

## ESTUDO DA DEGRADAÇÃO DE CORANTES POR ELETROCATÁLISE PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES TÊXTEIS

Karla S. Araújo\*, Paula C. R. Cunha, Patrícia M. Urias, Thaíla M. Florêncio, Geoffroy R. P. Malpass

\* Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM, karla.s.araujo@gmail.com

### RESUMO

O descarte de considerável concentração de corantes sintéticos no meio ambiente causa problemas com a legislação, além de preocupação pública, o que configura importante desafio para a comunidade científica envolvida com problemas ambientais. Esses corantes são difíceis de serem degradados devido à sua complexa estrutura e origem sintética. Sendo assim, constituem objeto de grande interesse no desenvolvimento de Processos Oxidativos Avançados (POAs) para aplicação no tratamento de águas residuais e efluentes industriais. Neste contexto, o objetivo deste projeto foi estudar a degradação de corantes presentes em efluentes têxteis por eletrocatalise. A técnica de POA aqui visada é a eletrocatalítica foto-assistida. Trata-se da degradação do poluente, no caso os corantes utilizados na indústria química que permanecem no efluente industrial, através do emprego de uma célula com eletrodos anódicos e catódicos, aplicando-se uma diferença de potencial (ddp) no ânodo, formado por uma base de metal inerte e coberto por um filme de metal com ação catalítica. As análises químicas para monitoramento dos valores obtidos antes e depois do tratamento do efluente têxtil simulado foram de Demanda Química de Oxigênio (DQO), Carbono Orgânico Total (COT) e Testes de fitotoxicidade. Verificou-se redução de DQO de 86% após 300 minutos e de COT de 92% após 90 minutos, mediante aplicação da técnica eletrocatalítica com irradiação UV. Visto que houve alta eficiência na remoção de COT e DQO conclui-se que a eletrocatalise foto-assistida pode ser utilizada como uma alternativa para a degradação de corantes têxteis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Efluente Têxtil, POA, Degradação de Corante.

### INTRODUÇÃO

A indústria têxtil está amplamente presente em todo o mundo. Entre os processos produtivos empregados nesta indústria, a etapa de tingimento, por exemplo, utiliza grande volume de água para tingir, fixar o corante e lavar. Assim, a indústria têxtil gera um grande volume de efluentes, os quais, quando não tratados corretamente, podem causar sérios problemas de contaminação ambiental (ALVES, 2010).

Os efluentes têxteis contêm sólidos suspensos, elevada quantidade de sólidos dissolvidos, corantes não reagidos e outros produtos utilizados nos processos de fabricação. Esses efluentes são em sua maioria heterogêneos, coloridos, tóxicos e quase sempre resistentes à degradação por métodos de tratamento biológico. Os corantes reativos são muito utilizados pela sua propriedade de ligarem-se às fibras têxteis por meio de ligações covalentes. Porém, sua proporção de fixação nos tecidos é variável, por volta de 60 a 90%, razão pela qual quantidades substanciais são descartadas nos efluentes aquosos (BERTAZZOLI; PELEGRINI, 2002).

Dessa forma, torna-se necessário o desenvolvimento de técnicas de degradação dessas substâncias, aliadas a maior conscientização industrial, de modo a conter os efeitos nocivos causadas pelo descarte descontrolado de corantes em meio aquoso.

A remoção de poluentes por métodos eletroquímicos tem recebido um interesse considerável nos últimos anos (FLORÊNCIO; MALPASS, 2012). A degradação eletroquímica pode ser classificada como: (a) direta (por transferência de elétrons) ou (b) indireta (a reação ocorre com espécies que são geradas eletroquimicamente e que são capazes de oxidar os poluentes orgânicos no seio da solução) (MALPASS et al., 2011). Em ambos os processos, o objetivo é produzir espécies reativas a uma velocidade e em quantidades que permitam a rápida degradação das espécies poluentes. No entanto, nem sempre apenas o tratamento eletroquímico é capaz de promover a degradação completa do poluente. Em muitos casos, para a degradação ocorrer a taxas significativas, é necessário acrescentar NaCl a mistura da reação (MARTÍNEZ-HUITLE; BRILLAS, 2009). Esta medida aumenta a condutividade e gera íons hipoclorito, o que aumenta a eficiência da degradação.

