

## II-052 – REMOÇÃO DO CORANTE VERMELHO DISPERSO 43 DE EFLUENTE SINTÉTICO COM CASCA DE *PINUS ELLIOTTI*, COM E SEM MODIFICAÇÃO QUÍMICA

**Victor Hugo Mondini Correa**<sup>(1)</sup>

Estudante de Engenharia Têxtil na UFSC.

**Renan Felinto dos Santos**<sup>(2)</sup>

Estudante de Engenharia Têxtil na UFSC.

**Cintia Marangoni**<sup>(3)</sup>

Engenheira Química pela FURB. Mestre e Doutora em Engenharia Química pela UFSC. Professora nos cursos de Engenharia Têxtil e Engenharia de Controle e Automação na UFSC (Blumenau) e membro permanente na pós-graduação em Engenharia Química.

**Catia Rosana Lange de Aguiar**<sup>(4)</sup>

Engenheira Química pela FURB. Especialista em Processos Têxteis, Mestre e Doutora em Engenharia Química pela UFSC. Especialista em Administração de Produção pelo ICPG. Professora no curso de Engenharia Têxtil na UFSC (Blumenau).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua João Pessoa, 2750 – Velha – Blumenau – SC – CEP: 89036-256 – Brasil – Tel (47) 3232 – 5100 – e-mail: [v.h.m.c@hotmail.com](mailto:v.h.m.c@hotmail.com)

**Endereço**<sup>(2)</sup>: Rua João Pessoa, 2750 – Velha – Blumenau – SC – CEP: 89036-256 – Brasil – Tel (47) 3232 – 5100 – e-mail: [renan.felinto93@gmail.com](mailto:renan.felinto93@gmail.com)

**Endereço**<sup>(3)</sup>: Rua Pomerode 710 - Salto do Norte - Blumenau - SC – CEP: 89065-300 – Brasil – Tel (47) 3232-5100 – e-mail: [cintia.marangoni@ufsc.br](mailto:cintia.marangoni@ufsc.br)

**Endereço**<sup>(4)</sup>: Rua João Pessoa, 2750 – Velha – Blumenau – SC – CEP: 89036-256 – Brasil – Tel (47) 3232 – 5100 – e-mail: [catia.lange@ufsc.br](mailto:catia.lange@ufsc.br)

### RESUMO

A indústria têxtil é conhecida pela produção de efluentes caracterizados pela presença de diversos elementos, que são advindos dos mais variados processos de produção que empregam recursos hídricos, tais como preparação, desengomagem, tingimentos e acabamentos. Dentre estes elementos, os corantes implicam em um forte causador de impactos ambientais quando eliminados sem tratamento prévio ou mesmo de forma incorreta. Diversas pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de eliminar os elementos corantes dos efluentes, quais sejam, oxidação, floculação e sedimentação, processos de adsorção e outros. Nos processos de adsorção, diferentes materiais podem ser empregados como adsorventes e, neste estudo foram utilizados o carvão ativado comercial de casca de coco como referencial (por ser um elemento de eficácia conhecida) e cascas de *pinus elliotti* in natura e com modificação térmica a 200 °C e químicas com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, para a remoção do corante vermelho disperso CI 43 de uma solução aquosa. Os testes foram realizados em um período de 6 horas, em temperatura ambiente, empregando três diferentes valores iniciais de pH (5, 7 e 9). Os resultados mostraram que o carvão ativado comercial de casca de coco ainda apresenta melhor eficiência de adsorção frente à casca de *pinus elliotti*. O melhor pH de adsorção para o corante vermelho disperso CI 43 foi 7,0, tanto para o carvão ativado de casca de coco, quanto para a casca de pinus. Com base nos resultados obtidos, é possível afirmar que os corante dispersos podem ser adsorvidos com o carvão ativado de casca de coco e há indícios de que o corante vermelho possa vir a ser adsorvido pela casca de *pinus elliotti*, porém maiores estudos devem ser realizados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adsorção, corantes têxteis, sustentabilidade.

### INTRODUÇÃO

A indústria têxtil é caracterizada por ter correntes com elevadas concentrações de corantes em seus efluentes. Grande parte destes corantes é removida eficientemente com os métodos convencionais, físicos, químicos e biológicos, de tratamento. Porém, quando um dos objetivos é o reuso industrial para o efluente pós-tratamento, seja para processos de tingimento ou outras aplicações, a cor residual nos processos convencionais é considerada elevada, influenciando negativamente na qualidade de artigos processados com esta corrente.

