

## II-136 - TECNOLOGIA LIMPA PARA TRATAMENTO DE EFLUENTE DE INDÚSTRIA TÊXTIL

**Mykaella Martins Sbardelott** <sup>(1)</sup>

Estudante de graduação - Engenharia Ambiental pela Faculdade de Saúde e Meio Ambiente – FAESA

**Bárbara Alves Moraes**

Estudante de graduação - Engenharia Ambiental pela Faculdade de Saúde e Meio Ambiente – FAESA

**Maria Alice Moreno Marques**

Química pela Universidade Federal de Minas Gerais, MG, Brasil. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil. Professora e pesquisadora dos cursos de Química e Engenharia Ambiental da Faculdade de Saúde e Meio Ambiente (FAESA)-ES.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua São João, Nº 23, Alto Lage, Cariacica / ES – Brasil - CEP: 29.151-230 - Tel: +55 (27) 3343-7355; +55 (27) 8114-8680 - e-mail: [mykaella\\_sbardelott@yahoo.com.br](mailto:mykaella_sbardelott@yahoo.com.br)

### RESUMO

A indústria têxtil é responsável pela geração de efluentes líquidos provenientes do consumo de água e produtos químicos durante o processo. Estes efluentes são altamente coloridos devido à presença de corantes que não se fixam na fibra durante o processo e apresentam compostos orgânicos e inorgânicos tóxicos à vida aquática. O lançamento dos efluentes têxteis nos corpos receptores é considerado uma fonte de poluição e de eutrofização e pode gerar subprodutos perigosos por meio de oxidação, hidrólise e outras reações químicas que podem ocorrer no efluente. Além disso, os corantes presentes nos efluentes afetam a transparência da água e a solubilidade de gases nos corpos receptores podendo interferir no processo de fotossíntese natural do meio onde são descartados. Em função disto, novas tecnologias vêm sendo estudadas para que seja possível o tratamento efetivo destes efluentes. Estudos indicam que técnicas de tratamento avançado de efluentes, tais como oxidação química, eletrólise e processos oxidativos avançados, têm se destacado no tratamento de efluentes têxteis. A maioria das estamparias no Estado do Espírito Santo lança seus efluentes na rede pública coletora de esgotos ou na rede de drenagem, sem tratamento adequado. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo propor um tratamento para o efluente gerado pela SICAHE Estamparia LTDA ME/MEE. Em escala de laboratório, testou-se o tratamento físico-químico por meio do condicionamento do efluente com coagulante sulfato de alumínio. Os resultados do condicionamento mostraram uma eficiência de remoção de cor e turbidez da ordem de 97%. Estes resultados sugerem a possibilidade de reuso do efluente tratado dentro do próprio processo industrial, visando a redução de custos com consumo de água e diminuição de impacto ambiental. Os ensaios de fotocatalise demonstraram pequena redução de compostos orgânicos e turbidez no efluente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coagulação floculação, processos oxidativos, fotocatalise, efluente de industria têxtil, tratamento físico-químico de efluentes.

### INTRODUÇÃO

A indústria têxtil consome grande quantidade de água e produtos químicos durante os processos de fabricação de tecidos, tingimento e estamparia. Os efluentes resultantes destes processos são altamente coloridos, devido à presença de corantes que não se fixam na fibra durante o processo e apresentam compostos orgânicos e inorgânicos tóxicos à vida aquática (KONSTANTINOU et al., 2004; SALES et al., 2003; KUNZ et al., 2002).

As tecnologias convencionais utilizadas para tratamento de efluentes coloridos tais como, adsorção em carvão ativado, coagulação/floculação, sedimentação e filtração, são técnicas não-destrutivas, e apenas transferem os compostos orgânicos de uma fase para outra. Devido à presença de anéis aromáticos nas moléculas de corantes e à estabilidade dos corantes modernos, os métodos de tratamento biológico convencionais não são efetivos para descoloração e degradação de corantes (TOOR et al., 2006; KOSITZI et al., 2004). Em função disto, novas tecnologias vêm sendo estudadas para que seja possível o tratamento efetivo destes efluentes. Estudos indicam que técnicas de tratamento avançado de efluentes, tais como oxidação química, eletrólise e processos oxidativos avançados, têm se destacado no tratamento de efluentes têxteis (VANDEVIVERE et al., 1998).

