

## **O USO DE TÉCNICAS ELETROQUÍMICAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA: UMA FERRAMENTA PARA A GESTÃO AMBIENTAL**

**Simone Stülp<sup>1</sup>, Cristiano Pochmann da Silva<sup>2</sup> e Sandro Marmitt<sup>3</sup>**

**RESUMO:** Neste trabalho foi realizado o estudo da degradação fotoeletroquímica de efluentes de indústria alimentícia, antes e após tratamento em biorreator. O estudo objetivou a avaliação de tratamentos alternativos com vistas à aplicação de tecnologias limpas. Os experimentos de fotodegradação eletroquímica foram realizados através da incidência de radiação UV em uma célula eletroquímica. Os eletrodos utilizados são de titânio platinizado. Os resultados demonstraram que a combinação biorreator/tratamento fotoeletroquímico reduziu em 50% a coloração do efluente e em 71% o teor de matéria orgânica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Degradação Fotoeletroquímica, Efluentes Industriais, Tecnologias Limpas.

## **THE USE OF ELECTROCHEMICAL TECHNIQUES ON FOOD INDUSTRY EFFLUENTS: A TOOL FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEMS**

**ABSTRACT:** This paper studied the photoelectrochemical degradation of food industry effluents, before and after a bioreactor treatment. The investigation aimed at the assessment of alternative treatments, focusing the use of clean technologies. The photoelectrochemical degradation experiments were performed in a compartment with UV radiation (mercury lamp – 125W), in an electrochemical cell. The anode and cathode were of platinized titanium sheets. The combination process – bioreactor and photoelectrochemical treatment- showed a 50% color reduction and a 71% organic material concentration decrease in the effluent.

**KEYWORDS:** photoelectrochemical Degradation, Industry Effluents, Clean Technologies.

---

<sup>1</sup> Professora do curso de Química Industrial da UNIVATES.

<sup>2</sup> Bolsista de Iniciação Científica da UNIVATES.

<sup>3</sup> Bolsista de Iniciação Científica da UNIVATES.

## 1 INTRODUÇÃO

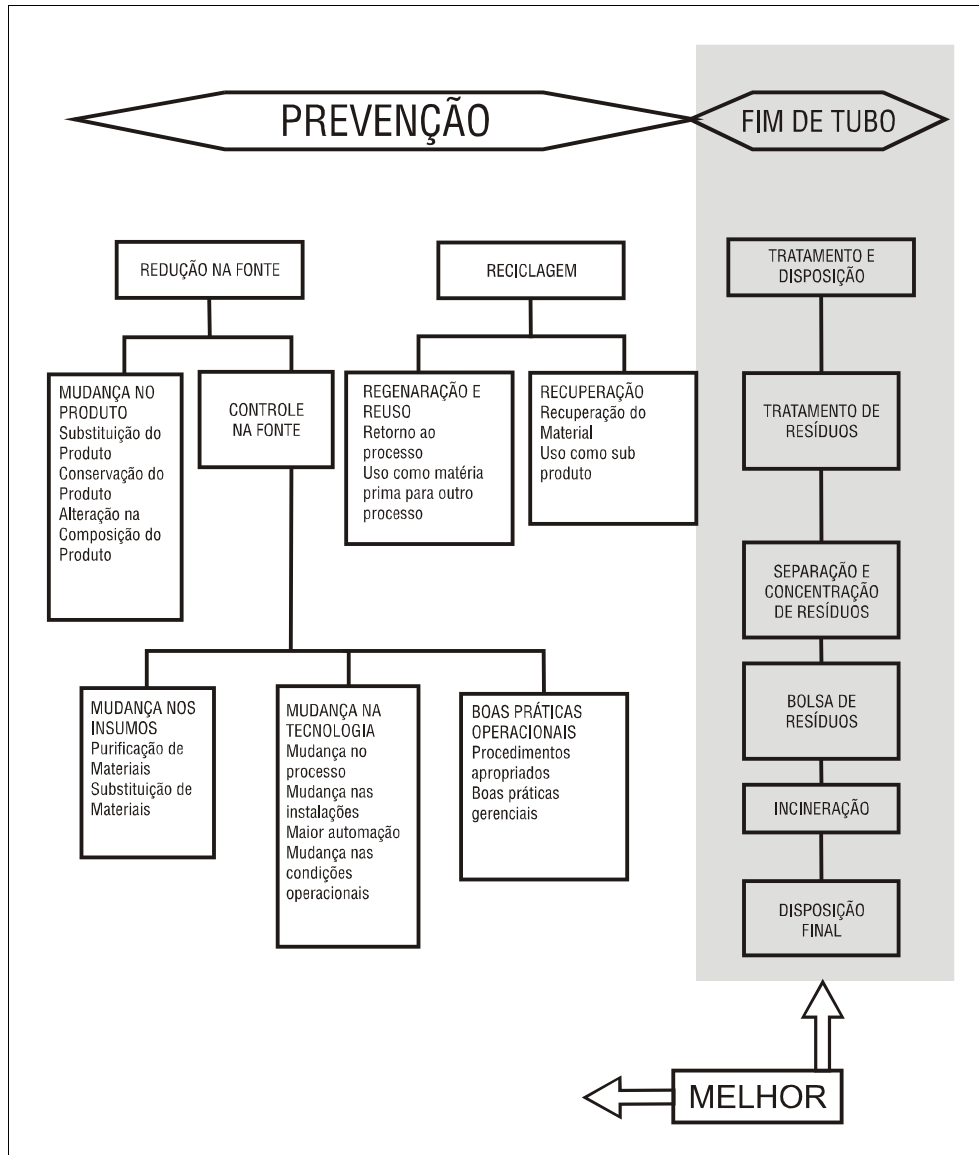
A crescente geração de efluentes aquosos, decorrente do aumento do número de indústrias, traz um grande acúmulo de poluição para as reservas de água superficiais, sub-superficiais e subterrâneas. Poluição significa desperdício e ineficiência produtiva. Os resíduos industriais representam, na maioria dos casos, perdas de matéria-prima. Essa crescente degradação ambiental e a necessidade de preservação dos recursos naturais levam os processos de descarte de resíduos industriais à busca de soluções inovadoras e a uma melhor harmonia das interferências do homem com o ambiente que o cerca.