Para a remoção de corantes residuais em efluentes têxteis, uma das técnicas que pode ser aplicada é a adsorção. Os estudos de Cid et al. (2016) mostraram que corantes ácidos, básicos e reativos podem ser removidos com adsorventes a partir de resíduos vegetais como cascas de pera e hastes de brócolis e, as capacidades máximas de adsorção obtidas foram de 312,5 mg/g para os corantes ácidos e 500 mg/g para os corantes básicos. Foi observado por Belaid et al. (2013), que corantes básicos são adsorvidos com maior eficiência que os corantes reativos por carvões ativados vegetais comerciais, .

O uso de subprodutos agrícolas e florestais como adsorventes também já vem sendo empregado em estudos como alternativas aos tratamentos convencionais de efluentes. Marchi, Soeiro e Halasz (2015), estudaram a adsorção do corante básico azul de metileno por cascas de *Eucalyptus grandis* e obtiveram resultados positivos, mostrando que este adsorvente pode ser utilizado em processos de remoção de corantes de efluentes industriais. Ao avaliar a adsorção de Cr com cascas de *pinus elliotti*, Strey et al (2017), concluíram que é possível remover em média 90,25% do elemento em solução, utilizando pH 5. Resultados de adsorção de azul de metileno com serragem de *pinus elliotti* mostraram que este adsorvente reteu 435,91mg/g de azul de metileno a 25 °C em uma concentração inicial de 800 mg/L de corante (SILVA, 2005).

Para compreender como ocorre a remoção de corante utilizando processos de adsorção, a cinética de adsorção é utilizada para se obter a velocidade com que este fenômeno acontece. Por meio desta, é possível compreender a influência do tempo de contato sobre a quantidade de moléculas adsorvidas na superfície do adsorvente. Os estudos de cinética são fundamentais para determinar as condições ideais para se alcançar a eficiência no sistema, podendo ser influenciado diretamente pelas características físico-químicas do adsorbato (natureza do adsorbato, peso molecular, solubilidade e etc.), do adsorvente (natureza, estrutura de poros) bem como da solução (pH, temperatura e concentração) (SCHIMMEL, 2008 apud DINIZ, 2014).

As características dos adsorventes podem ser alteradas através de modificações térmicas e/ou químicas sobre a superfície destes. Diversos estudos indicam modificações químicas sobre adsorventes, dentre eles, a aplicação de ácido fosfórico sobre a superfície (Kaouah et al. 2013, Villarreal et al. 2013, Wang et al. 2010, Wang e Yan, 2011).

Considerando os impactos ambientais ocasionados pelos corantes residuais presentes nos efluentes têxteis, bem como a necessidade de remoção destes para fins de reuso, processos de adsorção com adsorventes de fontes naturais e de baixo impacto ao meio ambiente são de fundamental importância. Observando-se também que alguns pesquisadores utilizaram cascas de *pinus elliotti* em processos de adsorção de corantes e sendo este um material natural e de baixo custo, o estudo visa à determinação da adsorção do corante vermelho disperso 43 com o uso de cascas de *pinus elliotti* in natura, bem como com estas cascas modificadas térmica e quimicamente. Para avaliar a eficiência da adsorção, será utilizado como parâmetro um carvão ativado comercial de casca de coco. O emprego do corante disperso é justificado pelo seu elevado uso na indústria têxtil, sendo aplicado nos tingimentos de fibras de poliéster, que é considerada uma fibra de baixo custo e de importantes desenvolvimentos tecnológicos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a avaliação da eficiência de adsorção do corante disperso vermelho 43 foi utilizada a casca de *pinus elliotti*, como fonte natural, abundante e de baixo custo como adsorvente. As cascas foram obtidas em casa agropecuária, trituradas em moinho de bolas e sua granulometria foi determinada por meio de peneiramento, em um conjunto de peneiras série Tyler (8 a 100) acopladas a uma mesa vibratória. A granulometria selecionada para os processos de adsorção in natura, bem como para os processos de modificação térmica e química foi entre 1,0 e 1,68 mm, de forma aleatória. Foram empregadas amostras de casca in natura, modificadas com ácido fosfórico, com peróxido de hidrogênio e modificadas termicamente a 200 °C. Para comparar os resultados com o adsorvente natural, foi utilizado um adsorvente comercial de casca de coco da empresa Carbomafra, com granulometria de 0,55 a 0,70 mm.

