

PLANTA PILOTO DE UM PROCESSO ELETROLÍTICO EM INDÚSTRIA DE ADITIVOS PARA BORRACHA

Gisela Régis¹
Ederio Dino Bidoia¹

¹Departamento de Bioquímica e Microbiologia do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Av. 24-A, 1515, CEP 13560-900. Campus de Rio Claro – SP, Brasil.

RÉGIS, Gisela Stefani e BIDOIA, Ederio Dino. Planta piloto de um processo eletrolítico em indústria de aditivos para borrachas. *Salusvita*, Bauru, v. 28, n. 2, p. 193-203, 2009.

RESUMO

O efluente de uma indústria produtora de aditivos para borracha foi submetido a um tratamento eletrolítico em vários tempos de eletrólises objetivando principalmente a diminuição da cor do efluente industrial e melhora nos parâmetros preconizados pela legislação brasileira de águas. O tratamento eletrolítico foi construído em uma planta piloto logo após o tratamento físico-químico e biológico realizado pela indústria química. O efluente, após passar pelo tratamento convencional da empresa, apresentou cor marrom e bastante turva, 1592 mg/L de demanda química de oxigênio (DQO), 873 mg/L de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e 1,30 mg/L de ferro solúvel. Após 60 min de eletrólise, este efluente estava incolor, possuía 1004 mg/L de DQO, 593 mg/L de DBO e 0,66 mg/L de ferro solúvel. Essas reduções nos parâmetros indicam que há uma melhora no efluente final tratado após eletrólises o que poderia viabilizar o reuso do efluente pela indústria e economizar água limpa tratada levando a diminuição dos custos industriais e os impactos ambientais.

Palavras-chave: Aditivos para borracha. Resíduos poluentes. Planta piloto. Tratamento eletrolítico.

Recebido em: 25/7/2008
Aceito em: 22/10/2008

ABSTRACT

Color and characterization of an industry effluent was studied through electrolytic process at various times, before and after it has passed by the treatment process of the industry. A pilot system for electrolyte treatment was installed in the final effluent. After the electrolysis, it was examined for color and the other parameters of the Brazilian regulations (Article 18, CONAMA 357). The non-electrolysed effluent had brown color and rather cloudy, 1592 mg/L of COD, 873 mg/L of BOD, 1.30 mg/L of soluble iron. After 60 minutes of electrolysis, the effluent was colorless, had 1004 mg/L of COD, 593 mg/L of BOD and 0.66 mg/L of soluble iron. The electrolyzed effluent could be used again by the industry reducing the use of tap water.

Keywords: *Electrolytic treatment. Industrial effluent. Rubber additives.*

INTRODUÇÃO

O tratamento de águas e efluentes é hoje o maior desafio e a grande preocupação por parte da indústria. Não só pela necessidade ambiental de se preservar a qualidade e quantidade do insumo para as futuras gerações, como de legislações e órgãos públicos, que obrigam a indústria a se enquadrar nos níveis mínimos de emissão e geração de poluentes e rejeitos. Na época que não havia as leis ambientais o efluente industrial era um local de lançamento de resíduos trazendo à vizinhança, problemas iguais ou mais sérios que uma planta de indústria tradicional (HENZE, 1997). Através da Legislação e controle mais severo espera-se que o efluente seja considerado um recurso natural e o resíduo um produto, ocasionando uma mudança em seu teor.

Atualmente, sabe-se que um único processo de tratamento não pode eliminar todos os contaminantes de um efluente. A combinação de vários processos é uma forma de aperfeiçoar a diminuição de contaminantes. Desse modo a caracterização do efluente industrial é primordial para a efetividade das medidas necessárias à melhor forma de tratamento e do controle de diminuição da poluição, necessário à avaliação da qualidade ambiental. A indústria química é um capítulo importante dentro do tratamento de efluentes. Além de resíduos sintéticos, restam outras impurezas físicas, químicas e biológicas que precisam ser removidas, recicladas ou recuperadas, a fim de buscar

RÉGIS, Gisela Stefani e BIDOIA, Ederio Dino. Planta piloto de um processo eletrolítico em indústria de aditivos para borracaha. *Salusvita*, Bauru, v. 28, n. 2, p. 193-203, 2009.

