

## II-122 - AVALIAÇÃO DA DESCOLORAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS CONTENDO CORANTES TÊXTEIS SINTÉTICOS, USANDO O PROCESSO $H_2O_2/UV$

**Jayne Cosme Albuquerque<sup>(1)</sup>**

Graduanda de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

**Alberto César do Nascimento Silva**

Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

**Fernando Fernandes Vieira**

Professor Doutor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

**Carlos Antônio Pereira de Lima**

Professor Doutor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

**Geralda Gilvânia Cavalcante de Lima**

Professora Doutora do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Amaro Guimarães, 379 - Bairro Novo - Boqueirão – PB - CEP 58450-000 Brasil Tel.: +55 (83) 9620-7485; E-mail: jayne.cosme@hotmail.com

### RESUMO

Neste trabalho são apresentados dados de um estudo sobre a potencialidade do processo oxidativo avançado (fotólise do peróxido de hidrogênio com radiação ultravioleta) no tratamento de efluente têxtil sintético preparado através da dissolução de corante em água de abastecimento. O objetivo foi avaliar a aplicabilidade dos Processos Oxidativos Avançados (POA's), empregando os processos fotoquímicos com o reagente peróxido de hidrogênio e com a emissão da radiação ultravioleta, no tratamento de efluente sintético de corante têxtil. Para a realização do experimento foi implantado um sistema formado por uma câmara contendo três lâmpadas germicidas e um sistema de agitação magnético com a finalidade de analisar o comportamento da oxidação da substância química em relação aos parâmetros operacionais, como: tempo, concentração de  $H_2O_2$ , concentração de corante e da radiação ultravioleta. Baseado nos dados experimentais foi realizado um ajuste utilizando um modelo de 1º de ordem para representar o decaimento da absorbância do efluente têxtil. Contudo, observou-se que a degradação do efluente sintético apresenta uma relação entre a concentração inicial, a concentração do peróxido de hidrogênio e a taxa de incidência de radiação ultravioleta, resultando em um melhor decaimento da absorbância utilizando simultaneamente uma concentração elevada de peróxido de hidrogênio ( $1000 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e com maior incidência (com três lâmpadas) obtendo uma redução da absorbância.

**PALAVRAS-CHAVE:** Processo Oxidativo Avançado, Efluente Sintético, Tratamento de Efluente, Concentração, Absorbância.

### INTRODUÇÃO

A poluição da água é uma das consequências antrópicas causada pelo ser humano no meio ambiente. A indústria têxtil, desde a antiguidade, tem um significado valor econômico no mercado, pois este setor emprega uma grande quantidade de mão de obra contribuindo para o desenvolvimento social da população. No Brasil existem aproximadamente 5.000 indústrias têxteis espalhadas em todo território nacional, instaladas em várias categorias de grande, médio e pequeno porte. Estas indústrias são consideradas grandes fontes poluidoras pois, os seus efluentes líquidos resultantes das atividades de tingimento, contém uma variedade de compostos químicos contaminantes, como os corantes têxteis utilizados na confecção de tecidos. De acordo com Guaratini e Zanoni (1999), os corantes podem ser classificados de acordo com as suas estruturas químicas (antraquinona, azo, entre outros) ou de acordo com o método pelo qual ele é fixado à fibra têxtil.

Existem uma ampla variedade de corantes de tinturaria como os corantes reativos que apresentam uma alta solubilidade, dando assim uma maior estabilidade ao tingimento (são capazes de formarem ligações covalente

com grupos hidroxilas das fibras celulósicas) e os corantes diretos caracterizados como sendo uma substância química solúvel em água e é comumente usada para o tingimento do algodão (se liga a fibra através de ligações de Van Der Waals).

Já os compostos coloridos insolúveis em água são denominados de corantes azoicos, no seu processo de tingimento é empregado um composto solúvel em água chamado de agente de acoplamento (e.g.natol). Assim para cada tipo de fibra natural ou sintética terá um tipo de corante específico para que assim garanta algumas propriedades como padronagem da cor, beleza da cor e viabilidade econômica.

O processo, de fixação das moléculas de corante as fibras, é realizada através de uma solução aquosa, em virtude disso é gerada uma acentuada quantidade de água contaminada com corantes que devem ser tratados corretamente, ou seja, submetidos as várias etapas de tratamento com a finalidade de remover estas substâncias recalcitrantes prejudiciais ao meio ambiente e aos seres humanos por possuírem características acumulativas e toxicológicas.