Os processos oxidativos incluem combinações de radiação ultravioleta (UV) e oxidantes químicos como UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, UV/O<sub>3</sub> e UV/Reagente Fenton, que utiliza peróxido de hidrogênio e um sal ferroso como catalisador. Estes processos apresentam-se como alternativas que vêm suprir esta necessidade evitando a geração de resíduos remanescentes dos processos de tratamento de efluentes oriundos das etapas de tingimento no setor têxtil (SOTTORIVA, 2002).

Tendo em vista que: a maioria das estamparias no Estado do Espírito Santo não apresenta licenciamento ambiental e funciona na clandestinidade; os efluentes gerados por estas empresas normalmente são lançados na rede pública coletora de esgotos ou na rede de drenagem e, por não possuírem tratamento adequado, não atendem à legislação; o reuso do efluente tratado no próprio processo industrial pode significar uma redução no custo de produção com a redução do consumo de água, esta pesquisa propõe soluções para o tratamento do efluente produzidos por uma indústria têxtil do setor de acabamento – estamparia.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### ***Caracterização da Indústria***

A indústria tem como principal atividade a serigrafia. O processo da serigrafia é um trabalho manual que se baseia na impressão de tinta vazada, pela pressão de um rodo, através de uma tela de nylon esticada em uma moldura de madeira. A "gravação" da tela se dá pelo processo de fotossensibilidade. Este processo é utilizado na impressão de diversos materiais (tecidos, bolsas, plásticos, etc) com tintas a base de água, óleo ou vinílica de diversas cores.

### ***Tratamento por Coagulação-floculação***

Através de visitas técnicas à empresa, em períodos semanais, identificou-se que a principal fonte poluidora da empresa no processo industrial é a etapa de lavagem de telas sujas de tintas de diferentes cores e composições. As lavagens acontecem dentro do tanque de uso doméstico com finalidade de retirar os resíduos de tintas. Assim, o efluente gerado vai para a rede coletora pública, sem qualquer tipo de tratamento prévio.

Mediante pesquisas e análise das fichas técnicas das matérias primas utilizadas pela empresa, estabeleceu-se os parâmetros para caracterização do efluente gerado: DQO (Demanda Química de Oxigênio), DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), Cor, pH, Sólidos Suspensos, Sólidos Voláteis e Sólidos Totais. Para uma melhor caracterização do efluente foram coletadas 6 amostras simples com intervalos de pelo menos 3 dias e encaminhadas ao laboratório certificado responsável por fazer as análises físico-químicas do efluente. O efluente foi coletado a partir de uma caixa d'água de 100L (cem litros), interligado ao tanque de lavagem de telas.

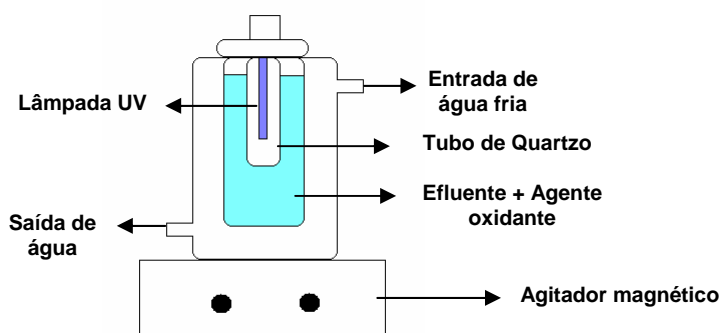
O coagulante utilizado nos ensaios foi o sulfato de alumínio por ser de baixo custo e já ter demonstrado eficiência em outros efluentes. Os parâmetros avaliados nos ensaios foram a concentração do coagulante e o pH. As dosagens aplicadas variaram entre 100 e 1800 mg/L. Usou-se um equipamento do tipo Jar Test para a realização dos ensaios.

Foram realizados oito ensaios com amostras em diferentes dias, onde foram analisados os parâmetros pH e turbidez do efluente bruto e tratado.

