serem empregadas nos processos de adsorção.

### 5. 3.2 EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO

Para a determinação da melhor eficiência de adsorção, os testes foram efetuados em *shaker*, em temperatura ambiente aproximada de 25 °C. Os ensaios foram realizados em frascos de erlenmeyer de 250 mL, com 100 mL de solução sintética de corante, elaborada a partir do corante Azul direto TRICEL NG-1BG, inicialmente em concentração de 30 mg/L. Para cada adsorvente foram analisados três valores de pH, sendo eles 5, 7 e 9, que foram corrigidos com soluções de hidróxido de sódio e ácido acético.

Após o preparo e o ajuste de pH, 3 mL da solução inicial foram retiradas para posterior análise. Em seguida, foram adicionados 3,0 g/L de adsorvente na solução sintética que foi conduzida ao *shaker* por 24 horas, sob rotação aproximada de 110 rpm. Alíquotas da solução após 12 e 24 horas foram retiradas, filtradas e analisadas. Todas as análises foram realizadas em espectrofotômetro da marca Bel Photonics, modelo UV-M51, com comprimento de onda de 594 nm.

Os dados obtidos usando esta metodologia foram utilizados para determinar a eficiência de adsorção, comparando-os com a solução inicial. A capacidade de adsorção dos adsorventes foi calculada aplicando as equações (1) e (2) que descrevem, respectivamente, a concentração de corante no adsorvente e a eficiência de remoção.

$$q_e = [(C_o - C_e)V]/m \quad \text{Equação 1}$$

$$R\% = [(C_o - C_f)/C_o] 100 \quad \text{Equação 2}$$

Onde,  $q_e$  = concentração de corante no adsorvente no equilíbrio (mg/g),  $C_o$  = concentração inicial de corante em solução (mg/L),  $C_e$  = concentração de corante na solução no equilíbrio (mg/L),  $V$  = volume em L,  $m$  = massa em g,  $C_f$  = concentração final de corante na solução (mg/L),  $R$  = eficiência de remoção de corante (%).

### 3.3 Caracterização

O carvão feito a partir da casca de banana seca a 100 °C foi analisado com Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Espectrometria de Energia Dispersiva de raios X (EDS) E Espectroscopia de Absorção na Região do Infravermelho (FTIR). Com o objetivo de obter a microfotografia da estrutura física da amostra, bem como a identificação qualitativa e quantitativa dos grupos funcionais orgânicos presentes na amostra.

### 3.4 Cinética e isotermas de adsorção

Para a determinação da cinética de adsorção, foram realizados processos de adsorção com a casca de banana seca a 100 °C, que seguem a mesma metodologia descrita anteriormente na eficiência de remoção. No entanto, para esse processo, alíquotas foram coletadas de hora em hora, até que o ponto de equilíbrio fosse atingido, que foi observado em aproximadamente 8 horas. Para analisar

a cinética de adsorção, foram empregados os modelos cinéticos de pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem, de acordo com as equações 3 e 4, respectivamente.

$$\log_{10}(q_e - q_t) = \log_{10}q_e - k_1 t / 2,303 \quad (3)$$

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \quad (4)$$

Onde,  $q_e$  = concentração de corante no adsorvente no equilíbrio (mg/g),  $q_t$  = concentração de corante no adsorvente no tempo  $t$  (mg/g),  $t$  = tempo(h),  $k_1$  = constante de velocidade de adsorção ( $\text{min}^{-1}$ ),  $k_2$  = constante de velocidade de pseudo-segunda-ordem ( $\text{g mg}^{-1} \text{min}^{-1}$ ).

Para a determinação das isotermas, novamente os ensaios foram semelhantes ao da eficiência de remoção de corante. No entanto, desta vez diferentes concentrações iniciais foram avaliadas, sendo elas 5, 10, 20 e 40 mg/L. O processo de adsorção ocorreu durante 4 horas, intervalo de tempo determinado pelos ensaios cinéticos. Foram aplicados os modelos das equações da isoterma de Langmuir e da isoterma de Freundlich para cálculo das isotermas, conforme equações 5 e 6, respectivamente.

