



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE COR DE UM EFLUENTE TÊXTIL SINTÉTICO

Flavio Bentes Freire¹; Sandra Iembo de Freitas²

RESUMO

Um dos maiores problemas ambientais gerados nas atividades de uma indústria têxtil é a grande quantidade de despejos altamente poluidores, dentre os poluentes destacam-se os corantes. Consequentemente, as regulamentações ambientais trazem como principal desafio das indústrias têxteis a redução da cor dos despejos. O objetivo desse trabalho é avaliar o desempenho (especificamente a remoção de cor), em escala de laboratório, do tratamento de um efluente têxtil sintético (composto por água e corante azul) através de filtração e também em uma unidade de coagulação/floculação/decantação (agitadores magnéticos). Na simulação de uma unidade de filtração, com escoamento descendente, o meio filtrante escolhido foi composto por uma mistura de argila ilita (75%) e areia fina (25%). O filtro foi submetido a uma taxa de aplicação superficial de 0,64 m³/m² dia, e nessa condição houve uma remoção de cor de 97%. Nos ensaios de coagulação, dois agentes coagulantes foram testados: cloreto férrico e quitosana. Os melhores resultados foram obtidos com uma concentração de 40mg/L de cloreto férrico, proporcionando uma remoção de cor de 99%. Nas concentrações utilizadas, a quitosana não apresentou remoções de cor mensuráveis. Diante dos resultados apresentados foi possível concluir que as duas unidades foram eficientes nos objetivos propostos.

Palavras-chave: indústria têxtil; corantes; filtração; coagulação; floculação; decantação.

ABSTRACT

EVALUATION OF COLOR REMOVAL OF A SYNTHETIC TEXTILE EFFLUENT

One of the biggest environmental problems generated in the activities of a textile industry is the large number of highly polluting effluents, pollutants from the stand out colors. Consequently, environmental regulations have as main challenge of the textile color reduction of evictions. The aim of this study is to evaluate the performance (specifically the removal of color), on a laboratory scale, the treatment of a synthetic textile effluent (composed of water and blue dye) by filtration and also a unit of coagulation/ flocculation/ sedimentation (magnetic stirrers). In the simulation of a filtration unit, with downward flow, the filter medium chosen was composed of a mixture of illite clay (75%) and sand (25%). The filter was subjected to a surface application rate of 0.64 m³/m² day, and this condition was a color removal of 97%. In coagulation experiments, two coagulating agents were tested: ferric chloride and chitosan. The best results were obtained with a concentration of 40 mg / L ferric chloride, providing a color removal of 99%. At the concentrations used, chitosan did not show measurable color removal. Considering the results presented it was concluded that the two units were effective in goals.

Keywords: textile industry; dyes; filtration; coagulation; flocculation; decantation.

Trabalho recebido em 07/04/2010 e aceito para publicação em 09/09/2010.

¹ Prof. em Saneamento. UTFPR. fla_freire@yahoo.com.br

² Graduado em Tecnologia do meio Ambiente. Universidade Estadual de Maringá - UEM, Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII - Umuarama - PR, sandfreitas1@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A indústria têxtil representa um extraordinário valor econômico-social, absorvendo expressiva quantidade de mão de obra. No Brasil, há cerca de 5.000 indústrias têxteis assim distribuídos: 11% de grande porte; 21% de pequeno; e 68% como micro-empresas. O setor têxtil brasileiro ocupa o 5º lugar em empregos diretos e o 6º em faturamento (GONDIM *et al.*, 2007).

A indústria têxtil cresceu muito nos últimos anos e representa bastante importância para a economia do Brasil, com geração de riquezas e empregos. Porém, ela se destaca também pelo elevado consumo de água e pela geração de efluentes extremamente prejudiciais ao meio ambiente.

O processo têxtil de produção de tecidos é dividido em fiação, tecelagem e acabamento. Na etapa de fiação, a matéria-prima é processada nos abridores, 28 batedores, cardas, passadores, penteadeiras, maçaroqueiras, filatórios, retorcedeiras e conicaleiras. Nesta etapa não há geração de efluentes líquidos, pois todas as operações ocorrem a seco, então geram pó, composto por partículas de algodão. Na etapa de tecelagem, os fios tingidos ou crus são transformados em tecidos nos teares. Esta etapa trata-se de um processo seco, portanto não ocorre a

geração de efluentes líquidos, muito embora a etapa posterior de desengomagem seja uma importante fonte geradora de efluentes líquidos poluidores (BRAILE & CAVALCANTI, 1993).