RÉGIS, Gisela Stefani e BIDOIA, Ederio Dino. Planta piloto de um processo eletrolítico em indústria de aditivos para borracha. *Salusvita*, Bauru, v. 28, n. 2, p. 193-203, 2009.

a redução da geração de resíduos e até mesmo a disponibilidade de reuso do efluente. O sistema eletrolítico tem se mostrado eficiente como forma coadjuvante para o tratamento de diferentes tipos de efluentes industriais, bem como o tratamento de águas de abastecimento, provando sua versatilidade (RÉGIS e BIDOIA, 2001-a e b) e (ISRAILIDES et al., 1997). A eletrólise realizada antes do tratamento biológico convencional (lagoas de aerobiose, anaerobiose, etc.) produz o aumento da eficiência deste tratamento pelas transformações moleculares ocorridas nos compostos mais persistentes. E, após o tratamento biológico, pode-se utilizar o processo eletrolítico para auxiliar na reutilização da água tratada para o uso na própria indústria (RÉGIS e BIDOIA, 2006).

Também, pode-se minimizar o uso de produtos químicos para neutralização, pois o processo eletrolítico tem como agente o elétron, que auxilia nos processos de decantação, coagulação e floculação (ANGELIS et al., 1998; OTENIO et al., 2008) mostrando ser um tratamento compatível com a conservação do meio ambiente. A eletrólise, além de aperfeiçoar o processo convencional, suprimindo fases como grandes reatores anaeróbicos, requer o uso de menor área, uma vez que diminui o tempo de retenção do efluente depois de eletrolisado. Também, o processo eletrolítico facilita a aeração por gases produzidos como o oxigênio e isto permite redução no espaço ocupado por um sistema de tratamento secundário (RÉGIS E BIDOIA, 2006). O custo, que é um item importante no de tratamento de águas, é diretamente proporcional aos contaminantes que devem ser removidos. Grande parte dos efluentes contém compostos orgânicos que para serem eletrolisados podem utilizar os íons dissolvidos no efluente para dar condutividade iônica à eletrólise de forma que durante a eletrólise os compostos orgânicos podem ser oxidados ou reduzidos e também substâncias formadas como hidróxidos insolúveis de metais auxiliam para formar partículas insolúveis que removem substâncias orgânicas (MARCONATO et al., 1998). Portanto, o conhecimento das reações ocorridas no efluente estudado indicará o material ideal a ser utilizado na composição do eletrodo, que é o principal custo da operação. O eletrodo pode ser reativo, como exemplo o de ferro e produzir hidróxidos além de oxidação-redução, mas também há eletrodos não reativos ou inertes, por exemplo, o de titânio e platina, que promovem apenas a oxidação-redução das substâncias presentes no efluente.

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o efluente da indústria química Crompton Corporation, em Rio Claro, SP, depois da aplicação do tratamento eletrolítico construído em uma planta piloto em diferentes tempos de eletrólise. A indústria química produz antioxidante e antiozonante para borracha, estes são utilizados por

outras indústrias, como a de pneus, para evitar que a borracha se torne quebradiça e aumente assim o tempo de vida útil de artefatos de borracha. Especificamente, o interesse da indústria química em questão é a diminuição de cor do efluente final depois do tratamento convencional, isto permitirá a reutilização da água tratada no processo de fabricação, economizando valiosos recursos hídricos e preservando o meio ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Influyente e Efluente

