

## “DEGRADAÇÃO DE CORANTES ATRAVÉS DE PROCESSO ELETROLÍTICO”

O processo eletrolítico é uma tecnologia em crescente utilização no campo ambiental, representando uma forma alternativa de pré-tratamento, tratamento e/ou polimento de resíduos líquidos. Sua gama de aplicabilidade é grande, sendo possível remediar diversos tipos de efluentes de diferentes origens, tais como efluentes têxteis, de refinaria de petróleo, indústria suco-alcooleira, indústria de papel e celulose, indústria farmacêutica, galvanoplastia entre outras (Liakou, 1997; Naumczyk et al., 1996).

Nestes casos, o processo tem sido empregado para a eliminação ou redução de poluentes nocivos contidos nos efluentes, como por exemplo remoção de cianeto e a degradação de fenol por oxidação ou a retirada de metais pesados por redução (Ho et al., 1990). Espécies orgânicas de difícil oxidação podem ser eletro-oxidadas e transformadas em produtos menos tóxicos.

Embora para cada efluente particular exista uma relação entre a eficiência do sistema de tratamento e a metodologia empregada, pode-se considerar que, de modo geral, os processos eletrolíticos têm a vantagem de ser ambientalmente compatíveis, na medida em que o reagente principal é o elétron. Possuem também, relativa facilidade de automação, são versáteis quanto ao volume de tratamento, reduzindo o tamanho da planta; têm custo reduzido em comparação aos tratamentos biológicos convencionais e são eficazes, não criando, em geral, problemas ambientais advindos do descarte de sólidos ou poluição do ar, podendo permitir a recuperação de produtos aproveitáveis (Angelis et al., 1998).

Efluentes de indústrias têxteis normalmente são tratados por métodos convencionais, tais como oxidação biológica, adsorção ou coagulação com sais de ferro ou alumínio (Hachem et al, 2001). Devido à grande variabilidade na composição dos resíduos, muitos destes tratamentos convencionais são inadequados. Portanto, estes efluentes, caracterizados também por possuírem alto valor de pH, alta Demanda Química de Oxigênio e baixa biodegradabilidade, representam um problema ambiental e sanitário nos países

industrializados, pois não somente causam problemas estéticos devido à forte coloração, mas também resultam em danos à biota quando não tratados adequadamente (Tratnyek et al., 1994).

5 Corantes têxteis são de origem sintética e consistem de moléculas aromáticas complexas resistentes à degradação (Banat et al, 1996). Os corantes reativos em particular, são difíceis de tratar devido à sua alta solubilidade, impossibilitando os tratamentos biológicos convencionais (Vlysidis et al., 2000). Além disso, apresentam propriedades carcinogênicas e mutagênicas. Por estes corantes serem configurados para reagirem  
10 eficientemente com substâncias portadoras de grupos amina e hidroxila, presentes nas fibras naturais - porém presentes em todos os organismos vivos constituídos de proteínas, enzimas, entre outras - esta categoria de corante é considerada extremamente tóxica (Guaratini & Zanoni, 2000).

Particularmente no Brasil, estima-se que sejam consumidas 20  
15 toneladas de corantes por ano, sendo que 15 a 20% destes sejam perdidos na forma de resíduos (Guaratini e Zanoni, 2000). Uma indústria têxtil de porte médio apresenta um potencial poluidor, em termos de carga hidráulica, de 7000 pessoas, enquanto que em relação à carga orgânica esse montante cresce para 20000 pessoas (Kapdan et al., 2000).

20 Considerando-se esta problemática e para atender a demanda em processos de remediação para estes tipos de corantes, foi aplicado o processo eletrolítico, após o desenvolvimento e construção de um reator para tratamento. O projeto enfocou a versatilidade para manejo e a eficiência na remoção da cor principalmente, através do estudo das variáveis densidade de  
25 corrente, vazão e tipo de eletrólito de suporte.