A modificação térmica das cascas de *pinus elliotti* foi realizada em mufla, em temperatura de 200 °C durante 2 h. Para a modificação química com H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 10 g de cascas foram embebidas em 100 mL de solução a 10% de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> e mantidas em agitação em *shaker* por duas horas. Após este período as cascas foram lavadas e secas

em estufa a 100 °C durante 24 h. O mesmo processo foi aplicado para a modificação química das cascas com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em solução de 10% do oxidante.

Os processos de adsorção foram efetuados em pH 5, 7 e 9, com concentração inicial de 30 mg/L de corante e concentração de 5 g/L de cada um dos adsorventes estudados. Todos os processos de adsorção foram realizados em erlenmeyer de 250 mL, com volume de solução de 100 mL e em *shaker* com rotação de 110 rpm, durante 6 h em temperatura ambiente.

Alíquotas das soluções foram coletadas no tempo inicial e de hora em hora, até o tempo final de 6 h, e tiveram sua absorbância lida em espectrofotômetro UV, Micronal, modelo AJX 1900, em comprimento de onda de 299 nm, com o objetivo de avaliar a eficiência de remoção do corante.

Para o cálculo da eficiência de adsorção foi aplicada a equação 01.

$$Eficiência (\%) = \frac{Conc.\text{-inicial} - Conc.\text{-final}}{Conc.\text{-inicial}} * 100$$

Equação 01

Onde: Conc. Inicial = concentração inicial de corante na solução, conc. Final = concentração final de corante na solução, após processo de adsorção.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das leituras de absorbância nos tempos inicial e final no processo de adsorção do corante vermelho disperso 43 podem ser observados na Tabela 1.

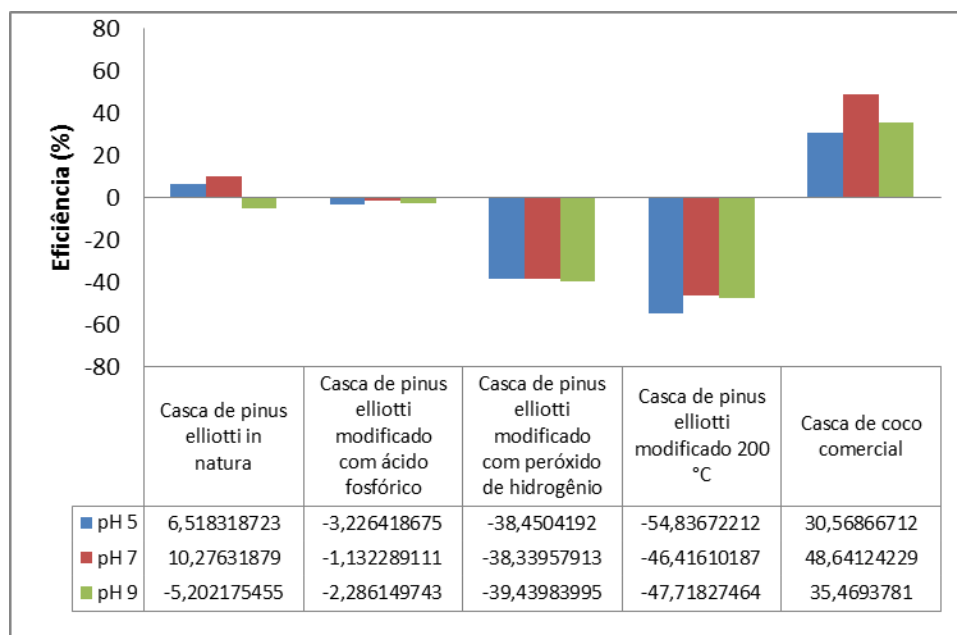
**Tabela 1: Resultados de concentração média inicial e final e eficiência para a adsorção do corante vermelho disperso 43, em pH 5,0, 7,0 e 9,0 para os adsorventes em estudo.**

