



## Estudo do pH de adsorção de corante disperso e reativo utilizando carvão ativado comercial de casca de coco

### R. F. dos Santos , C. Marangoni e C. R. L. de Aguiar

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Blumenau, Curso de Engenharia Têxtil  
renan.felinto93@gmail.com

#### Resumo

No setor têxtil o emprego de diferentes classes de corante é comum, onde a afinidade com a fibra a ser tingida é de alta importância para o sucesso do beneficiamento. Após o processo de tingimento, a remoção do residual de corante é fundamental, garantindo a qualidade do efluente devolvido ao ambiente. Diversos são os estudos que buscam alternativas para melhorar o tratamento de efluente nas indústrias. Dentre os processos que mais se destacam pode-se citar a adsorção que une o baixo custo à eficiência de remoção da coloração do efluente. Este trabalho teve como objetivo avaliar o emprego de carvão comercial ativado de casca de coco como adsorvente no processo de remoção dos corantes disperso e reativo vermelho e preto. Testes foram realizados a temperatura ambiente empregando diferentes valores de pH (5, 7 e 9), afim de identificar a maior eficiência de remoção após um período de 4 horas. Observou-se um maior percentual de adsorção para o corante reativo, sendo a eficiência de remoção de cor nas amostras com corante disperso praticamente nula. Ao avaliar-se a melhor condição de trabalho para o processo de adsorção do corante reativo, concluiu-se que o pH 7 é o meio de maior eficiência na remoção do corante reativos vermelho e os pH's 5 e 9 são mais adequados para a cor preta.

Palavras-chave: Adsorção. Corante Reativo. Corante Disperso. Carvão Ativado.

Área Temática: Tecnologias Ambientais

## pH study of reactive and dispersed dye adsorption using activated carbon from coconut shell

#### Abstract

*In the textile sector is common the use of different dye classes, where the fiber affinity with dye is one issue of high importance to the process success. After the dyeing process, remove the dye residual is essential, ensuring the quality of the wastewater returned to the environment. There are several studies demonstrating alternatives to improve the wastewater treatment in industries. Among these different processes, the adsorption gathers the low cost with efficiency of the dye wastewater removal. In this study was evaluated the use of commercial activated carbon of coconut shell as adsorbent in the process of removing dispersed and reactive dyes (red and black). Tests were carried out at room temperature using three different pH values (5, 7 and 9) in order to identify the highest removal efficiency over 4 hours. It was observed a greater adsorption percentage for the reactive dye, different that occurred with the dispersed one. In evaluating the best condition for the adsorption of the reactive dye, it was concluded that pH 7 is more efficient for remove the red reactive dye and the values of 5 and 9 are most suitable for the black color.*

Key words: Adsorption. Reactive Dye. Disperse Dye. Activated Carbon.

Theme Area: Environmental Technologies



## 1 Introdução

Cada vez mais a preocupação com o meio ambiente é o foco de muitas empresas que buscam a melhoria de seus processos para reduzir impactos ambientais. Neste sentido, a indústria têxtil é um dos setores que mais utiliza recursos hídricos como insumo em seus processos fabris, gerando um volume de resíduo líquido em largas proporções.

Um dos maiores problemas do efluente têxtil é a grande quantidade de cor, resultante do processo de beneficiamento, onde o que não se agregou a fibra é tratado como residual do banho de tingimento. Ainda, a coloração desse efluente, quando não removida adequadamente, altera a capacidade de fotossíntese nos sistemas hídricos, restringindo a penetração da radiação solar e reduzindo o nível de respiração do meio, além dos corantes presentes serem bioacumulativos tóxicos, mutagênicos e carcinogênicos (HOLANDA *et al.*, 2015).

Existem diferentes classes de corantes para tingir, cada qual, um determinado tipo de fibra e são classificados de acordo com a sua estrutura molecular (COSTA *et al.*, 2010). Para atender o mercado consumidor, inúmeros corantes foram sintetizados e estão disponíveis para serem utilizados no setor têxtil, atendendo a necessidade de corantes com características próprias e bem definidas para colorir cada tipo de fibra (GUARATINI e ZANONI, 2000).