Os riscos toxicológicos de corantes sintéticos à saúde humana estão intrinsecamente relacionados ao modo e tempo de exposição, isto é, ingestão oral, sensibilização da pele e sensibilização das vias respiratórias (GUARATINI e ZANONI, 1999).

Efluentes provenientes da indústria de corante ou de processos envolvendo tingimento têxtil, não tratados convenientemente, antes de serem lançados em águas naturais, capazes de atingir reservatórios e estações de tratamento de água são a preocupação ecológica mais emergente. Deste modo, corantes altamente insolúveis que requerem uma baixa solubilidade no processo de aplicação, apresentam menor biodisponibilidade do que outros corantes contendo grupos sulfônicos, os quais aumentam a solubilidade, embora apresentem resíduos tóxicos na água de lavagem devido à menor fixação (GUARATINI e ZANONI, 1999).

A abundância de normas e regulamentações desenvolvidas ao longo dos anos para controle de rejeitos coloridos tem criado um grande impacto na indústria de corantes e seus correlatos, além de ter criado grande confusão aos consumidores. Relativamente, encontra-se na literatura muito pouca informação sobre o impacto desses rejeitos na qualidade da água e em ecossistemas aquáticos (GUARATINI e ZANONI, 1999).

Segundo a Portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, a potabilização das águas naturais para fins de abastecimento público tem como função principal adequar a água bruta afluente à estação ao padrão de potabilidade vigente. Toda água armazenada em reservatórios (mananciais) destinada ao abastecimento humano e dessedentação dos animais necessita de um tratamento para evitar contaminação por agentes patógenos.

A norma NBR 12.216 de abril de 1992 define estação de tratamento como sendo o conjunto de unidades destinado a adequar as características da água aos padrões de potabilidade. O tratamento convencional, que é aquele comumente utilizados nas Estações de Tratamento de Água (ETA) é composto por diversas etapas de tratamento conforme a Figura 01.

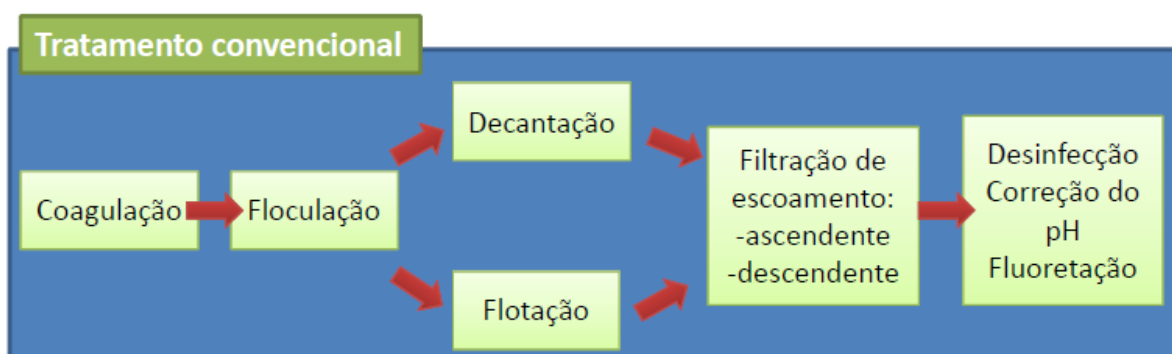


Figura 01: Tratamento convencional de ETA. Fonte: Marcelo Libânio, 2005.

A água necessariamente deverá passar por uma série de etapas sequenciais com a adição de diversas substâncias químicas. O tratamento se inicia na captação, que é a retirada de água bruta no manancial, esta é bombeada para uma ETA. Lá a coagulação que consiste essencialmente na desestabilização das partículas coloidais e suspensas realizada pela conjunção de ações físicas e reações químicas (adição de sulfato de alumínio) com duração de poucos segundos, entre o coagulante, a água e as impurezas presentes. Coagular significa converter em sólido. Esse processo decorreu inicialmente da necessidade de melhorar o aspecto visual da água para consumo humano agregando-as. Segundo a NBR 12.216/92 os floculadores são unidades utilizadas para promover a agregação das partículas formadas, na saída do floculador, deseja-se obter flocos pesados o suficiente para que a maioria deles possam ser separados da água em tratamento, por sedimentação no interior dos decantadores. Nos decantadores a sedimentação desses flocos ocorre por gravidade, as partículas menores são retiradas na filtração. As etapas seguintes são a desinfecção (geralmente pela adição de cloro), uma correção de pH, e a fluoretação. Assim a água está finalmente pronta para uso, podendo ser armazenada em reservatórios para a distribuição a população.