#### Redução da coloração e degradação de corantes

Foi utilizada uma solução de corante Preto Remazol a 15 mg/L, feita a partir da dissolução do corante em água destilada. Os experimentos neste caso foram conduzidos na presença do eletrólito suporte  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  na concentração  
30  $0,1\text{mols.L}^{-1}$ . A solução assim preparada apresentou absorvância inicial de  $0,4258 \pm 0,020$  em 597 nm. Também foram submetidos ao tratamento eletrolítico, dois efluentes reais de indústria têxtil, resultantes do processo de

tingimento da empresa. O primeiro efluente, era composto principalmente pelo corante Índigo Blue (CI VAT Blue 1), com absorvância inicial de 0,5475 (diluição de 25 vezes) a 678 nm e o outro efluente composto por uma mistura de corantes, com absorvância inicial de 0,6752 (diluição de 25 vezes) em 666 nm.

Inicialmente, aplicou-se o processo eletrolítico na solução de Preto Remazol utilizando-se uma densidade de corrente elétrica 6,8 mA.cm<sup>-2</sup> e com vazão variável, observou-se uma redução na cor de 91% em 3000 L.h<sup>-1</sup> em 120 minutos de tratamento, mostrando que o processo eletrolítico foi favorecido pelo aumento da vazão (Figura 1). Comparativamente aos tratamentos biológicos, que habitualmente demandam muitos dias para o tratamento de efluentes contendo corantes, este tempo de tratamento é muito menor, sendo portanto interessante do ponto de vista econômico e ambiental.

Calculou-se a constante média de velocidade para remoção da cor (k), sendo que o valor encontrado para uma vazão (Q) de 3000 L.h<sup>-1</sup> foi de 3,56.10<sup>-4</sup> m.s<sup>-1</sup>. Através dos valores de k podemos verificar que a velocidade de remoção da cor aumenta com a vazão.

Para avaliar o efeito da densidade de corrente na degradação da cor, escolheu-se a vazão de 1000 L.h<sup>-1</sup> e variou a densidade de corrente nos experimentos. A escolha deste valor de vazão é devido a este ter proporcionado um boa redução da cor num curto intervalo de tempo em relação à vazões superiores (Figura 2).

Avaliou-se a ordem da velocidade de remoção também para este caso. Para valores de densidade de corrente testados superiores a 3,60 mA.cm<sup>-2</sup> (k = 2,57.10<sup>-4</sup> m.s<sup>-1</sup>, redução de 88% da cor), nota-se uma variação cada vez menor na redução da cor, alcançando o máximo em 46,06 mA.cm<sup>-2</sup> (k = 5,02.10<sup>-4</sup> e redução de 92% na cor) em 120 minutos de tratamento.

A temperatura dos experimentos com o corante Preto Remazol ficou aproximadamente constante em torno de 30 °C e o valor do pH medido sofreu, em geral, uma alteração menor que 3%. As medidas de Carbono Orgânico Total também não apresentaram variação substancial, sendo a maior variação

obtida no processo eletrolítico à  $6,8 \text{ mA.cm}^{-2}$  com  $300\text{L.h}^{-1}$  de 16% entre a concentração inicial e a concentração após 120 min de tratamento.

Nos experimentos com os efluentes da indústria têxtil, foram obtidas reduções da cor da ordem de 99%, em apenas 45 minutos de processo, tanto para o Índigo Blue quanto para o efluente composto, utilizando  $J = 67,10 \text{ mA.cm}^{-2}$  (Figura 3). Isto novamente comprova a eficácia do processo eletrolítico em relação aos tratamentos convencionais aplicados. A cor, quando presente em efluentes, impede a passagem da luz no meio aquático, interferindo na fotossíntese de microrganismos e prejudicando a biota.

Os dados obtidos para os testes de Carbono Orgânico Total (reduções de 30% e 38% em 45 min e 44% e 39% em 180 min para o Índigo Blue e efluente composto respectivamente), conforme a Figura 4, demonstram o aumento de degradabilidade possibilitada pelo processo, quantificada em termos de redução da matéria orgânica total. Estes resultados são importantes do ponto de vista sanitário e ambiental, haja visto que a degradação natural se processa muito lentamente, podendo demorar décadas.

Quando realizadas medidas de Demanda Química de Oxigênio, verificou-se redução de 90% para o efluente contendo Índigo Blue e 74% para o efluente composto, em 180 minutos de processamento à  $3000 \text{ L.h}^{-1}$  (Figura 5). Esta análise permite intuir que houve uma diminuição da recalcitrância do efluente, tornando-o mais passível de degradação.