A principal origem dos efluentes gerados pelas indústrias têxteis é proveniente dos processos de lavagem e alveijamento das fibras, do tingimento, e do acabamento. Dado o grau de variedade de fibras, corantes, auxiliares e produtos de acabamento em uso, esses processos geram efluentes de grande complexidade e diversidade química, que variam à medida que a pesquisa e o desenvolvimento produzem novos reagentes, novos processos e novas técnicas, e também de acordo com a demanda do consumo por outros tipos de tecidos e cores (HASSEMER *et al.*, 2002).

As águas residuárias geradas nas indústrias têxteis possuem elevadas concentrações de corantes, que contribuem significativamente para a poluição de recursos hídricos, por dificultarem a penetração dos raios solares, prejudicando o metabolismo fotossintético de algumas espécies, e ainda apresentam acentuado potencial recalcitrante, além de serem cancerígenos e mutagênicos. Os efluentes destas indústrias, se não tratados convenientemente antes de serem lançados em águas naturais, são capazes de atingir reservatórios e estações de água, sendo esta

a preocupação ecológica mais emergente (VANDEVIVER *et al.*, 1998).

O efluente têxtil é fortemente colorido criando esteticamente um problema ambiental. O problema da cor está associado aos corantes, principalmente aos corantes solúveis em água. Sua concentração é menor do que muitos outros produtos químicos encontrados nos efluentes, mas sua cor é visível até a baixa concentração (SARASA *et al.*, 1998).

A remoção dos corantes do efluente é difícil, pois eles são estáveis à luz e ao calor, e são biologicamente não degradados.

A implementação de Leis e Normas Ambientais cada vez mais restritivas e a criação de mercados cada vez mais competitivos vem exigindo que as empresas sejam mais eficientes, do ponto de vista produtivo e ambiental, ou seja, o aumento da produção industrial deverá estar aliado a um menor gasto de insumos e menor geração de poluentes.

O tratamento de efluentes é uma medida necessária para proteção do ambiente. Considerando-se a limitação de reservas de água doce no planeta, o crescente aumento pela demanda para consumo humano a prioridade de utilização dos recursos hídricos disponíveis para abastecimento público, bem como as restrições que vem sendo imposta com relação à liberação de efluentes para o

meio ambiente, torna-se necessária a adoção de estratégias que visem maximizar a utilização dos recursos hídricos e minimizar os impactos negativos relativos à geração de efluentes pelas indústrias (CANTELLI, 1999).

Os processos físico-químicos tais como, a coagulação/floculação e decantação, têm sido desenvolvidos para remover a cor desses efluentes.

Diante do exposto, este trabalho visa analisar a eficiência de duas unidades de tratamento de um efluente têxtil sintético: simulação de uma unidade de filtração e unidade de coagulação, floculação e decantação (agitadores magnéticos).

O objetivo geral desse trabalho é avaliar o desempenho, em escala de laboratório, da remoção de cor de um efluente têxtil sintético através de filtração e também em uma simulação de uma unidade de coagulação/ floculação/ decantação. Os objetivos específicos são os seguintes: analisar a influência do tipo e da concentração de coagulante na eficiência do processo;

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Água residuária sintética

O efluente sintético utilizado neste trabalho foi feito em laboratório, com água de torneira e corante azul (líquido), em uma concentração de 1 ml/L.

Os corantes utilizados foram cedidos pelas indústrias Tingitec (Umuarama, PR) e Lavatec (lavanderia industrial, situada na cidade de São Jorge do Patrocínio, PR).

2.2 Simulação de uma unidade de filtração

A unidade de filtração (Figura 1) consistiu em um reservatório elevado, um filtro e o reservatório de saída.



Figura 1 – Simulação de uma unidade de filtração.

No reservatório elevado foi armazenado o efluente sintético “bruto”, que foi distribuído aos filtros por ação da gravidade. O transporte do líquido se deu através de mangueiras de látex, e registros de agulha com ajuste fino foram utilizados para que fossem aplicadas (por gotejamento) as taxas pré-determinadas. O filtro, com 50cm de altura e 10cm de diâmetro, foi preenchido com uma mistura de argila ilita e areia fina (utilizada para reboco em construção civil), na proporção (em volume) de 75 e 25%,

respectivamente. A argila ilita foi coletada em jazida localizada no município de Guaporema (PR), conforme a Figura 2.

Após a passagem pelo meio filtrante, a água residuária sintética foi depositada em um reservatório inferior, para posteriores análises de remoção de cor em laboratório. A vazão de alimentação do filtro foi de $0,208\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$, o que correspondia a uma taxa de aplicação superficial de $0,64\text{ m}^3/\text{m}^2$ dia. Nessa configuração definitiva realizou-se as etapas de filtração.