Em estudos anteriores verificou-se que o uso de sais de cloreto de sódio (NaCl) como eletrólito suporte no processo, e o emprego de UV, diminuem a formação de organoclorados e reduz portanto a toxicidade dos produtos finais observados.

Em outro estudo foi mostrado que a fito-toxicidade (organismo teste: *Lactuca sativa*) de soluções de efluente têxtil é reduzida usando NaCl como eletrólito. Provavelmente isso se deve a produção de radicais hidroxilas ( $\bullet\text{OH}$ ) durante a fotólise de espécies de cloro livre (MALPASS et al., 2011).

Neste contexto, este projeto teve como objetivo estudar a degradação de diferentes classes de corantes por processos oxidativos avançados através da técnica eletrocatalítica com e sem irradiação UV, observando os princípios da Química Verde e os interesses ambientais.

## METODOLOGIA

Para os ensaios eletroquímicos, foi utilizada uma célula eletroquímica da **figura 1** e para circulação de água visando à estabilidade da temperatura, usou-se um banho termostático. Os eletrodos de trabalho empregados, ânodos dimensionalmente estáveis (ADE), foram discos ( $\phi = 1 \text{ cm}$ ) de  $\text{Ti/Ru}_{0,3}\text{Ti}_{0,7}\text{O}_2$  e contra-eletrodos de Pt. Como eletrólito suporte, utilizou-se Cloreto de Sódio (NaCl) 0,3 M. Como referência, utilizou-se Eletrodo Padrão de Hidrogênio.



**Figura 1: Célula Eletroquímica. Fonte: Dos autores.**

Empregou-se fonte luminosa ultravioleta inserida diretamente na célula. A irradiação Ultravioleta (UV) foi obtida por pen-ray ( $\lambda_{\text{max}} = 254 \text{ nm}$ ) com potência de 10 W. Os ensaios foram realizados sob corrente aplicada de 1,5 A, com e sem irradiação UV, recolhendo-se amostras em intervalos de 15 minutos.

O efluente têxtil simulado foi preparado com os reagentes e composições mostrados na **tabela 1**. Os corantes utilizados no efluente simulado foram doados pela empresa Aupicor Química localizada em Pomedore/SC.

**Tabela 1. Composição do efluente têxtil simulado - Fonte: Dos autores.**

Componente	Colour Index	Concentração ( $\text{mgL}^{-1}$ )
Laranja Tiafix ME2RL	Reactive Orange 122	25
Amarelo Tiafix ME4GL	Reactive Yellow 186	25
Azul Tiafix MERF 150%	Reactive Blue 221	25
Vermelho Tiafix ME6BL	Reactive Red 250	25
NaOH	-	100
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-	100

Amaciante	-	200
NaCl	-	17532*

\*equivalente a 0,3 M NaCl.

As análises químicas para monitoração dos valores obtidos antes e depois do tratamento foram Demanda Química de Oxigênio (DQO), Carbono Orgânico Total (COT) e Testes de fitotoxicidade segundo protocolo ASTM utilizando sementes de alface (*Lactuca sativa*). As análises de DQO foram realizadas em efluentes tratados após 90 e 300 minutos, e as análises de COT foram realizadas em amostras submetidas a tratamento de 90 minutos.

## RESULTADOS

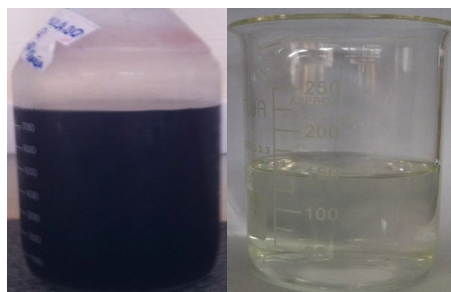
Preparou-se o efluente têxtil simulado, com os reagentes e as composições da **tabela 1**, e a cada ensaio a condutividade e o pH desta solução foram medidos. As análises de Demanda Química de Oxigênio (DQO) foram realizadas pelo método colorimétrico em refluxo fechado e a leitura em espectrofotômetro, para os tempos de 90 e 300 minutos. As análises de Carbono Orgânico Total (COT) foram realizadas pelo método padrão através do Analisador de Carbono Orgânico Total, para um tempo de 90 minutos. Os dados da eficiência do tratamento eletroquímico encontram-se nas **tabela 2**.