Muitas indústrias consideram que as medidas de controle ambiental representam custos adicionais, mas isso pode ser revertido, representando ganhos econômicos, como por exemplo, fazer com que um efluente tratado retorne para o processo industrial, evitando, por exemplo, mais gastos com água e insumos (reaproveitamento).

Na realidade, a redução de resíduos deveria constituir-se em um dos principais princípios orientadores de uma organização, na busca da evolução das tecnologias e procedimentos de proteção ambiental (excelência ambiental). Essa evolução está representada na Figura 1, na qual se evidencia que o sentido desejável desta evolução, desde as tecnologias de fim de tubo até as soluções e práticas de eliminação na fonte, deve ocorrer no sentido de redução dos produtos e insumos utilizados na fonte e no decorrer do processo produtivo (La Grega, Buckingham e Evans, 1994).

Para esse processo evolutivo são necessários vários requisitos, entre eles um adequado Sistema de Gestão Ambiental (Fernandes, 2001). O processo de Produção mais Limpa (tecnologias limpas) e Sistemas de Gestão Ambiental devem ser percebidos como instrumentos complementares, inseridos em um contexto de melhoria da performance ambiental. Quando compreendidos adequadamente, esses instrumentos gerenciais implementados de maneira sinérgica podem propiciar uma importante contribuição para o processo de melhoria contínua do desempenho ambiental das plantas industriais.

FIGURA 1 – Evolução das tecnologias e procedimentos de proteção ambiental



Fonte: Adaptado de LA GREGA et al. (1994).

Os efluentes das indústrias alimentícias são importantes fontes de poluição dos corpos d'água (Alabaster, 1991; Kapdan, 2000; Knapp; Zhang; Tapley, 1997), devido às grandes concentrações de matéria orgânica e à forte coloração geralmente apresentadas por esses efluentes (Andrade, Souza e Couto, 1998), podendo provocar alterações na biota aquática, principalmente nas imediações da descarga. A região do Vale do Taquari, situada na região central

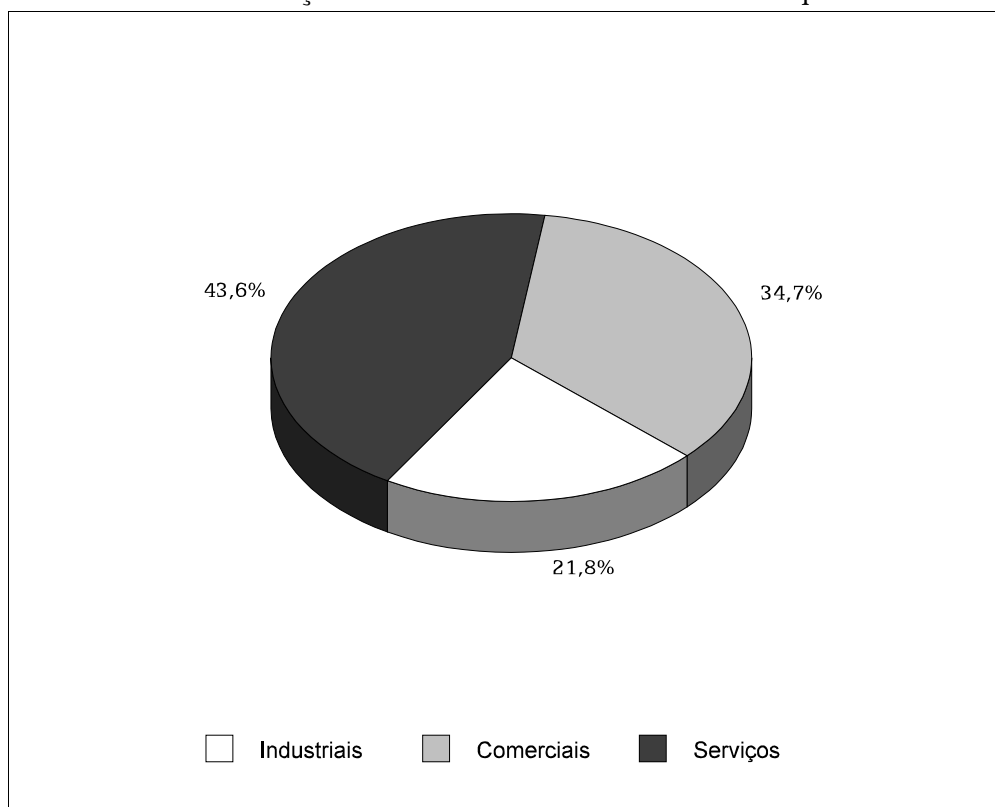
do Rio Grande do Sul (Estado que fica ao Sul do Brasil), destaca-se pelo desenvolvimento de indústrias alimentícias e pelo setor agropecuário (Perfil, 2005). O Vale do Taquari é composto de 37 municípios (Valores, 2004), com população de aproximadamente 320.000 habitantes e distribuição por setor econômico de acordo com o demonstrado na Tabela 1 e no Gráfico 1. No setor industrial, destacam-se indústrias de transformação de produtos alimentícios e bebidas (Gráfico 2).