#### Bibliografia

Angelis, D. F., Corso, C. R., Bidóia, E. D., Moraes, P. B., Domingos, R. N., Rocha-Filho, R. C. Eletrolise de resíduos poluidores. I - Efluente de uma indústria liofilizadora de condimentos. *Química Nova* v.21, n.1, 1998, p.20-4.

Banat, I.M.; Nigam, P.; Singh, D.; Marchant, R. Microbial decolourisation of textile dye containing effluents: A Review. *Bioresource Technology* v.58, 1996, pp.217-27.

Guaratini, C.C.I.; Zanoni, M.V.B. Corantes têxteis *Química Nova*, v.23, n.1, 2000, pp.71-78.

- Hachem, C.; Bocquillon, F.; Zahraa, O.; Bouchy, M. Decolourization of textile industry wastewater by the photocatalytic degradation process. *Dyes and Pigments* v.49, n.2, 2001, pp.117-125.
- 5 Ho, S. P., Wang, Y. Y., Wan, C. C. Eletrolytic decomposition of cyanide effluent with an electrochemical reactor packed with stainless steel fiber. *Water Research*, v.24, n.11, p.1317-21, 1990.
- Kapdan, I.K.; Kargi, F.; McMullan, G.; Marchant, R. *Biotechnology Letters* v.22, n.14, 2000, pp.1179-1181.
- 10 Liakou, S; Pavlou, S.; Lyberatos G. Ozonation of azo dyes. *Water Science & Technology* v.35, n.4, 1997, pp.279-86.
- Naumczyk, J; Szpyrkowicz, L; De Faverri, DM; Zilio-Grandi, F. Electrochemical treatment of tannery wastewater containing high strenght pollutants. *Trans Chem* v.74 B, 1996, pp.59-68.
- 15 Tratnyek, P.G.; Elovitz, M.S.; Colverson, P. Photoeffects of textile dye wastewaters: sensitization of singlet oxygen formation, oxidation of phenols and toxicity to bacteria. *Environmental Toxicology and Chemistry* v.13, 1994, pp.27-33.
- Vlyssides, A.G.; Papaioannou, D.; Loizidou, M.; Karlis, P.K.; Zorpas, A.A. Testing an electrochemical method for treatment of textile dye wastewater
- 20 *Waste Management* v.20, n.7, 2000, pp.569-574.

## REIVINDICAÇÕES

5 1. “DEGRADAÇÃO DE CORANTES ATRAVÉS DE PROCESSO ELETROLÍTICO”, caracterizado por proporcionar a diminuição da poluição causada por corantes reativos e dispersivos, por meio da redução da cor.

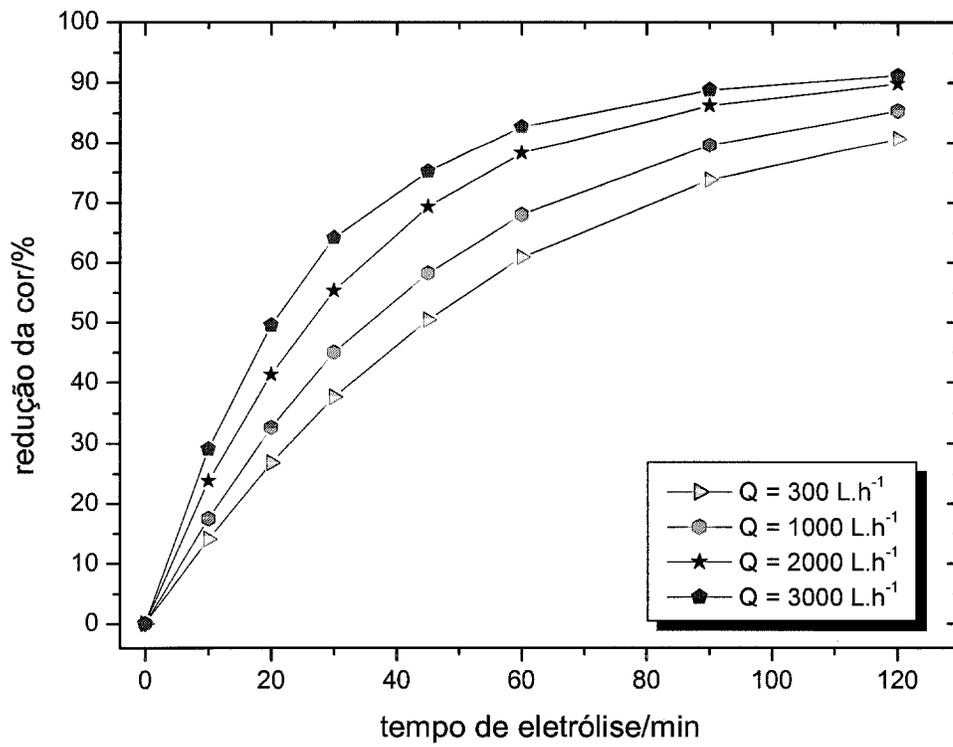
2. “DEGRADAÇÃO DE CORANTES ATRAVÉS DE PROCESSO ELETROLÍTICO”, caracterizado por proporcionar a degradação de corantes dispersivos por meio da redução do teor de Carbono Orgânico Total e da Demanda Química de Oxigênio.