Contudo, existem substâncias químicas presentes na água que são resistentes a degradação, chamadas de recalcitrantes, o tratamento convencional de água apresenta baixa eficiência para remoção destas substâncias químicas. Por isso os tratamentos químicos vêm apresentando uma significativa aplicabilidade para o tratamento de efluentes industriais. Dentre os processos químicos de eliminação de compostos poluentes recalcitrantes existe uma tecnologia utilizada para oxidação destas substâncias conhecido como Processo Oxidativo Avançado (POA), o qual utiliza da geração de espécies altamente oxidantes, em geral radicais hidroxila, para promover uma degradação mais efetiva do poluente a ser tratado. Os POA's podem ser utilizados em conjunto com outros tratamentos biológicos para aumentar a biodegradabilidade de compostos recalcitrantes, diminuindo o tempo de tratamento dos tradicionais processos biológicos. Nestes processos é utilizado vários tipos de oxidantes dentre eles está o Peróxido de Hidrogênio ( $H_2O_2$ ).

Para este processo a transparência óptica do líquido a ser tratado é de grande importância. Com o aumento da turvação a eficácia da ativação dos oxidantes através dos raios ultravioleta diminui devido à absorção da radiação ultravioleta por outras substâncias contidas no meio reacional (KAMMRADT E FERNANDES, 2004).

O peróxido de hidrogênio por ser incolor, não absorve a luz visível e absorve apenas pouca radiação ultravioleta UV com comprimento de onda acima de 280 nm. Por isso, para a ativação do peróxido de hidrogênio, ou seja, para que ocorra a sua fissão homolítica, somente a radiação rica em energia e de onda curta da faixa UV-C é utilizável (TEIXEIRA E JARDIM, 2004).

Uma das formas de emprego do tratamento fotoquímico se baseia na geração do radical ( $\cdot OH$ ) utilizando peróxido de hidrogênio. O peróxido de hidrogênio, por ser um oxidante enérgico, é muito utilizado em processos de degradação de compostos recalcitrantes e também para eliminar a coloração persistente de efluentes pós tratamento biológicos (BRITO e SILVA, 2012).

## **OBJETIVOS**

O objetivo deste estudo foi avaliar a aplicabilidade dos Processos Oxidativos Avançados (POA's), empregando os processos fotoquímico de peróxido de hidrogênio com a radiação Ultravioleta, no tratamento de efluentes sintéticos de corantes têxteis, analisando o comportamento em relação aos parâmetros operacionais como: tempo, concentração de  $H_2O_2$ , concentração de corante e da radiação Ultravioleta.

## **METODOLOGIA**

### **SISTEMA EXPERIMENTAL**

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Pesquisas em Ciências Ambientais (LAPECA) do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

Os equipamentos utilizados foram uma câmara fotocatalítica de batelada onde se instalou um sistema de agitação magnético (Figura 02), no interior desta câmara se encontram três lâmpadas germicidas ligadas (Figura 03).



Figura 02: Câmara fotocatalítica de batelada.



Figura 03: Lâmpadas germicidas

## REAGENTES

Para a realização dos experimentos foi necessário a aquisição dos seguintes reagentes: Peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ , 30%) e corante têxtil, para ser usado como poluente modelo.

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os experimentos foram realizados usando soluções a partir da dissolução do corante têxtil em água destilada, cuja concentração foi pelo planejamento experimental. As quantidades do corante e  $H_2O_2$  foram modificadas de acordo com o planejamento experimental. Todos os experimentos ocorreram com uma duração de duas horas e foi retirada alíquotas da amostra com intervalos de tempo iguais a trinta minutos regulares, nas quais foram medidas as absorvâncias em um espectrofotômetro. A curva de calibração foi obtida a partir de 5 soluções de concentrações conhecidas através das medidas da absorvância.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### CURVA DE CALIBRAÇÃO

A curva de calibração foi obtida a partir de 5 soluções de concentrações conhecidas através das medidas da absorvância conforme a Figura 04.

A partir do gráfico da Figura 04 de absorvância foi possível identificar o valor ótimo de comprimento de onda de 520 nm para a qual ocorre o valor máximo de absorvância.