TABELA 1 – Número de estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços

Tipo de estabelecimento	Número
Comércio	3.099
Serviços	2.464
Indústria	1.536
Total	7.099

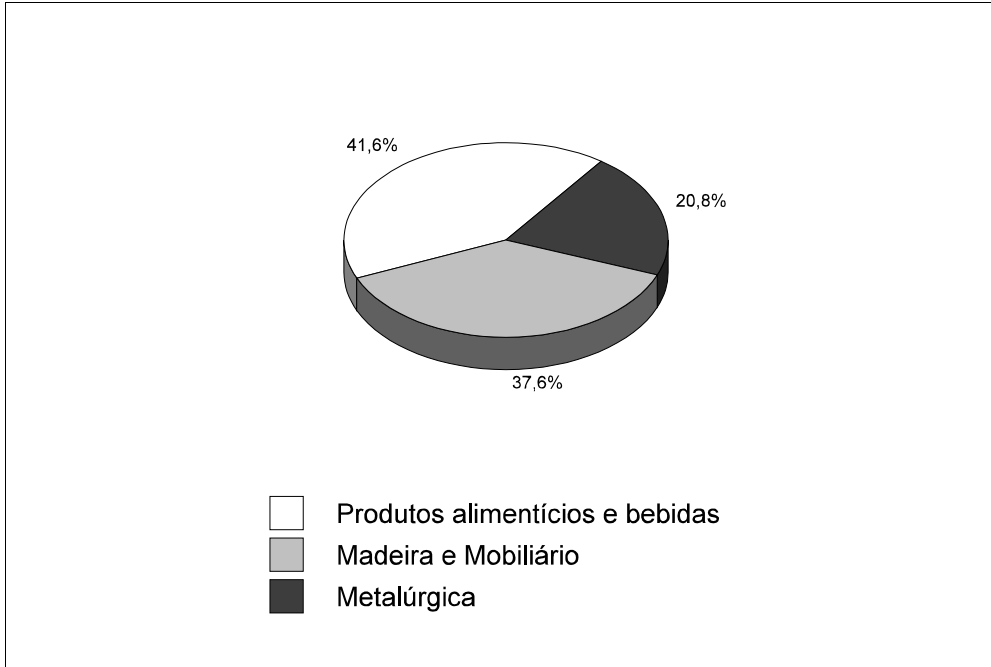
Fonte: RAISTRAB/RAISESTAB – 2003 (Ministério do Trabalho e do Emprego).

GRÁFICO 1 – Distribuição de estabelecimentos no Vale do Taquari



Fonte: RAISTRAB/RAISESTAB – 2003 (Ministério do Trabalho e do Emprego).

GRÁFICO 2 – Distribuição das indústrias de transformação no Vale do Taquari.



Fonte: RAISTRAB/RAISESTAB – 2003 (Ministério do Trabalho e do Emprego).

Os rejeitos de indústrias alimentícias, além do forte caráter ácido ou básico, apresentam grande concentração de sólidos orgânicos em suspensão. Essa elevada carga orgânica provoca em muitos casos depleção do oxigênio dissolvido e modificações na comunidade biológica (Andrade, Souza e Couto, 1998). Além disso, a forte coloração acarreta alterações na biota aquática dos leitos receptores daqueles resíduos.

Os tratamentos de efluentes industriais envolvem processos destinados à redução e à remoção de impurezas geradas na fabricação de produtos. Os métodos de tratamento estão diretamente associados ao tipo de efluente gerado, ao controle operacional da indústria e às características da água utilizada (Crespilho e Rezende, 2004a).