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L} + q_m C_e \quad (5)$$

$$\ln q_e = \ln K_F + \frac{1}{n_F} \ln C_e \quad (6)$$

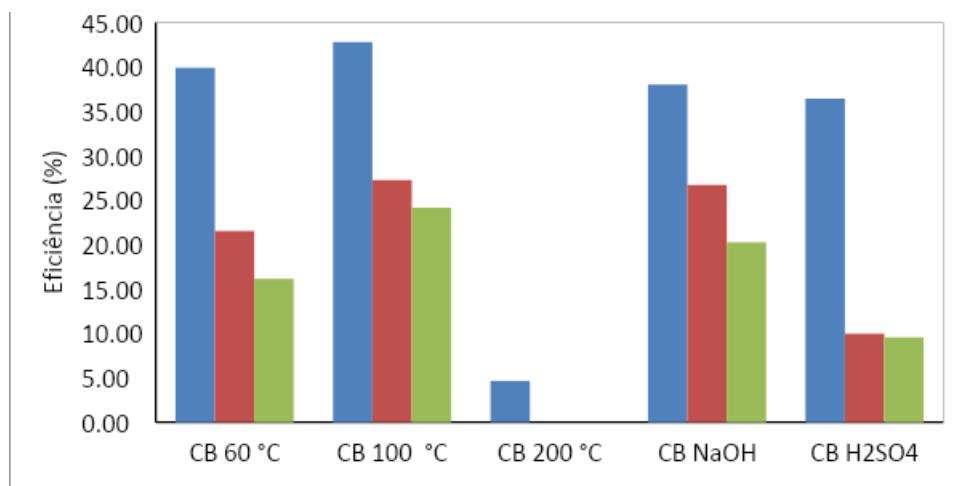
onde,  $q_e$  = concentração de corante no adsorvente no equilíbrio (mg/g),  $q_t$  = concentração de corante no adsorvente no tempo  $t$  (mg/g),  $K_L$  = constante de Langmuir,  $q_m$  = quantidade máxima de soluto adsorvido para a formação de uma monocamada completa (mg/g),  $k_f$  e  $n_f$  = constantes de Freundlich.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Eficiência de remoção

Os resultados da eficiência de remoção do corante Azul direto Tricel NG-1BG para os adsorventes estudados, podem ser vistos na figura 1.

**Figura 1.** Eficiência de remoção do corante azul direto Tricel NG-1BG para os adsorventes CB

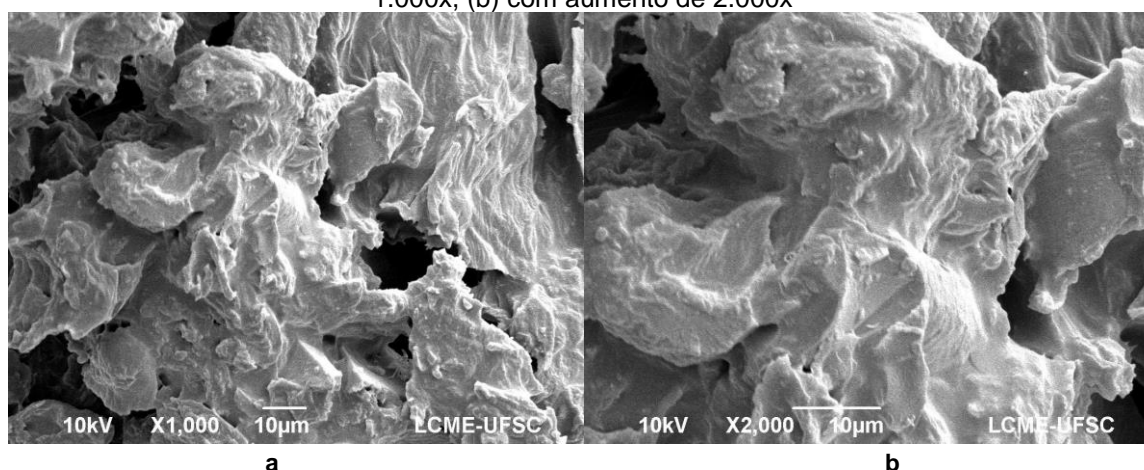


A partir da figura 1 é possível perceber os efeitos provocados pelas alterações de pH, temperatura de secagem e ativações químicas sobre este processo. Os resultados após 12 horas de adsorção e em pH 5 foram melhores para a maioria das amostras, com exceção da casaca seca a 200 °C. O melhor resultado foi obtido com a casaca seca a 100 °C, o que traz vantagens devido a não necessidade de uso de outros elementos químicos para a ativação.

#### 4.2 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) acoplado a um espectro de energia dispersiva (EDS)

O adsorvente CB seco a 100 °C foi selecionado para fazer a microscopia eletrônica de varredura. Na Figura 2 estão representadas as fotomicrografias obtidas a partir da análise de microscopia eletrônica para o adsorvente CB 100 °C.