Figura 2 – Jazida de argila ilita (Guaporema, PR)

2.3 Ensaios de coagulação / floculação/ decantação

O mesmo efluente utilizado (com a mesma concentração de corante) na simulação de uma unidade de filtração foi submetido a um tratamento por

coagulação, seguido por floculação e sedimentação. Os ensaios foram conduzidos em três agitadores magnéticos que funcionaram simultaneamente, conforme se observa na Figura 3.



Figura 3 – Simulação de uma unidade de coagulação (agitadores magnéticos).

Nos ensaios foram testados dois coagulantes: o cloreto de ferro (FeCl_3), bastante difundido na literatura tanto no tratamento de águas quanto no de águas residuárias; e a quitosana ($\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_4\text{N}$)_n, representando um coagulante alternativo. A quitosana está presente em estudos mais

recentes envolvendo a remoção de cor de efluentes têxteis.

A quitosana é a forma desacetilada da quitina, α -(1 \rightarrow 4) N-acetil-D-glucosamina, polímero linear encontrado naturalmente no exoesqueleto de insetos, conchas de crustáceos, e paredes celular de

fungos. A produção da quitosana pode ser obtida pela hidrólise parcial ou total do grupamento acetil com soluções concentradas de hidróxido de sódio ou hidrólise enzimática, sendo que os diferentes métodos resultam em quitosanas com diferentes graus de desacetilação e massa molecular, determinando a sua aplicabilidade (GONÇALVES *et al.*, 2008).

Devido a sua biodegradabilidade a quitosana surge como um polímero

potencial para substituição de materiais sintéticos amplamente utilizados no tratamento de efluentes, tendo como perspectiva o reaproveitamento desses resíduos (WIBOWO *et al.*, 2007).

Os detalhes operacionais para os dois coagulantes analisados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros operacionais dos ensaios de coagulação.

	COAGULANTES					
	Cloreto de ferro			quitosana		
Concentrações (mg/L)	10	20	40	10	20	40
Tempo de mistura rápida (min)	2	2	2	2	2	2
Tempo de mistura lenta (min)	120	120	120	120	120	120
Tempo de sedimentação (min)	120	120	120	120	120	120

2.4 Remoção de cor

O método utilizado para avaliação da remoção de cor foi retirado do Standard methods for the examination of water and wastewater in the American Public Health Association (1995).

Em resumo, é preciso definir primeiramente um comprimento de onda adequado para as características da amostra a ser analisada (no caso o efluente bruto).

A determinação deste comprimento de onda realiza-se através da leitura em

espectrofotômetro, das absorbâncias, para os diferentes comprimentos de onda.

O comprimento de onda que apresentar o maior valor de absorbância, ou seja, um pico é aquele a ser utilizado para as posteriores verificações.

A porcentagem de descoloração será dada através do cálculo da eficiência, comparando a absorbância da amostra bruta com a amostra tratada:

$$Descoloração = \frac{Abs_{amostrabruta} - Abs_{filtrado}}{Abs_{amostrabruta}} \times 100$$

O gráfico abaixo (Figura 4) mostra o pico (maior valor de absorbância) do

comprimento de onda que foi utilizado nas verificações do efluente.

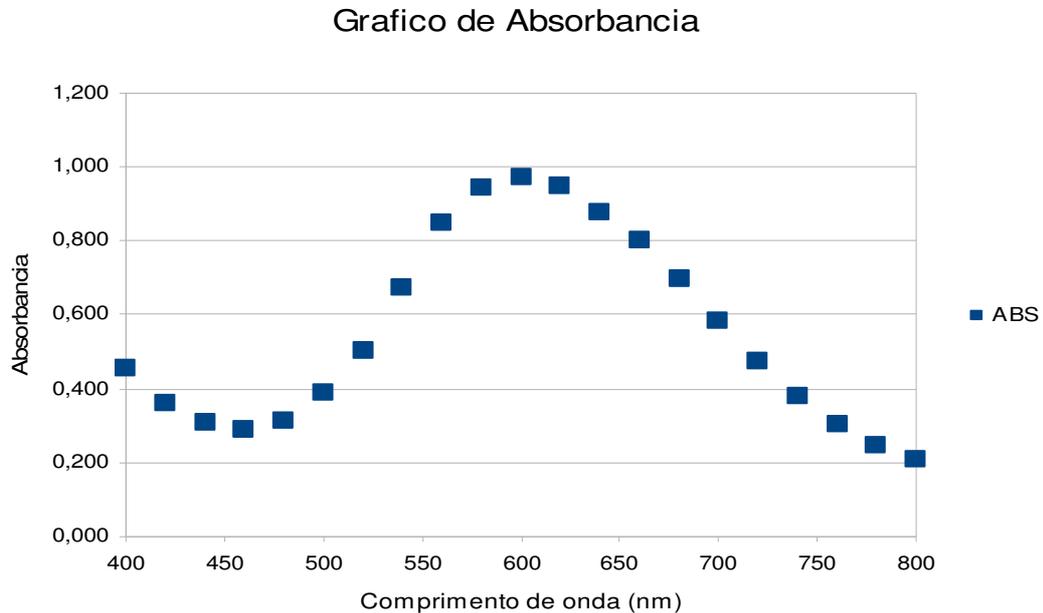


Figura 4 - Gráfico de absorbância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, apresentam-se os resultados obtidos no estudo da remoção de cor de efluentes têxteis, por processos de filtração, coagulação/floculação e decantação.