Dentre os vários processos podem-se destacar os tratamentos físico-químicos, que são caracterizados por métodos de separação de fases: sedimentação, decantação, filtração, centrifugação, coagulação e flotação dos resíduos. Muitos dos processos utilizados no tratamento de efluentes industriais envolvem adição de insumos químicos, gerando, em muitos casos, lodo ao final do processo de tratamento deste efluente. Existem, porém, processos alternativos (Crespilho e Rezende, 2004a; Crespilho, Santana e Rezende, 2004b; Nogueira e Jardim, 1998; Pereira e Freire, 2005; Tiburtius, 2005) a esses tratamentos, tais como, Processos Oxidativos Avançados (POA's) e osmose reversa. Esses processos estão baseados em

tecnologias capazes de gerar espécies altamente oxidantes (Nogueira e Jardim, 1998), em quantidade suficiente para provocar a mineralização/destruição dos poluentes (solutos), dentre eles a matéria orgânica. Os POA's podem ser classificados em sistemas homogêneos ou heterogêneos, conforme a ausência ou a presença de catalisadores na forma sólida, além de poderem estar ou não sob irradiação. Esses processos estão se tornando cada vez mais uma tecnologia limpa aplicável no tratamento de águas residuárias, sendo necessária a adequação dos parâmetros experimentais ao tipo de efluente a ser tratado.

Como definição de tecnologia limpa, utiliza-se o ponto de vista de Misra (1996), que afirma que as tecnologias limpas são processos que:

a) permitem a redução da quantidade de efluentes, que poluem o meio ambiente;

b) realizam o uso mais racional para matérias-primas e energia, conseguindo custos mais razoáveis.

Este trabalho mostra os resultados da aplicação do processo de degradação fotoeletroquímica (Bertazzoli e Pelegrini, 2002; Pelegrino, 2002) no tratamento de efluentes de indústrias alimentícias. Esse tratamento consiste na aplicação de Potencial Controlado (V) e incidência de Radiação Ultravioleta (UV) (Barros e Nozaki, 2002). Foi selecionado, para aplicação da técnica de fotodegradação eletroquímica, o descarte aquoso gerado em uma indústria alimentícia em sua forma bruta e após este ter passado por tratamento em um biorreator.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Amostragens

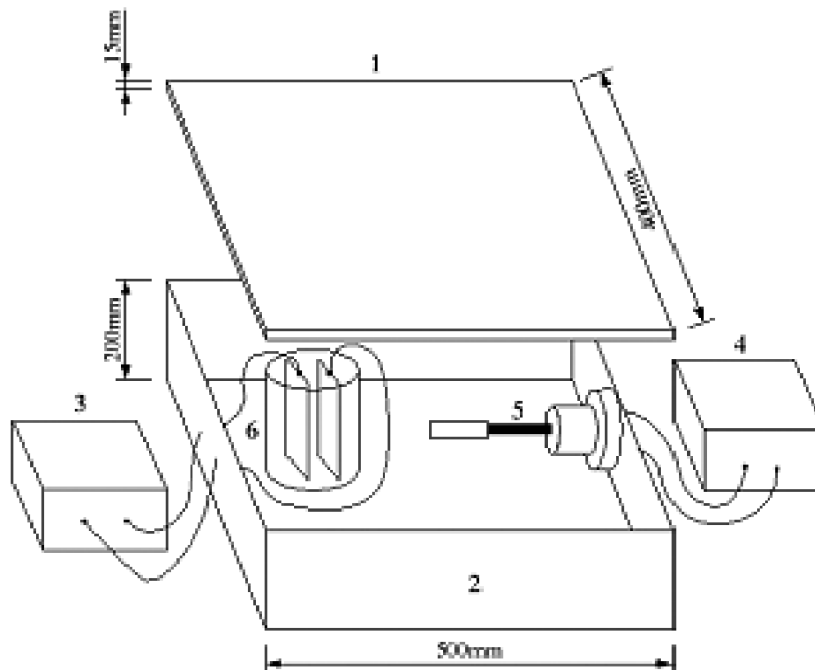
Neste estudo foram utilizados efluentes de uma indústria alimentícia de balas e doces (Stülp, 2004a; Stülp, 2004b). As amostras foram coletadas no período de abril a dezembro de 2003. As coletas foram bimestrais. Os efluentes foram coletados em duas situações diferentes: uma amostra de efluente bruto antes e outra após este ter passado por tratamento em um biorreator. A constituição do efluente bruto compreende concentrações elevadas de açúcares, aromas artificiais, corantes artificiais (por exemplo, amarelo de tartrazina), dentre outros. A constituição do efluente após biorreator compreende os produtos provenientes da degradação/mineralização incompleta dos compostos orgânicos presentes. Os recipientes de coleta foram frascos de vidro âmbar de 1L, conservados sob refrigeração em temperatura aproximada de 6-8 °C, sendo retiradas alíquotas em quantidades necessárias para a realização das análises. As análises foram todas realizadas em triplicata (Ribani, 2004). A condutividade do efluente bruto foi igual a 8,74 mS.cm<sup>-1</sup> e o pH igual a 3,65.

## 2.2 Degradação fotoeletroquímica dos efluentes

Para realizar a degradação das amostras foi montado um reator (Stülp; Freitas e Gerhardt, 2002; Stülp e Freitas, 2003a; Stülp, 2003b) para tratamento fotoeletroquímico de bancada (Figura 2), que consiste em uma caixa de dimensões 500mm x 400mm x 200mm. No seu interior foi realizada a incidência de radiação UV sobre a amostra por um tempo de duas horas, com uma lâmpada de vapor de mercúrio Osram HQL 125W. Para a inserção da lâmpada no interior da caixa, a sua cobertura original foi previamente removida. Utilizou-se uma célula eletroquímica de quartzo de 200 mL de capacidade, e eletrodos de titânio platinizado ( $17\text{cm}^2$ ) para a aplicação de potencial controlado (V), com o auxílio de uma fonte de tensão CIDPE EQ030. Os eletrodos (cátodo e ânodo) são dispostos na célula eletroquímica de forma paralela, e a distância ânodo/cátodo é de 40 mm. A incidência de radiação UV foi feita de maneira direta, sendo que a distância lâmpada/célula eletroquímica foi de 150mm.