Adsorvente	pH 5,0			pH 7,0			pH 9,0		
	Conc. Inicial (mg/L)	Conc. Final (mg/L)	Eficiência (%)	Conc. Inicial (mg/L)	Conc. Final (mg/L)	Eficiência (%)	Conc. Inicial (mg/L)	Conc. Final (mg/L)	Eficiência (%)
Casca de <i>pinus elliotti</i> in natura	29,66	27,72	6,51	29,19	26,19	10,27	28,19	29,66	-5,20
Casca de <i>pinus elliotti</i> modificado com H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	35,12	36,26	-3,22	35,32	35,73	-1,13	34,99	35,79	-2,28
Casca de <i>pinus elliotti</i> modificado com H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	23,06	31,92	-38,45	23,12	31,99	-38,34	23,32	32,52	-39,43
Casca de <i>pinus elliotti</i> modificado 200 °C	32,46	50,26	-54,84	32,46	47,52	-46,41	31,99	47,26	-47,71
Casca de coco comercial	29,66	20,59	30,57	29,19	14,99	48,64	28,19	18,19	35,46

Na Tabela 1 observa-se que os melhores resultados são obtidos por meio da adsorção com o carvão ativado comercial de casca de coco nos três pH estudados, onde a eficiência de remoção de corante foi superior à remoção de corante aplicando o adsorvente de casca de pinus.

Quando são avaliados os resultados obtidos no processo de adsorção com o adsorvente obtido a partir de cascas de *pinus elliotti*, observa-se que quando este material é empregado *in natura*, a eficiência de remoção de corante obtida nos pH 5,0 e 7,0 é de 6,51 e 10,27% respectivamente, enquanto que no pH 9,0 este resultado é de -5,20%, indicando que não há adsorção de corante por parte do adsorvente. Quando foi aplicado o adsorvente de casca de pinus após ativação térmica a 200 °C, os resultados indicam que não há adsorção com este adsorvente. Este processo pode ter contraído os poros do adsorvente, o que passa a impedir a adsorção do corante vermelho disperso 43, que é um corante de molécula grande, conforme informado pelo seu fornecedor.

Quando são avaliados os resultados obtidos após os processos de adsorção com o adsorvente modificado com ácido fosfórico, é possível perceber que não há remoção do corante da solução. Quando esta avaliação é feita observando-se a eficiência de remoção do corante por meio de um processo de adsorção com cascas de *pinus elliotti* modificadas com peróxido de hidrogênio, além de não haver adsorção do corante, há um aumento de cor na solução, indicando que o adsorvente além de não reter o corante em sua superfície, este libera para a solução compostos presentes em seu interior, que foram formados após a oxidação do material. Quando a casca de pinus é modificada, os resultados apresentados são negativos, indicando que a adsorção não ocorre e que de forma inversa, há a liberação de elementos que colorem a solução, aumentando assim a sua absorvância. Para uma melhor compreensão dos resultados, a eficiência de adsorção é apresentada na Figura 1.



**Figura 1: Eficiência de adsorção (%) obtida para a remoção do corante vermelho disperso 43 na avaliação dos adsorventes estudados.**

Quando se observa a eficiência de adsorção do corante com o emprego do carvão ativado comercial de casca de coco, percebe-se que a remoção acontece de nos três valores de pH e pode-se justificar este resultado por meio da Figura 2, que mostra a superfície deste adsorvente. Esta superfície possui uma grande quantidade de poros, que promovem a adsorção dos corantes.