Os corantes são basicamente constituídos por duas partes: grupo funcional, responsável por fixar o corante a fibra, e um grupo cromóforo, característico por empregar cor ao produto (JESUS, 2011). A eficiência da fixação depende da afinidade química entre fibra e corante utilizado, contato que se dará através de interações químicas, como pontes de hidrogênio, Van der Waals, iônicas e covalentes.

A grande gama de corantes a disposição da indústria é classificada em determinados tipos de corante, conforme pode ser observado a seguir.

**Corantes Diretos** são aniônicos e possuem afinidade com fibras celulósicas (viscose, algodão, liocel, etc). Além de serem solúveis em água, interagem com as fibras através de ligações de Van der Waals.

**Corantes Reativos** caracterizados por fazer ligações covalentes com a fibra, resultando em boa qualidade de tingimento, solidez e estabilidade química quando comparado a um corante direto (ALCÂNTARA e DALTON, 1996), sem contar que propiciam uma grande cartela de cores e tons mais brilhantes.

**Corantes Azóicos** são obtidos sinteticamente durante o tingimento, diretamente na fibra, através de dois compostos, o naftol e uma base, respectivamente conhecidos como agente de acoplamento e um sal, que interagem e produzem um corante insolúvel em água, com alta afinidade a fibras celulósicas.

**Corantes Ácidos** caracterizam-se por possuírem de um a três grupos sulfônicos, que propiciam alta solubilidade em água, efeito esse de grande importância para o tingimento de fibras protéicas (lã, seda), como também fibras sintéticas, como por exemplo, a poliamida (GUARATINI e ZANONI, 2000). Estes corantes garantem uma ampla faixa de cores e alto grau de solidez na fibra.

**Corantes Dispersos** é uma classe de corantes insolúveis e aplicados para o tingimento de fibras celulósicas (acetato de celulose), sintéticas (poliéster) e hidrofóbicas. No processo de tingimento, o corante sofre hidrólise, sendo necessários agentes dispersantes para sua aplicação.

**Corantes à Cuba** são insolúveis em água, mas que através da redução com hidrossulfito de sódio em meio alcalino, se transformam em leuco derivados solúveis e tingem materiais têxteis celulósicos (ALCÂNTARA e DALTON, 1996). Um dos mais conhecidos corantes desta classe é o anil, mais conhecido também como índigo (PICCOLI, 2008).



**Corantes ao Enxofre** são caracterizados pela presença de enxofre na molécula, insolúveis em água, porém na presença de um agente redutor como o sulfito de sódio acabam se dissolvendo na solução. Ao tecido tingindo, a classe de corante em questão garante boa solidez, resistência à lavagem e à luz (JESUS, 2011).

**Corantes Básicos** utilizados no tingimento de fibras como acrílico, lã e seda natural, é um corante solúvel. São modificados quimicamente para que possam tingir a fibra acrílica (ALCÂNTARA e DALTIN, 1996).

**Corantes Branqueadores** são responsáveis por clarear as fibras têxteis que naturalmente possuem cor amarelada, onde essa tonalidade é diminuída na indústria utilizando-se alvejantes para oxidação da fibra.

Grande é a quantidade de químicos utilizados no beneficiamento de tecidos, com diferentes características e compostos, deste modo, o tratamento do efluente que sai deste processo é realizado de forma diferente de uma indústria para outra, cada qual aplicando diferentes técnicas buscando maior eficiência de remoção das substâncias residuais. Diversas técnicas são utilizadas para a descoloração do efluente, sendo processos físicos, químicos e biológicos os mais vigentes, ou até mesmo, a combinação de ambos em uma mesma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

Além dos processos convencionais, novas alternativas vem sendo muito estudadas, como por exemplo: processos oxidativos avançados, eletroflocação, degradação eletroquímica, ozonização, degradação fotoeletroquímica, fotocatálise, degradação biológica, fluxo subcrítico e adsorção (HOLANDA *et al.*, 2015). Salienta-se dentre todos os citados, a adsorção utilizando carvão ativado de casca de coco, bambu, palha de trigo (ROBINSON *et al.*, 2002), e também, materiais residuais como lodo seco e quitosana (WU *et al.*, 2001) entre outros. Dentre todos os citados, a adsorção é o processo que se mostra com maior eficácia, além de unir benefícios como baixo custo e alta taxa de remoção (DALLAGO *et al.*, 2005) sendo um atrativo para as indústrias. O carvão ativado é o adsorvente mais utilizado na remoção de cor e no tratamento de efluentes têxteis, mas, devido ao seu alto custo, seu uso tem sido reduzido para a aplicação em grande escala (VASQUES *et al.*, 2011).