O influente final da Crompton Corporation é composto por resíduos de antiozonantes que são produzidos em grande quantidade, ou seja, 3,3 e 2,5 m³/dia de influentes produzidos nas sínteses de n-fenil-n-isopropil-p-fenilenodiamina (Flexzone-3P) e n-fenil-n'-1,3-dimetilbutil-p-fenilenodiamina (Flexzone 7P), respectivamente. Também, o influente final é composto do influente de 1,3 m³/dia do antioxidante produzido na síntese do 1,2-dihidro-2,2,4-trimetilquinoleína polimerizada (Naugard-Q), que é produzido a partir da reação de acetona e da difenilamina (Aminox), e do influente de 1,0 m³/dia obtido durante a síntese do oxidante a partir da reação do diisobutileno com difenilamina (Octamine). A vazão do influente final, que contém todos os influentes é de 180 m³/dia, onde se inclui outros influentes de outras partes da indústria química. Neste trabalho foi analisado o influente final, após passar pelo tratamento primário da indústria, ou seja, após passar pelas caixas e grades de areia que retinham o óleo e a graxa característica desses influentes e, após o tratamento convencional (o tratamento secundário) realizado pela indústria, que neste caso é denominado de efluente final tratado.

2. Eletrodos de Aço

Os eletrodos foram confeccionados com 10 placas de aço 1020 proveniente da Siderúrgica Usiminas, MG, de espessura de 3 mm. O aço 1020 possui a seguinte composição química, de acordo com a associação brasileira de normas técnicas (ABNT): carbono 0,18 a 0,23%; manganês 0,30 a 0,60%; fósforo 0,040% e enxofre 0,050% (NBR 6006, 1994). Para a construção do sistema eletrolítico da planta piloto foram necessários o uso de 3 canos, de 1 metro cada com rosca de uma polegada, todos feitos de PVC (Figura 1). As tubulações foram conectados por 20 luvas ou anéis, feitas de cano de PVC, de 3 cm de comprimento com 5 cm de diâmetro. A área geométrica de cada eletrodo era de 244,60 cm².

RÉGIS, Gisela Stefani e BIDOIA, Ederio Dino. Planta piloto de um processo eletrolítico em indústria de aditivos para borrachas. *Salusvita*, Bauru, v. 28, n. 2, p. 193-203, 2009.

RÉGIS, Gisela Stefani e BIDOIA, Ederio Dino. Planta piloto de um processo eletrolítico em indústria de aditivos para borracaha. *Salusvita*, Bauru, v. 28, n. 2, p. 193-203, 2009.

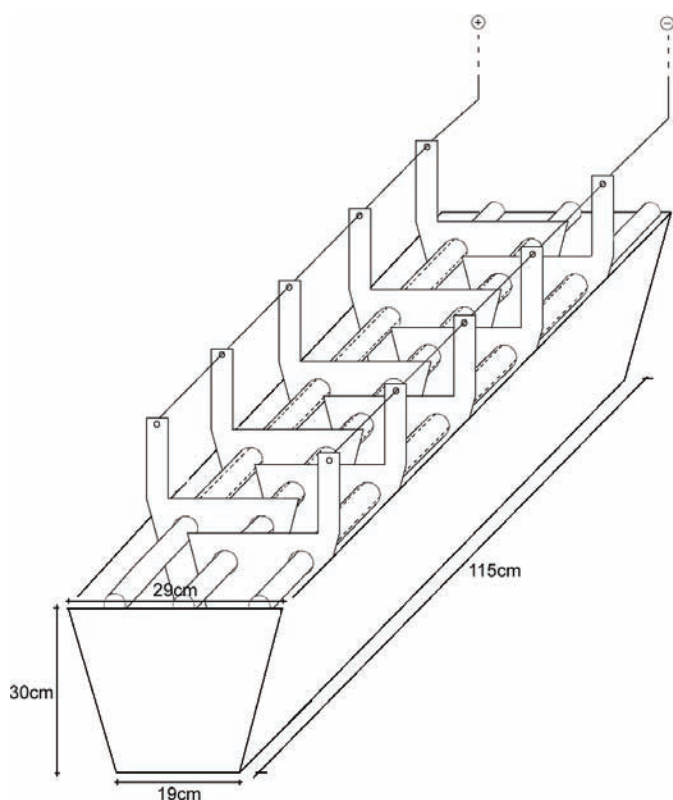


Figura 1 - Desenho esquemático da calha eletrolítica com o conjunto de eletrodos.