**Tabela 2. Eficiência do Tratamento Eletroquímico com e sem Irradiação UV - Fonte: Dos autores.**

	Eficiência Redução (%) DQO 300 Minutos	Eficiência Redução (%) DQO 90 minutos	Eficiência Redução (%) COT 90 minutos
<b>Sem UV</b>	73	74	62
<b>Com UV</b>	86	84	92

Verificou-se que após 90 minutos de aplicação da técnica eletrocatalítica sem irradiação UV, a redução de DQO foi de 74%, enquanto que após 300 minutos essa redução foi de 73%. Para a aplicação desta técnica com irradiação UV obteve-se uma redução de DQO maior, sendo 84% após 90 minutos e 86% após 300 minutos. Em relação ao COT, após 90 minutos foi alcançada uma redução de 62% utilizando a técnica eletrocatalítica sem irradiação UV, e quando aplicou-se esta técnica com irradiação UV essa redução foi maior, sendo de 92%. Estes resultados de DQO e COT evidenciaram a eficiência da técnica eletrocatalítica foto-assistida.

O processo de degradação eletroquímica pode se observado visualmente na **figura 2**, sendo que antes do tratamento o efluente têxtil simulado apresentava cor roxa e após o tratamento eletroquímico foto-assistido este efluente ficou incolor.



**Figura 2: Efluente têxtil simulado antes e após degradação eletroquímica. Fonte: Dos autores.**

Os testes de fitotoxicidade do resíduo tratado foram realizados segundo protocolo ASTM utilizando sementes de alface (*Lactuca sativa*) como organismo-teste. A fitotoxicidade de soluções do efluente têxtil foi reduzida usando NaCl como eletrólito. Este resultado deve-se à produção de radicais hidroxilas ( $\cdot\text{OH}$ ) durante a fotólise de espécies de cloro livre.

## CONCLUSÕES

Neste estudo de degradação de corantes por processos oxidativos avançados através da técnica eletrocatalítica com e sem irradiação UV observou-se a redução dos indicadores de qualidade da água, Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Carbono Orgânico Total (COT). Dessa maneira, verificou-se a eficiência da técnica eletrocatalítica foto-assistida comprovada quantitativamente e qualitativamente.

A partir dos resultados obtidos conclui-se que a eletrocatalise foto-assistida pode ser utilizada como uma alternativa para a degradação de corantes têxteis, visto que houve alta eficiência na remoção de COT e DQO.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, P. A. Tratamento Eletroquímico e Eletroquímico Foto-Assistido na Degradação de Efluentes da Indústria têxtil. 2010. 103f. Tese (Mestrado em Ciências: Físico-Química) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
2. BERTAZZOLI, R.; PELEGRINI, R. Descoloração e degradação de poluentes orgânicos em soluções aquosas através do processo fotoeletroquímico. *Química Nova*, v. 25, n.3, 2002.
3. FLORÊNCIO, T.M.; MALPASS, G.R.P. A Brief Explanation about Environmental Licenses in Brazil. *The Nexus*. American Chemical Society. Sept/Oct. 2012.
4. MALPASS, G.R.P. ; MIWA, D.W. ; SANTOS, R.L. ; VIEIRA, E.M. ; MOTHEO, A.J. . Unexpected toxicity decrease during photoelectrochemical degradation of atrazine with NaCl. *Environmental Chemistry Letters*, v. 1, p. 1, 2011.
5. MARTÍNEZ-HUITLE, C.A.; BRILLAS, E. Decontamination of wastewaters containing synthetic organic dyes by methods: A general review. *Applied Catalysis B: Environmental*, v.87, p.105-145. 2009.