Diversos são os insumos utilizados como adsorvente, sendo constantemente pesquisados possíveis carvões de baixo custo para serem utilizados para remoção de corantes têxteis, como argilas, bagaço de cana, madeira e outros resíduos celulósicos (DALLAGO *et al.*, 2005).

Assim, conforme exposto, este trabalho teve como objetivo principal avaliar o meio de maior eficiência de adsorção com carvão ativado comercial de casca de coco na remoção do corante disperso e reativo, nas cores vermelha e preta através da diferença de pH dos meios.

## 2 Materiais e Métodos

Os ensaios foram realizados em temperatura ambiente, em erlenmeyer de 250 mL com 100 mL de volume útil, contendo solução sintética de corante vermelho disperso CI 343, preto disperso composto por laranja CI 44 e azul CI 79, bem como corante reativo vermelho RGB e reativo preto Remazol N gran 150%. Os processos de adsorção foram conduzidos com carvão ativado de casca de coco Carbomafra seco por um período de 2 horas e com granulometria 0,55 – 0,70 mm, agitados em shaker.

Para estudar a influência do pH na adsorção utilizando carvão ativado de casca de coco, foram executados experimentos em pH inicial nos valores 5, 7 e 9. A concentração inicial de corante foi de 5 mg/L e a quantidade de adsorvente utilizada foi de 5 g/L. Todos os ensaios foram realizados em triplicata. Os frascos foram deixados sob agitação em 110 rpm, durante um período de 4 horas. Após este período, a determinação da concentração inicial de



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

corante, bem como a concentração residual de corante no banho pós-adsorção foi realizada por meio de espectrofotometria, analisando-se as amostras com comprimento de onda de 598 nm para os corantes de cor preta e 517 nm para os corantes de cor vermelha.

### 3 Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de absorbância (média e desvio padrão) para os quatro corantes avaliados nos experimentos conduzidos com diferentes valores de pH.

Tabela 1 – Absorbância média inicial e final para cada corante em adsorção com pH 5,0, 7,0 e 9,0.

Corante	pH 5,0		pH 7,0		pH 9,0	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Vermelho	0,061 ±	0,087 ±	0,080 ±	0,075 ±	0,070 ±	0,087 ±
Disperso	0,017	0,042	0,042	0,031	0,036	0,029
Preto	0,027 ±	0,036 ±	0,035 ±	0,051 ±	0,036 ±	0,038 ±
Disperso	0,009	0,018	0,019	0,024	0,021	0,020
Vermelho	0,151 ±	0,108 ±	0,145 ±	0,107 ±	0,127 ±	0,106 ±
Reativo	0,016	0,021	0,012	0,016	0,018	0,019
Preto	0,628 ±	0,472 ±	0,543 ±	0,422 ±	0,529 ±	0,426 ±
Reativo	0,020	0,037	0,088	0,050	0,046	0,036

Fonte: dos Autores (2015)

De acordo com os dados da Tabela 1, considerando para todas as amostras o desvio padrão, pode-se observar que o carvão ativado de casca de coco não apresenta boa eficiência de adsorção na remoção dos corantes da classe disperso, tanto para o elemento vermelho, quanto para o preto. Conforme pode ser observado, os valores de absorbância obtidos nos ensaios com o corante disperso são muito baixos, e ainda os valores iniciais e finais são muito próximos, indicando que na concentração de corante utilizada o carvão utilizado não é adequado para remoção desta classe de corante. Por serem valores muito próximos, em alguns casos foi observado que o valor lido final de absorbância foi maior que o inicial, contrariando o esperado para o processo. Este comportamento é atribuído ao próprio erro de leitura do equipamento de análise, visto que não se visualizaram diferenças entre o estado inicial e final.