**Figura 2.** Fotomicrografia das partículas do adsorvente CB seca a 100 °C (a) com aumento de 1.000x, (b) com aumento de 2.000x



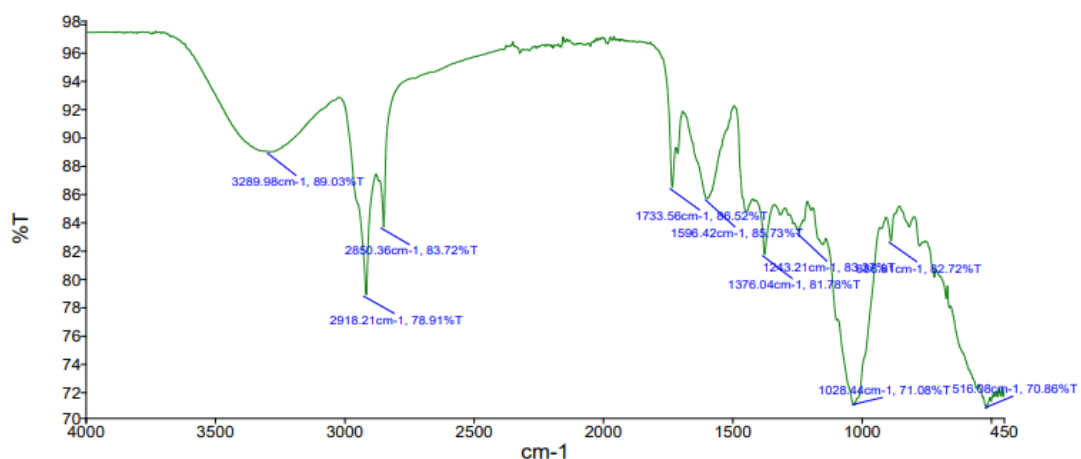
A figura 2 mostra uma superfície predominantemente lisa, sem presença relevante de fissuras e com presença de macroporos. Na análise complementar, utilizando EDS, foram observados picos de baixa intensidade de C, O e N.

#### 4.3 Espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR)

A espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier foi empregada para verificar os grupos funcionais presentes na amostra de casca de banana seca a 100°C. Os grupos funcionais são importantes pois influenciam o comportamento de adsorção. A figura 3 apresenta os resultados do FTIR para CB 100 °C.

A banda na região 2967 cm<sup>-1</sup> a 2843 cm<sup>-1</sup> corresponde aos grupos funcionais CH-OH, -CH e -CH<sub>2</sub> por regiões de 1734 cm<sup>-1</sup> podem ser atribuídas à ligação C=O. A banda larga na região 2933 cm<sup>-1</sup> a 2847 cm<sup>-1</sup> é causada pelas vibrações C-H. A frequência de grupos S=O próximo da banda 1000 cm<sup>-1</sup> ou grupos O-H próximo a banda 1053 cm<sup>-1</sup>. O grupo éteres pode ser atribuído a bandas próximo a 1000 cm<sup>-1</sup> a 800 cm<sup>-1</sup>. O grupo funcional C=O também foi encontrado em estudos de Boniolo, (2008).

Figura 3. Espectro de FTIR obtido para Casca de Banana 100 °C.



O quadro 1 mostra os grupos funcionais identificados na amostra da casca de banana.

Quadro 1. Grupos funcionais identificados por FTIR

Banda de adsorção (cm <sup>-1</sup> )	Grupo Funcional	Função orgânica
2967 cm <sup>-1</sup> a 2843 cm <sup>-1</sup>	CH-OH, -CH e -CH <sub>2</sub>	Alcanos alifáticos, álcoois vinílicos,
1734 cm <sup>-1</sup>	C=O	Aldeídos Ésteres Cetonas
2933 cm <sup>-1</sup> a 2847 cm <sup>-1</sup>	C-H	Alcanos alifáticos
1053 cm <sup>-1</sup>	C-H	Alcanos alifáticos

Os principais grupos responsáveis pela adsorção de corantes segundo Boniolo (2008), são grupos carbonila e hidroxila. Estes estão presentes em toda estrutura de carboidrato da casca de banana na forma de celulose, hemicelulose, lignina e derivados que totalizam carga negativa favorável para fixação dos íons metálicos de carga positiva.

#### 4.4 Cinética e Isotermas de adsorção

Ao efetuar a determinação da cinética de adsorção do corante em estudo com a casca de banana seca a 100 °C, observou-se que o modelo cinético que se ajustou ao processo foi o modelo de pseudo-segunda ordem e que a adsorção é regida pelo modelo da Isoterma de Freundlich. O ajuste aos modelos pode ser observado na Figura 4.