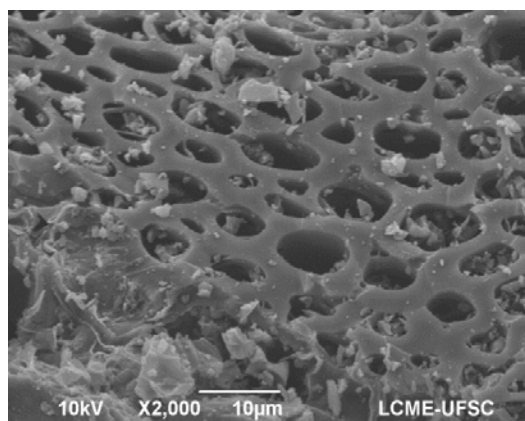


Figura 2: MEV do carvão ativado de casca de coco comercial

## CONCLUSÕES

O presente estudo avaliou o emprego de cinco adsorventes, sendo estes: carvão ativado de casca de coco comercial, casca de *Pinus elliotti* in natura e esta mesma casca modificada quimicamente com  $H_3PO_4$  e  $H_2O_2$  e modificado termicamente a 200 °C. Como adsorbato, foi utilizado o corante da classe disperso, vermelho 43. Dentre os adsorventes avaliados, o melhor resultado foi obtido com o emprego do carvão ativado de casca de coco comercial, porém este era um valor esperado, por ser um adsorvente já aplicado em diversos processos de adsorção. Quando empregado o adsorvente casca de *pinus elliotti* in natura, este apresentou uma eficiência de adsorção, de 10,13% em pH 7,0, o que motivou os estudos de modificação química e térmica da superfície do mesmo. Porém, após emprego das cascas de *pinus elliotti* modificadas nos processos de adsorção, nos parâmetros estudados, observou-se que estas não apresentavam boa eficiência, indicando que as modificações empregadas não trazem benefícios na remoção desta classe de corante de soluções aquosas. Ressalta-se que os resultados obtidos com a aplicação das cascas de *pinus elliotti* in natura são positivos e como não há o emprego de temperatura ou químicos para a modificação de sua superfície, este pode ser considerado um adsorvente ambientalmente correto que pode vir a ser estudado em diferentes condições, como maiores concentrações de adsorvente, diferentes tamanhos de partículas, em temperaturas mais elevadas ou ainda com o emprego de diferentes corantes.

Com base nos resultados obtidos, é possível afirmar que os corante dispersos podem ser adsorvidos com carvão ativado de casca de coco e pela casca de *pinus elliotti* in natura, porém maiores estudos devem ser realizados. Os corantes dispersos necessitam de estudos mais aprofundados para sua remoção, tendo em vista que a sua eficácia de remoção é baixa, quando comparados os resultados com outras classes de corante através de dados da literatura.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa PIBIC e ao Laboratório de meio Ambiente (LABMAM) da Universidade federal de Santa Catarina.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CID, A. A. P., GONZÁLEZ, A. M. H., VILLANUEVA, M. S., HERNÁNDEZ, A. B. Elimination of textile dyes using activated carbons prepared from vegetable residues and their characterization. *Journal of Environmental Management*, v. 181, p. 269-278, 2016.
2. BELAID, K. D., KACHA, S., KAMECHE, M., DERRICHE, Z. Adsorption kinetics of some textile dyes onto granular activated carbon. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 1, p. 496-503, 2013.
3. DINIZ, G. A. Estudo da adsorção de corantes presentes em efluente da lavagem de cartuchos de impressão empregando carvão ativado. Dissertação de Mestrado: Itapetinga, 2014.

4. KAOUAH, F.; BOUMAZA, S.; BERRAMA, T.; TRARI, M. Preparation and characterization of activated carbon from wild olive cores (oleaster) by H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> for the removal of Basic Red 46. *Journal of Cleaner Production*, v. 54, p. 296-306, 2013.
5. MARCHI, H. F., SOEIRO, T. N., HALASZ, M. R. T. Estudo da adsorção do corante básico azul de metileno por cascas de *Eucalyptus grandis* lixiviadas. XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2015.
6. SILVA, A. T. Influência da temperatura na adsorção do corante azul de metileno utilizando serragem de *pinus elliotti* como um adsorvente alternativo: um modelo para o tratamento de efluentes têxteis. Trabalho de Conclusão de Curso, Florianópolis, 2005.
7. STREY, L., GONÇALVES, A. C., NACKE, H., CARVALHO, E. A., YOSHIHARA, M. M. Utilização da casca de *pinus (pinus elliotti)* na adsorção de cromo solúvel de soluções contaminadas. Anais eventos UNIOESC. Disponível em: [http://cac-  
php.unioeste.br/eventos/senama/anais/PDF/ARTIGOS/134\\_1269956381\\_ARTIGO.pdf](http://cac.php.unioeste.br/eventos/senama/anais/PDF/ARTIGOS/134_1269956381_ARTIGO.pdf). Acesso em 26/05/2017.
8. VILLARREAL, I. A. A., MONTOYA, V. H., PETRICIOLET, A. B., GOMEZ, R. T., LÓPEZ, E. M. R. Role of acid blue 25 dye as active site for the adsorption of Cd<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> using activated carbons. *Dyes and Pigments*, v. 96, p. 459-466, 2013.
9. WANG, Li; et al. Adsorption of basic dyes on activated carbon prepared from *Polygonum orientale* Linn: equilibrium, kinetic and thermodynamic studies. *Desalination*, v. 254, p. 68-74, 2010.
10. WANG, L. G., YAN, G. B. Adsorptive removal of direct yellow 161 dye from aqueous solution using bamboo charcoals activated with different chemicals. *Desalination*, v. 274, p. 81-90, 2011.