Considerando que o carvão ativado de casca de coco não apresentou bons resultados independente do valor de pH utilizado nos experimentos visando a remoção do corante disperso, os resultados apresentados a seguir dizem respeito apenas ao corante reativo. Nas Figuras 1 a 3 é apresentada a variação do valor de absorbância entre o inicial e o final obtidos nos experimentos, indicando assim a quantidade removida de corante reativo (vermelho e preto).

Pode-se afirmar que o corante reativo é bem adsorvido pelo carvão ativado de casca de coco, porém o elemento vermelho apresenta menor variação entre o valor inicial e final indicando uma eficiência de remoção menor, independente do valor de pH utilizado. Considerando estes resultados, e visando determinar o melhor pH para a adsorção foi realizada uma comparação entre os experimentos avaliando-se a eficiência de remoção, conforme apresentado na Figura 4 para o corante reativo vermelho e na Figura 5 para o corante reativo preto.



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

Figura 1 – Valores de absorbância inicial e final obtidos na adsorção para o corante reativo vermelho (a) e preto (b) em pH 5,0

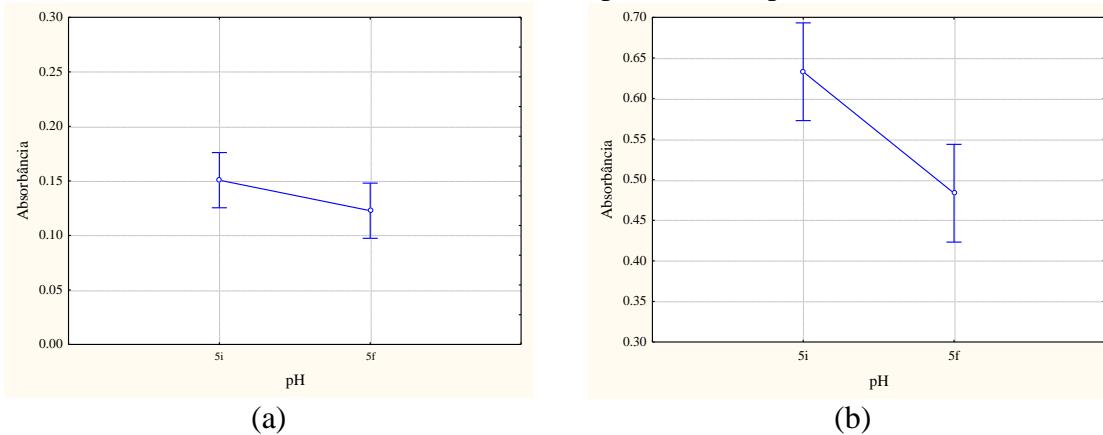


Figura 2 – Valores de absorbância inicial e final obtidos na adsorção para o corante reativo vermelho (a) e preto (b) em pH 7,0