4.1 Resultados da unidade de filtração (simulação)

Os resultados obtidos na simulação de uma unidade de filtração são apresentados na Figura 5.

A utilização da simulação de uma unidade de filtração no trabalho tinha o objetivo de remover parte da coloração do efluente, assim utilizar o efluente tratado parcialmente na próxima etapa do processo. Porém a unidade teve um ótimo desempenho, uma remoção de 97% da cor. Valores esses obtidos através de medições feitas no espectro.



Figura 5. Efluente bruto e efluente filtrado.

3.2 Resultados da simulação de uma unidade de coagulação

Os ensaios realizados nos agitadores magnéticos seguiram os parâmetros operacionais da tabela 1. Em todas as concentrações de cloreto férrico utilizadas houve remoção de cor, mas a de 40mg/L proporcionou os melhores resultados, uma remoção de 99%.

Já os ensaios feitos com a quitosana não proporcionaram resultados satisfatórios, provavelmente por serem utilizadas concentrações inadequadas. Em virtude dos restritos prazos para condução dos trabalhos, não foi possível realizar uma investigação mais aprofundada a respeito da utilização da quitosana.

4. CONCLUSÕES

Como principais conclusões do trabalho, destacam-se:

- A simulação de uma unidade de filtração proporcionou uma remoção de cor de 97%;
- Em todos os ensaios de coagulação/floculação/decantação houve remoção de cor. No entanto, os melhores resultados foram obtidos com uma concentração de 40mg/L de cloreto férrico. Nessa condição, a remoção de cor foi de 99%;
- Os resultados indicam que houve uma similaridade de desempenho entre os métodos testados;

- Os resultados com a quitosana não foram satisfatórios, possivelmente pelo fato das concentrações utilizadas terem sido baixas;
- Recomendam-se em trabalhos futuros que sejam testadas concentrações maiores que 200mg/L.

5. REFERÊNCIAS

- APHA. American Public Health Association, **Standard methods. 19th Edition.** Washington, D. C., 1995.
- BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais.** CETESB, São Paulo – Brasil, 1993.
- CANTELLI, D. L. **Reuso de água de processo industrial: uma proposta para o setor têxtil.** Dissertação de mestrado. Campinas – SP, 1999.
- GONÇALVES, J. O.; VIEIRA, M. L. G.; PICCIN, J. S.; PINTO, L. A. A. **Uso de quitosana no tratamento de águas contaminadas com corante alimentício.** XVII Congresso de iniciação científica. X Encontro de pós - Graduação. Rio Grande – RS, 2008.
- GONDIM, A. L. N; BARBOSA, A. P. A; PAZ, M. C. F. **Remoção biológica de corantes têxteis através do consorcio bacteriano entre *Pseudomonas aeruginosa* e *Geobacillus stearothermophilus* UCP 986.** II CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, João Pessoa – PB, 2007.
- HASSEMER, M. E. N.; SENS, M. L. Tratamento do Efluente de uma Indústria Têxtil. Processo Físico-Químico com Ozônio e Coagulação/Floculação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1 e 2, p. 30-36, 2002.
- SARASA, J.; ROCHE, M. P.; ORMAD, M. P.; GIMENO, E.; PUIG, A. e OVELLEIRO, J. L. “Treatment of a Wastewater Resulting from Dyes Manufacturing with Ozone and Chemical Coagulation”. **Water Research.** v.32, n.9, p.2721-2727, 1998.
- VANDEVIVERE, P. C., BIANCHI, R. e VERSTRAETE, W. Treatment and Reuse of Wastewater from the Textile Wet-Processing Industry: Review of Emerging Technologies. **J. Chem. Technol. Biotechnol.** n. 72, p. 289-302, 1998.
- WIBOWO, A.; VELAZQUEZ, G.; SAVANT, V.; TORRES, J. A. Effect of chitosan type on proteis and water recovery efficiency from surimi wash water treated with chitosan-alginate complexes. **Bioresource Technology**, v. 98, n 3, p. 539 - 545. 2007.