FIGURA 2 – Esquema do reator para fotodegradação eletroquímica, cujos componentes são: (1) tampa da caixa de madeira, (2) caixa de madeira, (3) fonte de tensão, (4) reator, (5) lâmpada de vapor de mercúrio 125W e (6) célula de quartzo

Fonte: Elaborada pelos autores.



### 2.3 Monitoramento do efluente

O monitoramento deste processo foi através de medidas de demanda química de oxigênio (DQO) e absorvância na região UV-Vis, utilizando um espectrofotômetro PerkinElmer Lambda 25 UV/Vis Spectrometer e FEMTO 700 Plµs. Para a realização das medidas de DQO foi utilizado o método do refluxo fechado (Eaton, Clesceri e Greenberg, 1998), pelo qual a amostra mais os reagentes (ácido sulfúrico/sulfato de prata, dicromato de potássio e sulfato de mercúrio) são submetidos a um aquecimento em um termorreator a 149 °C. Após é feita a leitura das amostras em um espectrofotômetro a 600 nm. O comprimento de onda utilizado nas análises de absorvância dos dois efluentes foi de 250 nm.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizaram-se ensaios de fotodegradação eletroquímica em efluentes de indústria alimentícia antes e após o tratamento em um biorreator.

### 3.1 Degradação do efluente bruto de indústria alimentícia

Realizou-se o ensaio fotoeletroquímico nos potenciais de 0,8, 1,6 e 3V. A Figura 3 ilustra os valores de absorvância *versus* tempo durante o processo fotoeletroquímico. Os valores de DQO (antes e após a aplicação do processo) estão representados na Figura 4.

FIGURA 3 – Valores de absorvância do efluente bruto durante o processo fotoeletroquímico a 0,8, 1,6 e 3V

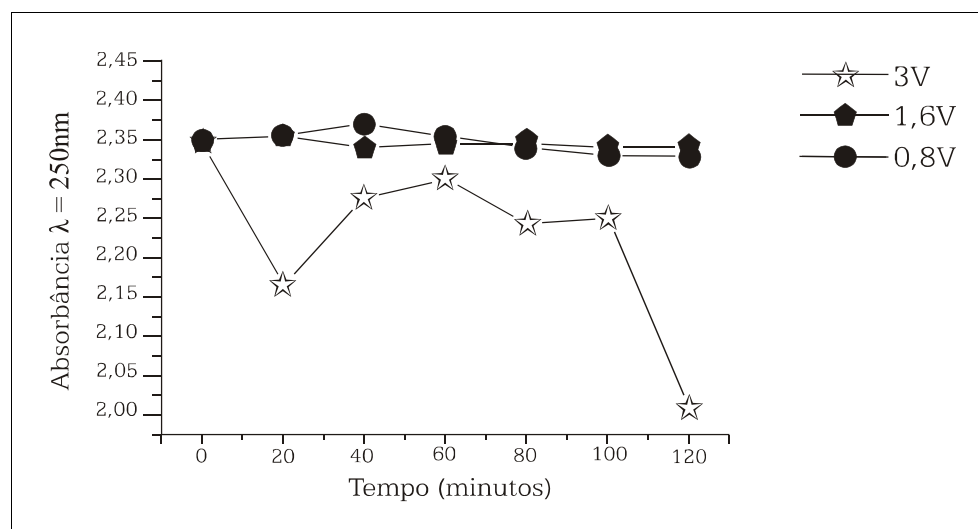
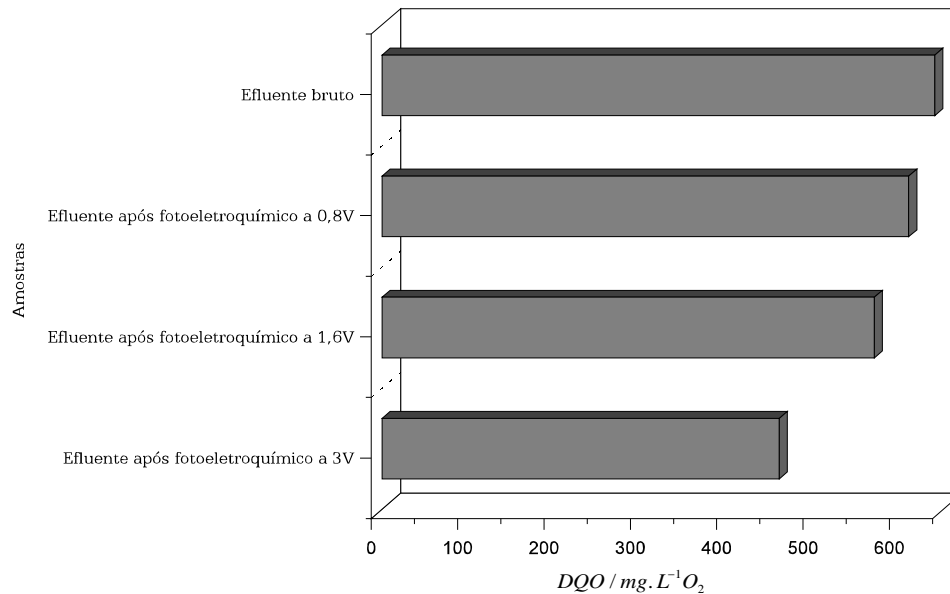