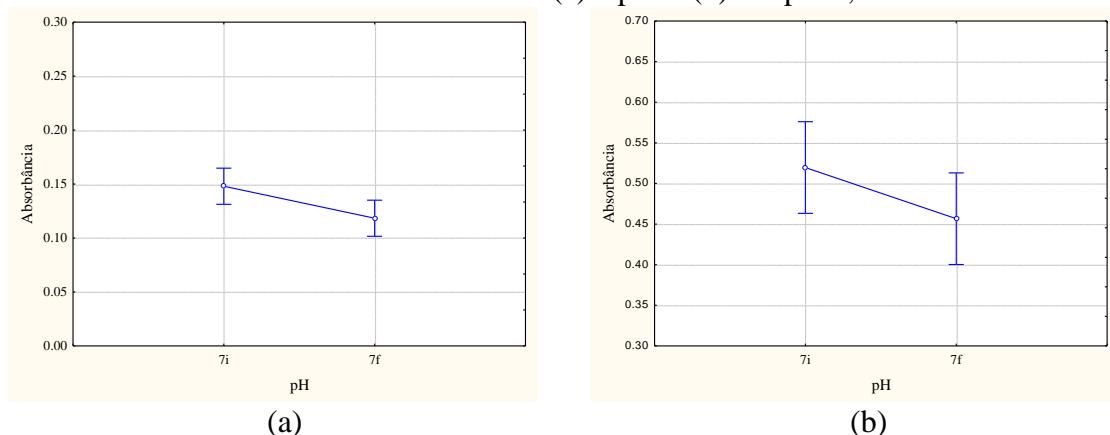
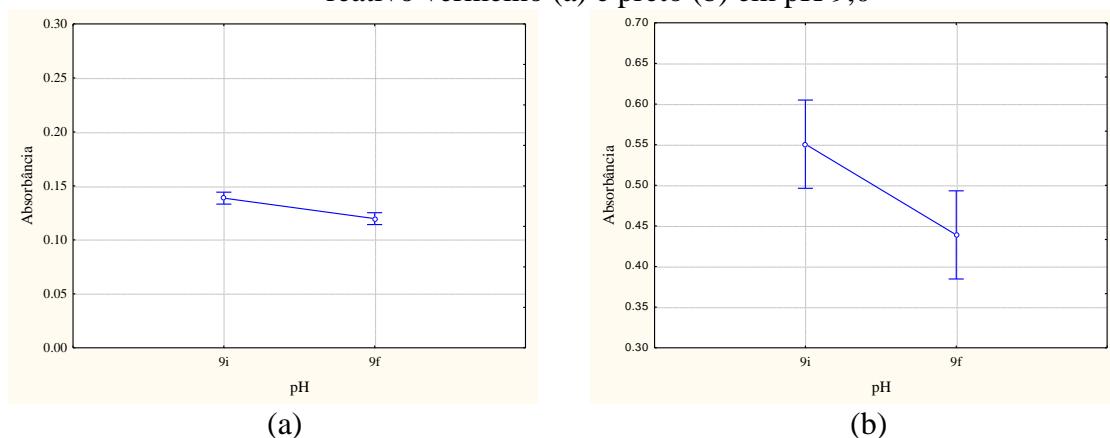


Figura 3 – Valores de absorbância inicial e final obtidos na adsorção para o corante reativo vermelho (a) e preto (b) em pH 9,0





## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

Figura 4 – Eficiência de remoção do corante reativo vermelho em relação ao valor de pH utilizado no processo de adsorção

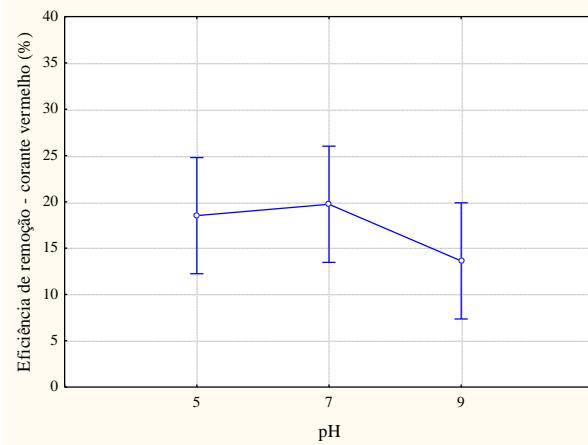
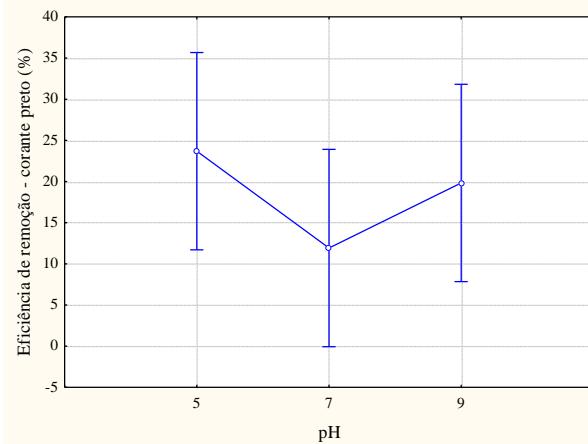


Figura 5 – Eficiência de remoção do corante reativo preto em relação ao valor de pH utilizado no processo de adsorção



No caso do corante vermelho, observa-se que os valores obtidos de eficiência de remoção em pH 5,0 e 7,0 são muito similares e em torno de 20%. Desta forma, seria adequado realizar uma nova análise visando determinar um valor ótimo de pH para a realização dos experimentos de adsorção entre estes valores.