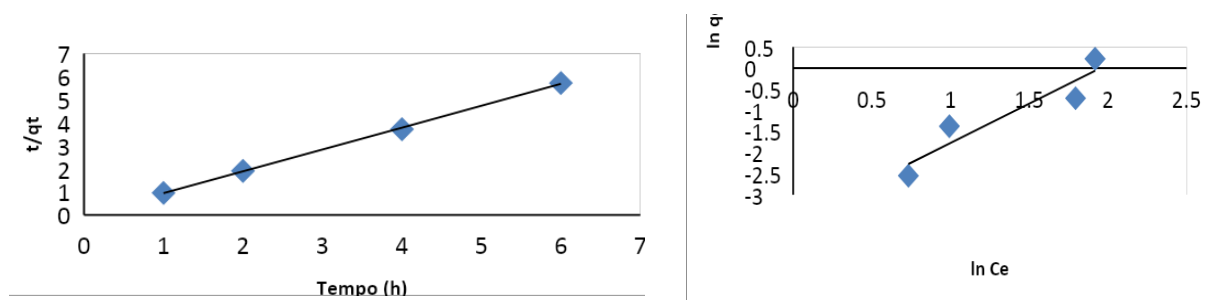


Figura 4. Modelo cinético de adsorção (a), modelo isotérmico de adsorção (b)

a

b

Quando um processo de adsorção ajusta-se ao modelo cinético de pseudo-segunda ordem, pode-se afirmar que o adsorbato ocupa o adsorvente por dois sítios ativos. Da mesma maneira, o modelo isotérmico de Freundlich indica uma distribuição logarítmica de sítios ativos, que constitui um tratamento válido quando não existe interação apreciável entre as moléculas de adsorbato.

## 5. CONCLUSÃO

Este estudo, demonstrou que os processos de adsorção utilizando resíduos sólidos agrícolas são de certa forma promissores. Os resultados variaram bastante de acordo as condições a qual o processo foi submetido, sendo elas temperatura de secagem, pH da solução e ativação química. O melhor resultado obtido para a adsorção do corante direto, foi com o adsorvente ativado seco a 100 °C, o que é um resultado importante por permitir a ativação do adsorvente sem o uso de elementos nocivos ao ambiente.

É importante que pesquisas mais aprofundadas sejam feitas, analisando outras formas de adsorção para avaliar melhor o potencial de adsorção do adsorvente feito de casca de banana e tendo em vista ganhos como melhoria da qualidade do efluente tratado, redução de resíduos sólidos depositados em aterros sanitários e redução de custos.

## 6. REFERÊNCIAS

BONIOLO, Milena Rodrigues. **BIOSSORÇÃO DE URÂNIO NAS CASCAS DE BANANA**. 2008. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo - Sp, 2008.

COSTA, Ediani P. et al. Uso da casca de arroz como adsorvente na remoção do Corante têxtil vermelho remazol 5R. **Caderno de Pesquisa**, v. 16, n. 2, p. 44-50, 2009.

GUARATINI, C. C.; ZANONI, M. V. B. Corantes têxteis. *Química nova*, v. 23, p. 71-78, 2000.

BHATNAGAR, Amit; SILLANPÄÄ, Mika. Utilization of agro-industrial and municipal waste materials as potential adsorbents for water treatment—A review. **Chemical Engineering Journal**, [s.l.], v. 157, n. 2-3, p.277-296, 1 mar. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2010.01.007>.

PORTO, Ana Luiza Lêdo et al. EPICARPO DE UVA NIÁGARA ROSADA (VITIS LABRUSCA) COMO ADSORVENTE PARA REMOÇÃO DO CORANTE VIOLETA CRISTAL. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 2, 2019.

ROCHA, Otidene Rossiter Sá da; NASCIMENTO, Grazielle Elisandra do; CAMPOS, Natália Ferreira; SILVA, Valdinete Lins da; DUARTE, Marta Maria Menezes Bezerra. Avaliação do processo adsorptivo utilizando mesocarpo de coco verde para remoção do corante cinza reativo BF-2R. **Química Nova**, [s.l.], v. 35, n. 7, p.1369-1374, 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422012000700016>.

SILVA, Damião Alves dos Santos. **CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE UMA INDÚSTRIA TÊXTIL DO VALE DO PIANCÓ - PB**. 2019. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Química, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras-pb, 2019.

VASQUES, Andressa Regina; SOUZA, Selene M. A. Guelli U. de; WEISSENBERG, Letícia; SOUZA, Antônio Augusto Ulson de; VALLE, José Alexandre Borges. Adsorção dos corantes RO16, RR2 e RR141 utilizando lodo residual da indústria têxtil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s.l.], v. 16, n. 3, p.245-252, set. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522011000300007>.