FIGURA 4 – Valores de DQO do efluente



Constatou-se que este processo é mais eficiente aplicando-se o potencial de 3V, pois descoloriu de maneira mais significativa a amostra em comparação aos potenciais de 0,8 e 1,6V (Figura 3), além de diminuir significativamente o valor de DQO (Figura 4).

De acordo com os resultados apresentados, a DQO do efluente após aplicação do processo fotoeletroquímico (3V), obteve uma diminuição de 29,7% em relação ao efluente bruto, e a redução de cor na amostra foi de 14,4% após aplicação deste processo.

### 3.2 Efluente de indústria alimentícia após biorreator

Nos efluentes industriais, após tratamento em biorreator, foi aplicado o ensaio fotoeletroquímico nos três diferentes potenciais 0,8, 1,6 e 3V, sendo que o tratamento mais eficiente foi obtido aplicando-se o potencial de 3V, pois este descoloriu mais significativamente a amostra (Figura 5), além de diminuir de maneira mais eficiente o valor de DQO (Figura 6).

FIGURA 5 – Valores de absorbância durante o monitoramento do processo fotoeletroquímico a 0,8V; 1,6V e 3V

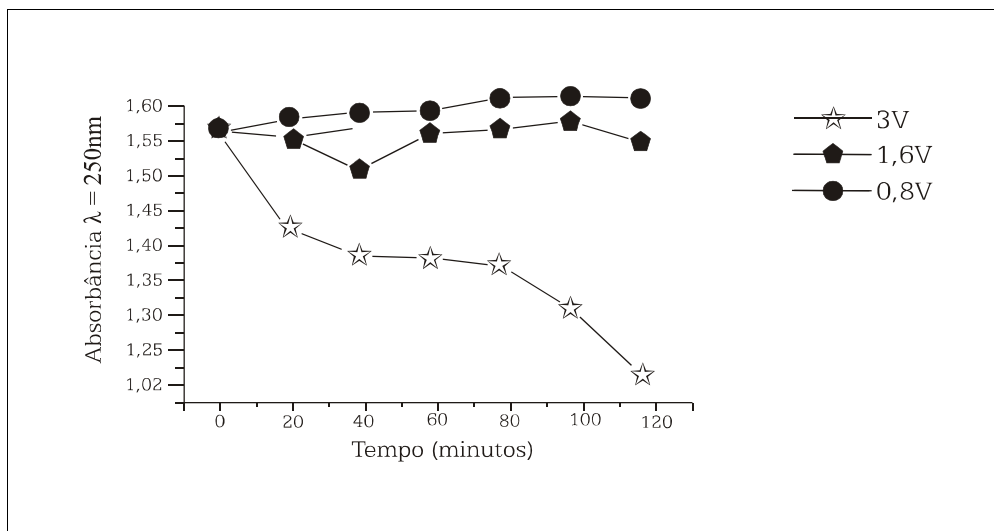
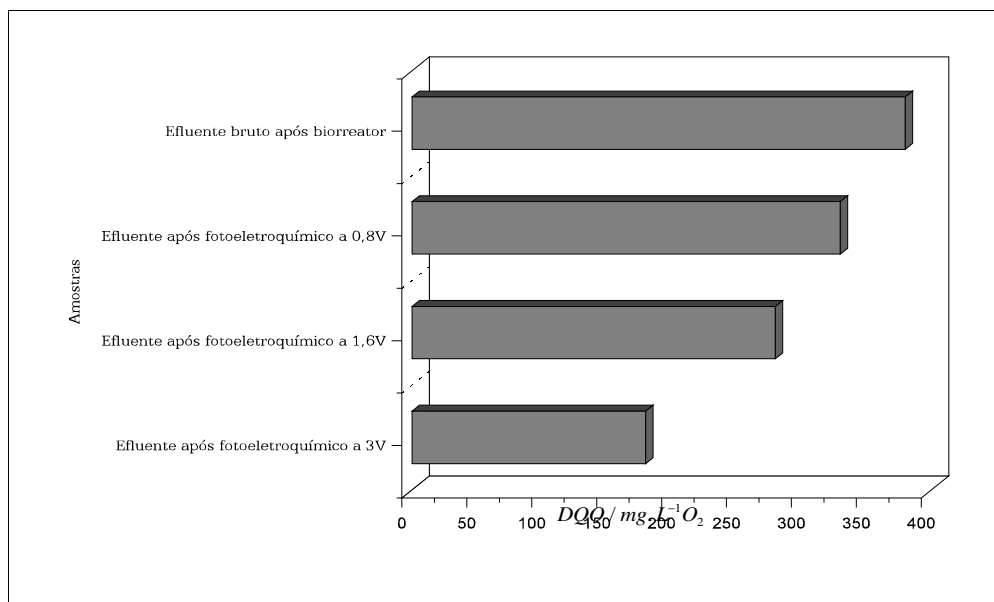


FIGURA 6 – Valores de DQO do efluente da indústria alimentícia, sendo 1 o efluente bruto e 2 o efluente após o processo fotoeletroquímico a 3V



Através dos resultados, constata-se uma relação entre coloração, absorbância e valores de DQO após a aplicação do processo fotoeletroquímico. Na Figura 7 está ilustrado o aspecto visual dos efluentes.