10 3. “DEGRADAÇÃO DE CORANTES ATRAVÉS DE PROCESSO ELETROLÍTICO”, caracterizado por utilizar uma diferença de potencial entre eletrodos e/ou aplicação de corrente elétrica através de fonte externa para gerar espécies oxidantes.

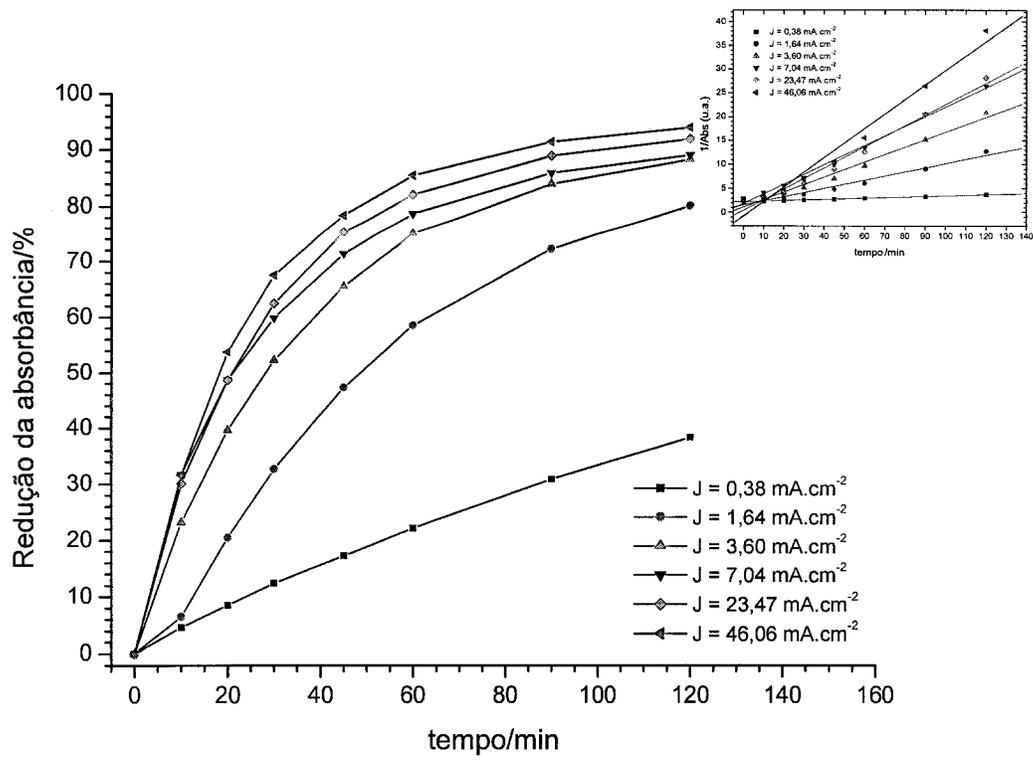
15 4. “DEGRADAÇÃO DE CORANTES ATRAVÉS DE PROCESSO ELETROLÍTICO”, caracterizado por possibilitar a geração de espécies oxidantes capazes de assegurar a diminuição da recalcitrância de corantes.

20 5. “DEGRADAÇÃO DE CORANTES ATRAVÉS DE PROCESSO ELETROLÍTICO”, caracterizado por possibilitar sua utilização como pré ou pós-tratamento em relação aos tratamentos biológicos convencionais.