Já para o corante reativo preto, a melhor eficiência de adsorção foi observada com pH 5,0 apresentando um valor em torno de 23,7 % de remoção. Porém, visualizou-se que com pH 9,0 foi obtido um valor de 19,8 %, próximo ao anterior. Este comportamento indica que para o corante preto seria adequado realizar novas análises futuras empregando-se valores abaixo de 5,0 ou acima de 9,0 para os testes de adsorção.

No entanto, considerando-se que os processos de adsorção são usualmente realizados ao final do tratamento convencional de efluentes e neste momento a corrente a ser tratada apresenta em média um valor neutro de pH (em torno de 7,0) para o corante reativo vermelho indica-se que o processo deve ser conduzido em pH 7,0. Diante desta análise, para o corante reativo preto, este valor de pH foi o que apresentou menor eficiência de remoção. Então, indica-se que a adsorção com este carvão e para esta classe de corantes seja avaliada após o processo de tingimento uma vez que as correntes de descarte desta etapa apresentam pH alcalino. Assim, para o elemento preto, a adsorção em pH 9,0 pode apresentar bons resultados.



#### 4 Conclusão

Neste trabalho foi avaliado o emprego do carvão ativado comercial de casca de coco no processo de adsorção de corante disperso e reativo, nas cores vermelho e preto, para ambas classes de corante, porém, conforme observado, constatou-se a não eficácia de remoção do residual de corante disperso pelo adsorvente utilizado em temperatura ambiente e em meios diferentes, com valores de pH distintos. Quanto a remoção do corante reativo vermelho e preto o adsorvente se mostrou eficiente, sendo o pH 5,0 e 9,0 os de maior eficiência para a remoção do corante reativo preto e o pH 7,0 o meio com melhores condições para a adsorção do corante reativo vermelho.

Com base nos resultados obtidos, a viabilidade da utilização do adsorvente em questão é mostrada, porém é indicado que estudos futuros sejam realizados para definir melhores condições de trabalho para o processo de adsorção com carvão comercial ativado de casca de coco na remoção de corante reativo. Da mesma forma, é importante a investigação para a determinação de um adsorvente para a remoção do corante disperso.

#### Referências

- ALCÂNTARA, M. R., DALTIN, D. **A química do processamento têxtil**, *Quim. Nova*, v. 19, p. 320-330, 1996.
- COSTA, M. C., SANTOS, A. B. dos, MOTA, F. S. B. **Descoloração redutiva de corantes azo e o efeito de mediadores redox na presença do acceptor de elétrons sulfato**, *Quim. Nova*, v. 33, n. 7, p. 1514-1519, 2010.
- DALLAGO, R. M., SMANIOTTO, A., OLIVEIRA, L. C. A. **Resíduos sólidos de curtumes como adsorventes para a remoção de corantes em meio aquoso**, *Quim. Nova*, v. 28, n. 3, p. 433-437, 2005.
- GUARATINI, C. C. I., ZANONI, M. V. B. **Corantes têxteis**, *Quim. Nova*, v. 23, p. 71-78, 2000.
- HOLANDA, C. A., SOUZA, J. L., SANTOS, C. C. dos, SILVA, H. A. dos S., SANTANA, S. A. A., COSTA, M. C. P., SCHULTZ, M. S., BEZERRA, C. W. B. **Remoção do corante turquesa de remazol empregando aguapé (*Eichhornia crassipes*) como adsorvente**, *Orbital*, v. 7, n. 2, p. 1 – 14, 2015.
- JESUS, C. P. C. **Caracterização da lama vermelha e sua aplicabilidade no tratamento do corante têxtil reativo azul 19**, Dissertação Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2011, 131p.
- PICCOLI, H. H. **Determinação do comportamento tintorial de corantes naturais em substrato de algodão**, Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008, 189p.
- ROBISON, T., CHANDRAN, B., NIGAM, P. **Removal of dyes from a synthetic textile dye effluent by biosorption on apple pomace and wheat straw**, *Water Research*, v. 36, p. 2824-2830, 2002.



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

VASQUES, A. R., de SOUZA, S. M. A. G. U., WEISSENBERG, L., de SOUZA, A. A. U., VALLE, J. A. B., **Adsorção dos corantes RO16, RR2 e RR141 utilizando lodo residual da indústria têxtil.** *Eng. Sanit. Ambient.*, v. 16, p. 245-252, 2011.