FIGURA 7 – Fotografia do efluente bruto após o tratamento no biorreator (à esquerda) e após o processo fotoeletroquímico a 3V (à direita).



Com base nos resultados obtidos constatou-se que a coloração da amostra obteve uma redução de 21,7% em relação à coloração do efluente que havia passado somente pelo tratamento no biorreator, enquanto que a demanda química de oxigênio (DQO) do efluente após aplicação do processo fotoeletroquímico obteve uma diminuição de 47,5% em relação ao efluente bruto.

Através da análise dos dados aqui apresentados, verifica-se a eficiência do processo fotoeletroquímico aplicado aos efluentes de indústria alimentícia, avaliando-se os resultados de porcentagem de descoloração (medidas de absorbância) e remoção de DQO.

Abaixo estão apresentados os dados comparativos (redução de cor e DQO) do efluente após tratamento fotoeletroquímico e do efluente após o tratamento conjunto, ou seja, biorreator seguido do tratamento fotoeletroquímico (Tabela 2).

TABELA 2 – Resultados Comparativos

Tratamentos	Redução de DQO (%)	Redução de Cor (%)
Fotodegradação eletroquímica	30	15
Fotodegradação Eletroquímica/Biorreator	71	50

Na análise da Tabela 2 pode-se notar que a associação entre os processos fotoeletroquímico e biorreator, apresenta resultados mais satisfatórios no tratamento de efluentes de indústrias alimentícias, levando-se em consideração os parâmetros avaliados.

A partir dos resultados (Tabela 2), verifica-se que houve aproximadamente 70% de redução de DQO e 50% da coloração, aliando-se os tratamentos fotoeletroquímico e biorreator, comparando-se estes resultados com outras metodologias de tratamento, tais como tratamentos biológicos (Sobrinho e Tunussi, 2003), observa-se que o percentual de redução de DQO está compatível, porém a redução de cor normalmente é dificultada através destas tecnologias convencionais de tratamento.

Na comparação do processo fotoeletroquímico aplicado à indústria alimentícia com este mesmo processo aplicado à indústria têxtil, especificamente na primeira extração alcalina (Kraft), constata-se que os percentuais de redução de matéria orgânica foram: 50% para o efluente de indústria têxtil (Bertazzoli e Pelegrini, 2002) e 70% para o de indústria alimentícia, enquanto que a redução de coloração foi de 50% para a indústria alimentícia e 70% para a têxtil. Em processos de eletroflotação, aplicados à indústria de processamento de coco (Crespilho, Santana e Rezende, 2004b), a redução de coloração fica em torno de 96%. Verifica-se que os resultados obtidos no presente trabalho estão compatíveis com os obtidos na literatura, devendo ser aprimorada a redução de coloração dos efluentes de indústria alimentícia.

Comparando-se esses resultados com níveis de descarte permitidos por normativas e resoluções (Fepam; Ministério do Meio Ambiente), destaca-se que, para corantes artificiais, estes devem estar virtualmente ausentes. Segundo as resoluções, o efluente não deve conferir mudança de coloração acentuada ao corpo receptor, no ponto de lançamento, e os níveis de DQO variam de 160 a 450 mg<sup>-1</sup>, dependendo da vazão (m<sup>3</sup>/dia) do efluente lançado no corpo receptor (Sobrinho e Tunussi, 2003; Fepam, 2005).

#### 4 CONCLUSÕES

Com base nos dados aqui analisados e apresentados, é possível concluir que, comparando as análises realizadas com os dois tipos de amostras avaliadas, verificou-se que no efluente que passou por tratamento em um biorreator houve uma maior descoloração e redução de DQO, indicando a eficiência do biorreator seguido do tratamento fotoeletroquímico a 3V. A porcentagem de descoloração foi de 50% através da associação tratamento fotoeletroquímico/biorreator e a de redução de DQO foi de 71%. O processo de fotoeletroxidação representa, para degradação de poluentes orgânicos em soluções aquosas, uma nova concepção em tratamento de rejeitos aquosos. Os resultados conseguidos com a aplicação

dessa técnica indicam que a metodologia apresentada neste trabalho é eficiente para tratar os efluentes estudados, pois se conseguiu diminuir a matéria orgânica e a coloração dos mesmos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALABASTER, G.P.; et al. Combined treatment of domestic and industrial wastewater in waste stabilisation pond systems in Kenya. **Water science and technology**, 24, 43, 1991.