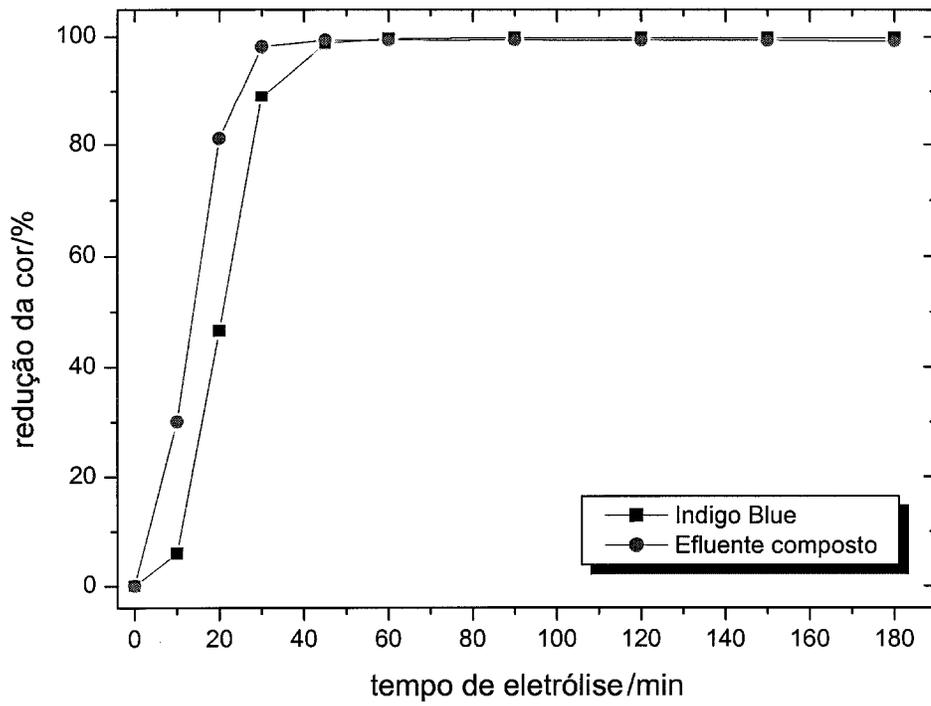
25 6. “DEGRADAÇÃO DE CORANTES ATRAVÉS DE PROCESSO ELETROLÍTICO”, caracterizado por ser um processo de relativa facilidade de automação, possuir versatilidade em relação aos volumes dos efluentes e normalmente gerar menor quantidade ou ausência de subprodutos tóxicos.