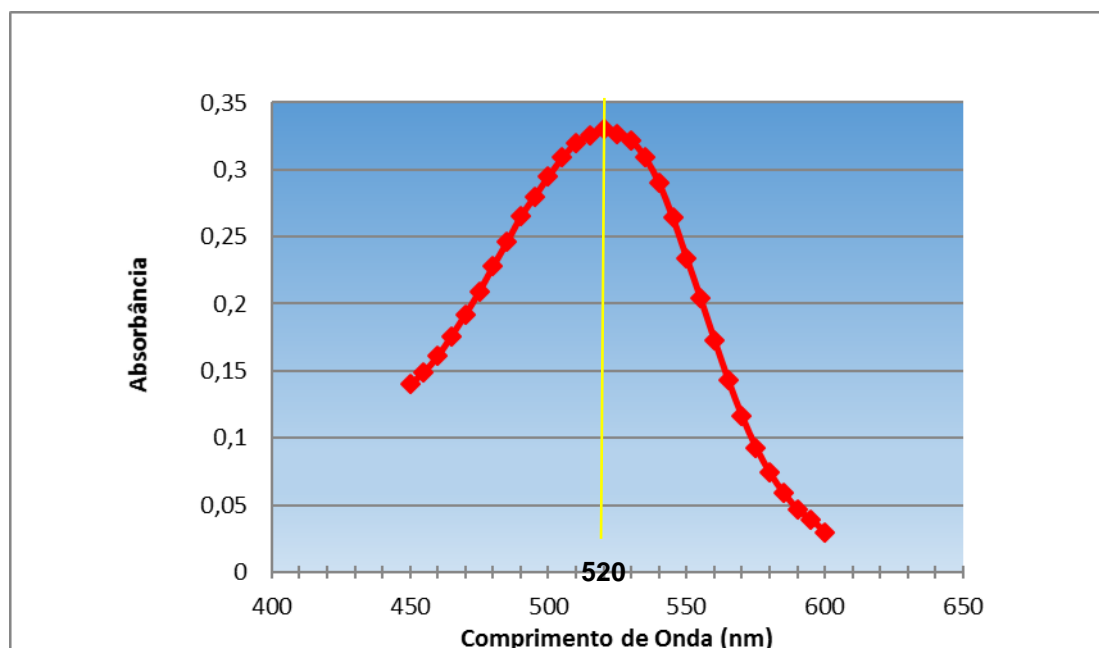


Figura 04: Relação entre Absorvância e Comprimento de Onda (nm).

### Ajuste dos Dados da Absorvância

Baseado nos dados experimentais foi realizado um ajuste de dados (linearização) utilizando um modelo de 1<sup>o</sup> de ordem para representar o decaimento da absorvância do efluente sintético em função do tempo.

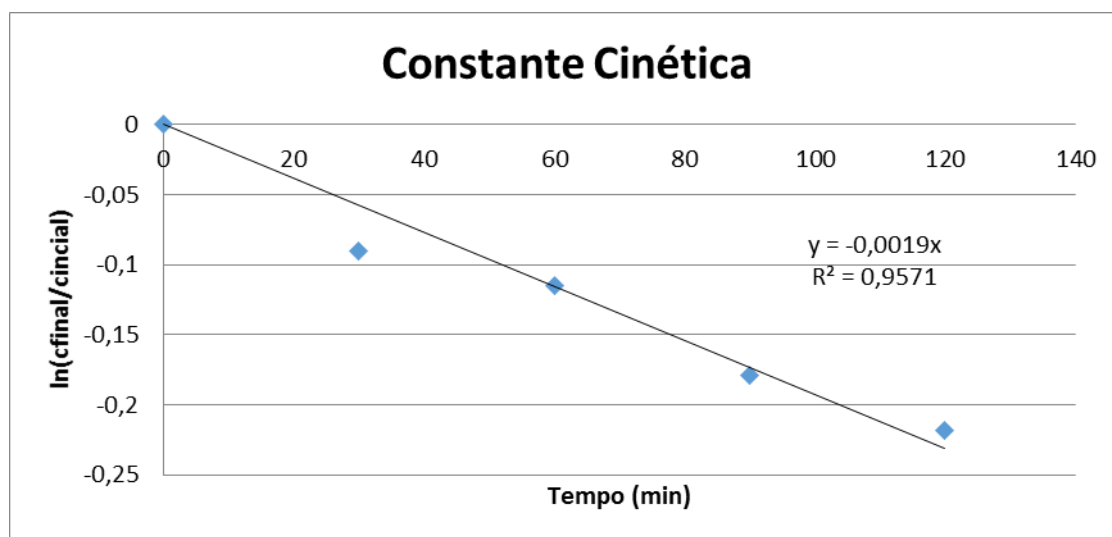


Figura 05: Relação da absorvância em função do tempo

### Resultados Experimentais

De acordo com a Tabela 01, podemos observar que a melhor situação encontrada foi aquela que apresentou uma constante cinética de decaimento maior, ou seja, a segunda. Este resultado significa a degradação do