### ***Tratamento por Fotocatálise***

Foi desenvolvido um reator em aço inox para realização dos ensaios de fotocatálise em escala de bancada, (figuras 1). O reator tem capacidade para tratar 1 litro de efluente que é inserido juntamente com um agente oxidante na célula de reação. Dentro do reator existe uma lâmpada de vapor de mercúrio de alta pressão (Philips, HPL 125W) envolta por um tubo de quartzo (que favorece a passagem de radiação UV e protege a lâmpada). A temperatura é controlada por resfriamento através de circulação de água fria em outra célula que envolve a célula de reação. A homogeneização do efluente é feita por um agitador magnético.

O agente oxidante que está sendo testado é o peróxido de hidrogênio, pois tem baixo custo e não deixa resíduos de metais pesados no efluente tratado. Os parâmetros que estão sendo avaliados são: concentração do agente oxidante e tempo de reação. O estudo da cinética da reação será fundamental para o dimensionamento do reator em escala real uma vez que conhecidas a vazão e o tempo de detenção podemos determinar o volume do reator. A eficiência do tratamento está sendo analisada pela remoção de turbidez, cor e redução nas leituras de absorvância em alguns comprimentos de onda determinados em função de serem indicativos da presença de substâncias orgânicas.



**Figura 1:** Esquema da estrutura do reator de bancada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os resultados médios obtidos das análises realizadas para os parâmetros selecionados. Observa-se grande variabilidade nos resultados de DBO, DQO, Turbidez, SST, ST e SSV das 6 amostras analisadas, comprovada pelos elevados valores de coeficiente de variação (C.V.). Os altos valores de C.V se justificam pela variabilidade na matéria prima utilizada e devido ao fato do processo não ser contínuo. A análise dos resultados da caracterização do efluente mostra altos valores de turbidez e cor provenientes das tintas da lavagem das telas e da presença de fiapos e tecidos. Já os valores de pH estão dentro dos padrões da Resolução CONAMA 357/2005, próximos da neutralidade. A baixa relação DBO/DQO (0,33) sugere a presença de matéria orgânica não biodegradável o que inviabiliza o tratamento do efluente pela via biológica. Dessa forma, sugerimos o tratamento pela via química que foi realizado por coagulação-floculação e fotocatalise.

**Tabela 1: Caracterização físico – química do efluente bruto**

Parâmetros	Nº amostras	Média	Desv. Pad.	C.V (%)
DBO (mg O <sub>2</sub> /l)	6	166	158	95
DQO (mg O <sub>2</sub> /l)	6	499	360	72
Turbidez (UT)	6	1062	645	61
Sólidos Suspensos Totais (mg/l)	6	93	44	48
Sólidos Totais (mg/l)	6	401	176	44
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/l)	6	51	31	62
PH	6	8	0	5
Temperatura (°C)	6	28	1	4
Cor (380 a 780 nm)	Faixa dominante 550 a 570 nm (amarelo esverdeado)			

Inicialmente fixou-se a concentração do coagulante em 1000 mg/L e variou-se o pH. A tabela 2 apresenta os resultados obtidos.

**Tabela 2: Características do efluente tratado e comparado a turbidez inicial de 1066 UT.**

Concentração Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (mg/L)	pH (bruto)	Turbidez (UT)	pH (final)	Eficiência (%)
1000	7	35,6	3,90	97
	8	34,0	4,01	97
	9	31,5	4,08	97
	10	11,7	4,13	99
	11	5,23	4,21	100
	12	4,62	5,17	100

Observou-se que a eficiência do tratamento foi sempre acima de 97 % o que sugere a utilização das menores doses de coagulante tendo em vista a relação custo-benefício. Tendo em vista que a eficiência no tratamento foi alta em pH próximo ao pH do efluente bruto, fixou-se o pH em 7 e variou-se a concentração do coagulante. Este procedimento visa redução de custos com a neutralização do efluente antes da adição do coagulante. A tabela 3 apresenta os resultados obtidos.

**Tabela 3: Características do efluente tratado e comparado a turbidez inicial de 1058 UT.**

pH (bruto)	Concentração $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (mg/L)	Turbidez (UT)	pH (final)	Eficiência (%)
7	100	78,4	4,64	93
	200	54,4	4,25	95
	400	31,7	4,13	97
	600	31,1	4,07	97
	800	29,6	4,03	97
	1000	27,8	3,85	97

Os resultados mostraram uma ótima remoção de turbidez, chegando a uma eficiência de 97%, conforme figuras 06 e 07. Da mesma maneira, tendo em vista a relação custo –benefício, estima-se a utilização da menor concentração de coagulante testada, pois atingiu ótima eficiência a um custo menor.