ANDRADE, R.C.B.; SOUZA, M.F.L.; COUTO, E.C.G. Influência de efluentes têxteis e alimentícios sobre o metabolismo e propriedades físicas e químicas do Rio Piauitinga (Sergipe). **Química Nova**, v. 21, n. 424, 1998.

BARROS, M. J.; NOZAKI, J. Redução de poluentes de efluentes das indústrias de papel e celulose pela floculação/coagulação e degradação fotoquímica. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 736, 2002.

BERTAZZOLI, R.; PELEGRINI, R. Descoloração e Degradação de Poluentes Orgânicos em Soluções Aquosas através do Processo Fotoeletroquímico. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 477, 2002.

CRESPILHO, F. N.; REZENDE, M. O. O. **Eletroflotação: princípios e aplicações**, 1. ed., Brasil, 2004.

CRESPILHO, F. N.; SANTANA, C. G.; REZENDE, M. O. O. Tratamento de efluente da indústria de processamento de coco utilizando eletroflotação. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 387, 2004b.

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 20<sup>th</sup> Washigton: American Public Heath Association, EUA, 1998.

FERNANDES, J. V. G. et al. Introduzindo práticas de produção mais limpa em sistemas de gestão ambiental certificáveis: uma proposta prática, **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, n. 157, 2001.

FEPAN. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br>>, Acesso em: 2005.

MINISTÉRIO do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 2005.

KNAPP, J.S.; ZHANG, F.; TAPLEY, K.N. Decolourisation of orange II by a wood-rotting fungus. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, v. 69, n. 289, 1997.

KAPDAN, I.K. et al. Biological decoloration of textile dyestuff by coriolus versicolor in a packed bed column reactor. **Environmental Technology**, v. 22, n. 231, 2000.

LA GREGA, M.D.; BUCKINGHAN, P.L.; EVANS, J.C. **The environment resource management group: hazardous waste management**. Singapore: Mc Graw-Hill, 1994. 1146.

MISRA, K. B. **Clean production: environmental and economic perspectives**. Berlim: Springer, 1996. p. 853.

NOGUEIRA, R. F. P.; JARDIM, W. F. A fotocatalise heterogênea e sua aplicação ambiental. **Química Nova**, São Paulo, v. 21, n. 69, 1998.

PELEGRINO, R. L. Et al. Comparative study of commercial oxide electrodes performance in electrochemical degradation of organics in aqueous solutions. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 13, n. 60, 2002.

PEREIRA, W.S.; FREIRE, R.S.; Ferro Zero: Uma Nova Abordagem Para o Tratamento de Águas Contaminadas com Compostos Orgânicos Poluentes. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 130, 2005.

PERFIL do Vale do Taquari. Banco de Dados Regional. Disponível em: <<http://www.univates.br>>. Acesso em: 22 set. 2005.

RIBANI, M. et al. Validação em métodos cromatográficos e eletroforéticos. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 771, 2004.

SOBRINHO, P. A.; TUNUSSI, J. L. Tratamento de efluentes de indústria têxtil contendo corantes tipo azo, uso de reator UASB e lodo ativado para remoção de cor e nitrificação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22., 2003, Joinville. **Resumos...** Joinville, 2003.

STÜLP, S.; FREITAS, L. S.; COSTANTIN, R.; PALUDO, D.; WILDNER, L. Avaliação da fotodegradação eletroquímica de efluentes industriais. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 2004, Porto Alegre - RS. **Anais do IV Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**, 2004a.

STÜLP, S.; FREITAS, L. S.; GERHARDT, H. Estudo eletroquímico da degradação de refrigerantes sabor laranja foto e eletroassistidos. In: XIII SIBEE - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ELETROQUÍMICA E ELETROANALÍTICA, 2002, Araraquara - SP. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Eletroquímica e Eletroanalítica**. São Paulo - SP : UNESP, p. 50-51, 2002.

STÜLP, S.; FREITAS, L. S.; GONÇALVES, C. V.; MALLMANN, F. M.; PALUDO, D. Estudo da degradação fotoeletroquímica de efluentes de indústria alimentícia. In: XXVI Congresso Latinoamericano de Química - 27ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2004, Salvador - BA. **Livro de Resumos do XXVI Congresso Latinoamericano de Química - 27ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, p. AB125-AB125, 2004b.

STÜLP, S.; FREITAS, L. S. Estudo da degradação e descoloração de efluentes de curtumes. In: XI SBQSUL - ENCONTRO DE QUÍMICA DA REGIÃO SUL, 2003, Pelotas - RS. **Livro de Resumos do XI Encontro de Química da Região Sul**, p. FQ-11-FQ-11, 2003a.

STÜLP, S.; FREITAS, L. S.; WILDNER, L.; PALUDO, D. Estudo da degradação fotoeletroquímica de refrigerantes sabor laranja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 26., 2003, Poços de Caldas. **Resumos...** Poços de Caldas, 2003b. .

TIBURTIUS, E.R.L.; PERALTA-ZAMORA, P.; EMMEL, A.; LEAL, E.S. Degradação de BTXS via Processos Oxidativos Avançados. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 61, 2005.

VALORES DO VALE. Lajeado: Univates, 2004.