corante presente na água na presença do oxidante com o passar do tempo. Sendo 300 mg.L<sup>-1</sup> para a concentração do corante e 750 mg.L<sup>-1</sup> para o peróxido de hidrogênio e com a incidência de duas lâmpadas.

**Tabela 01: A Relação entre as variáveis; concentrações, tempo, taxa de radiação e a constante cinética.**

SITUAÇÃO	I	II	III
CONCENTRAÇÃO CORANTE (mg.L <sup>-1</sup> )	100	300	500
CONCENTRAÇÃO H2O2 (mg.L <sup>-1</sup> )	500	750	1000
TAXA DE RADIAÇÃO UV(W)	20	40	60
R <sup>2</sup>	0,83	0,93	0,95
CONSTANTE CINÉTICA (min <sup>-1</sup> )	0,0029	0,0060	0,0019

## CONCLUSÕES

A água poluída, dependendo das substâncias químicas presentes na água, tem no tratamento convencional uma baixa eficiência na remoção das mesmas, daí como alternativa para tal situação utiliza-se uma tecnologia avançada para a remoção destas substâncias denominada de Processo Oxidativo Avançado (POA) que é um processo com elevado custo, devido ao sistema reacional utilizar energia elétrica na sua operação.

Este processo combinado com outros tratamentos é bastante promissor na obtenção da melhoria da qualidade da água, tem uma resposta em um curto intervalo de tempo, apresenta uma proporcionalidade direta de peróxido de hidrogênio necessário a partir da quantidade de corantes presentes na água e da incidência de radiação UV.

O investimento na procura por metodologias para tratamentos de efluentes industriais cada vez mais eficazes, quando a caracterização e quantificação do poluente é facilitada, pode ser muito menor do que aquele gasto em tratamentos terciários para remoção destes produtos em baixo nível de concentração e na presença de inúmeros outros interferentes. Para tal é necessário que a relação custo/benefício seja obedecida e o desenvolvimento de novas técnicas de tratamento de efluentes capazes de efetiva remoção desses corantes seja intensificada e tornada viável economicamente.

Dentro deste contexto, o incentivo à pesquisa é primordial no desenvolvimento de novos corantes capazes de atender às necessidades do fabricante e de proteção ao ser humano e ao meio-ambiente. Para tal, o grande triunfo seria o desenvolvimento de corantes de fácil recuperação e reutilização ou com extraordinária capacidade de fixação (diminuindo as perdas nas águas de rejeitos). O aprimoramento da capacidade de a molécula do corante permanecer na fibra reduziria a quantidade do corante requerido no processo de tintura, diminuindo o custo e certamente melhoraria a qualidade do efluente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.216** – Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público, Rio de Janeiro: abril, 1992.
2. BRASIL. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. Brasília – DF. 2011.
3. BRITO, Núbia Natália. e SILVA, Victor Borges Marinho., **Processo Oxidativo Avançado e sua Aplicação Ambiental**. 38p. Rio de Janeiro – RJ. 2012.
4. GUARATINI, Cláudia C. I. e ZANONI, Maria Valnice B., **Corantes têxteis**. Departamento de Química Analítica - Instituto de Química - UNESP - 72p. Araraquara – SP. 1999.
5. KAMMRADT, P.B e FERNANDES, C.V.S., **Remoção de cor de efluentes de tinturarias industriais através de processo de oxidação avançada**. 107 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental), Universidade Federal do Paraná, 2004.

6. LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. Campinas, Editora Átomo. 2005.
7. TEIXEIRA, C.P.A.B. e JARDIM, W.F. **Processos Oxidativos Avançados. Conceitos Teóricos**. Caderno Temático, v.3, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química-IQ. Laboratório de Química Ambiental-LQA. Agosto de 2004.