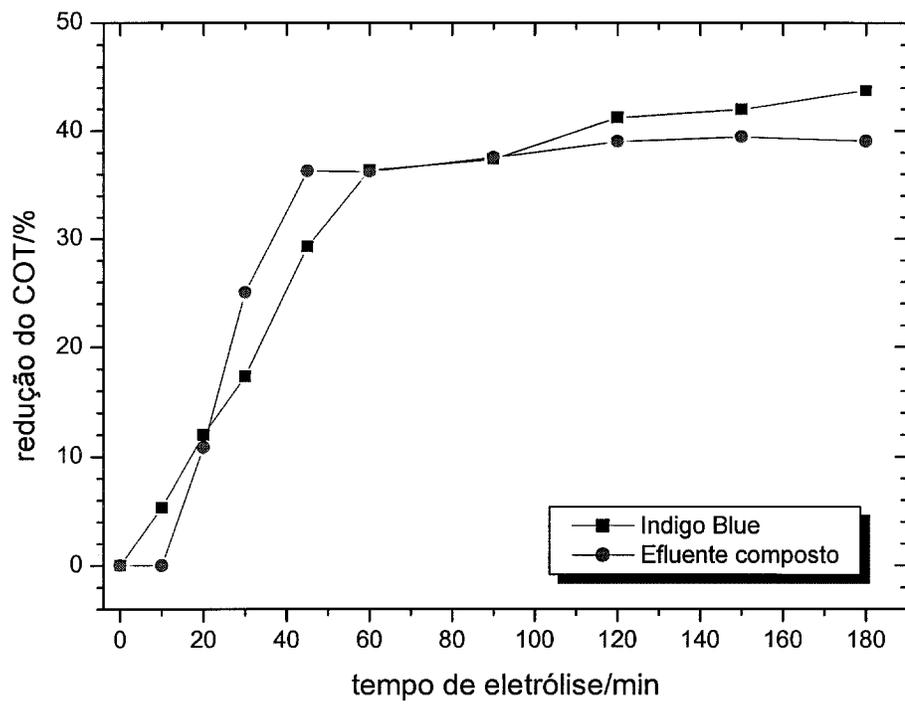
**Figura 1**



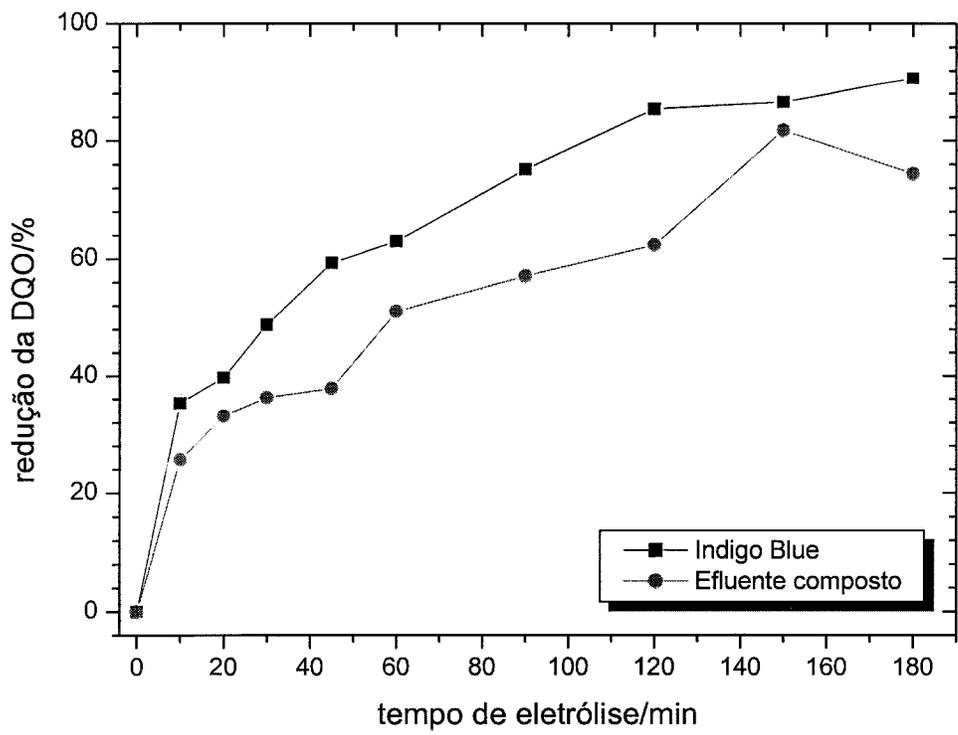
**Figura 2**



**Figura 3**



**Figura 4**



**Figura 5**

## RESUMO

### “DEGRADAÇÃO DE CORANTES ATRAVÉS DE PROCESSO ELETROLÍTICO”

Este trabalho refere-se ao aperfeiçoamento e aplicação de um método de pré-tratamento, tratamento ou polimento de efluentes têxteis contendo corantes reativos e dispersivos, por meio de oxidantes gerados nos efluentes, resultantes de reações químicas entre o efluente e os eletrodos, desencadeadas pela aplicação de diferença de potencial e/ou corrente elétrica gerados por uma fonte externa. O processo proporcionou uma rápida degradação da solução contendo corante Preto Remazol, verificados por reduções da cor superiores a 88% a partir de 90 minutos de tratamento e reduções no teor de Carbono Orgânico Total. Quando aplicado no efluente da indústria têxtil, foram obtidas reduções da cor da ordem de 99% em 45 minutos de processamento. Houve também, redução superior a 39% no teor de Carbono Orgânico Total em 180 minutos, enquanto que foi obtida redução superior a 74% na Demanda Química de Oxigênio. As reduções da cor, do COT e da DQO podem estabelecer relação com a degradabilidade e recalcitrância do corante e, conseqüentemente, pode-se esperar um aumento da biodegradabilidade desses corantes após o tratamento com o processo eletrolítico.