Figura 06: Efluente bruto

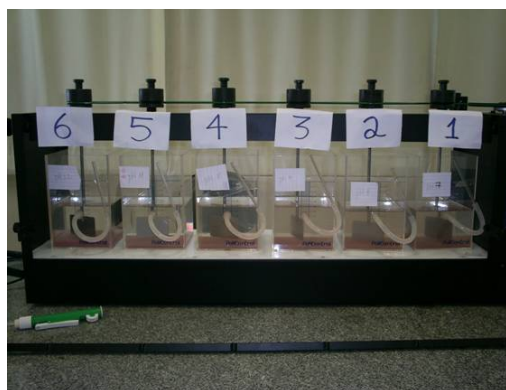


Figura 07: Efluente tratado com dosagem de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  variando entre 100 (1) e 1000 (6) mg/L

Com relação ao tratamento por fotocatalise, os resultados obtidos até o momento mostraram pequena redução na absorção em todos os comprimentos de onda selecionados (característicos de compostos orgânicos), como mostra a figura 8.

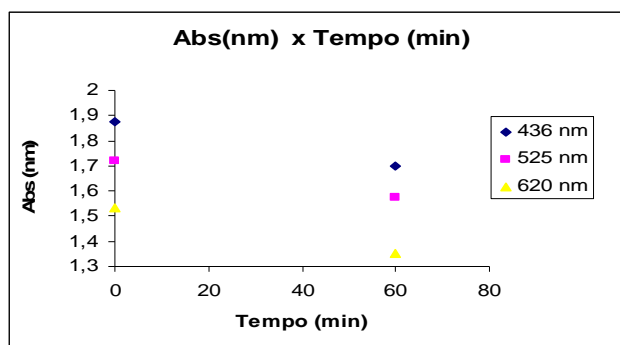


Figura 8: Resultados de absorbância em função do tempo de tratamento por fotocatalise

## CONCLUSÃO

O tratamento por coagulação - floculação foi muito eficiente e produz um efluente de qualidade suficiente para ser reutilizado no processo industrial, reduzindo custos para a empresa com o consumo de água. Entretanto este tratamento gera uma pequena quantidade de lodo que deverá ser disposto em aterro industrial. O tratamento por fotocátálise iniciado demonstrou que também pode ser eficiente e gera quantidade mínima de lodo. Outros ensaios, aumentando a concentração e tipo de agente oxidante, poderão confirmar as expectativas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. KOSITZI, M.; ANTONIADIS, A.; POULIOS, I.; KIRIDIS, I.; MALATO, S. (2004). "Solar photocatalytic treatment of simulated dyestuff effluents", *Solar Energy*, 77, PP. 591-600.
2. SOTTORIVA, P.R.S. **Degradação de corantes reativos utilizando-se processos oxidativos avançados**. Curitiba, 2002. 114 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.
3. TOOR, A.P.; VERMA, A.; JOTSHI, C.K.; BAJPAI, P.K.; SINGH, V. (2006). "Photocatalytic degradation of Direct Yellow 12 dye using UV/TiO<sub>2</sub> in a shallow pond slurry reactor". *Dyes and Pigment*, 68, pp. 53-60.
4. VALDEVIVERE, P.C.; BIANCHI, R.; VESTRAETE, W. (1998). "Treatment and reuse of wastewater from the textile wet-processing industry: review of emerging technologies". *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. V.72, p.289-302, 1998.
5. KONATATINOU, I.K. & ALBANIS, T.A., 2004. "**TiO<sub>2</sub>-assisted photocatalytic degradation of azo dyes in aqueous solution: kinetic and mechanistic investigations – A review**", *Applied catalysis B: Environmental* 49:1-14.
6. SALES, P.T.F.; OLIVEIRA, M.B.; KYIOMI, P., DUTRA, R.M.S. et al. (2003). "**Tratamento de corante dispersivo por processo fotocatalítico com TiO<sub>2</sub>**". In: III Fórum de Estudos Contábeis – Faculdades Integradas Claretianas, Rio Claro/SP.
7. KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S.G.; DURÁN, N. (2002). "**Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis**", *Química Nova*, 25, 1, pp. 78-82.