Na Figura 2 pode ser observado o desenho esquemático da planta piloto construída para este projeto nas oficinas da Crompton Corporation em Rio Claro, SP.

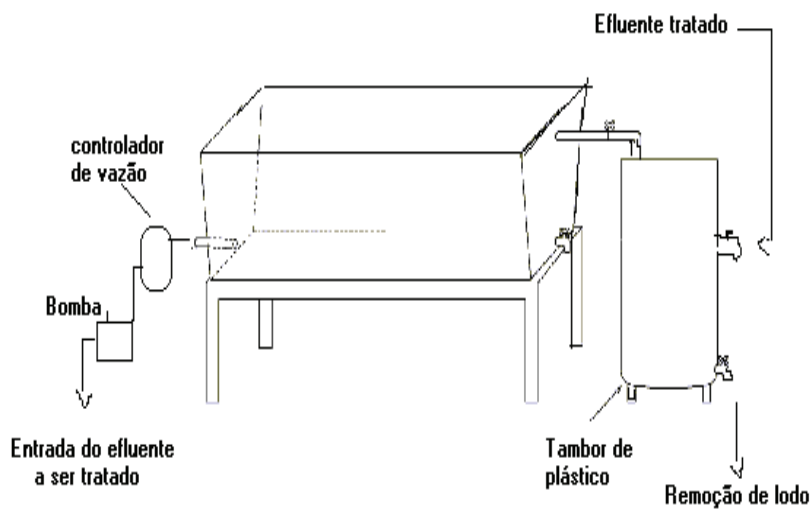


Figura 2 - Desenho esquemático da planta piloto.

3. Tratamento Eletrolítico na Planta Piloto

O efluente final tratado foi retirado através de uma bomba de sucção com controle de vazão, diretamente da lagoa de estabilização. O efluente final tratado entrava na planta piloto em fluxo contínuo e foi submetido às eletrólises durante, 5, 10, 20 e 30 min. A corrente contínua aplicada foi de 20 A com tensão elétrica de 24 V. As Figuras 1 e 2 mostram a calha eletrolítica e os eletrodos. A densidade de corrente (I) foi de $0,08 \text{ cm}^2$, pois a área geométrica dos eletrodos era de $244,60 \text{ cm}^2$. O efluente eletrolisado escoava para um tambor de plástico (Figura 2), de onde eram retiradas as amostras com volume de 200 mL para análises (NBR 9898). Foram medidos os seguintes parâmetros: condutividade, pH, turbidez, cor e temperatura nas amostras do efluente eletrolisado e não eletrolisado, nos laboratórios da indústria. As análises de manganês solúvel, nitrogênio amoniacal, ferro total, DQO e DBO foram realizados segundo o artigo 34 do CONAMA 357/05, por laboratório especializado em análises ambientais, Bioagre, Piracicaba - SP, contratado pela indústria química. Além de amostras do efluente eletrolisado, amostras do efluente final tratado não eletrolisado, também, foi coletado para análises de comparação. Todos os resíduos e efluentes utilizados nessa pesquisa foram devolvidos para a estação de tratamento da própria indústria.

RÉGIS, Gisela Stefani e BIDOIA, Ederio Dino. Planta piloto de um processo eletrolítico em indústria de aditivos para borracaha. *Salusvita*, Bauru, v. 28, n. 2, p. 193-203, 2009.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tratamento Eletrolítico

Todo o tratamento eletrolítico foi realizado em um volume de calha eletrolítica de 75 L sob vazão constante de 5L/60 s. A tensão utilizada foi fixada em 24 V e densidade de corrente em 20 A. Todas as amostras (NBR 9898) de efluente (200 mL), eletrolisado e não eletrolisado, foram retiradas da calha eletrolítica, isto é, da torneira de entrada no tambor de plástico.

Influente final

Os resultados das análises do processo eletrolítico realizadas no influente final, isto é, antes do tratamento secundário realizado pela indústria estão na Tabela 1.

RÉGIS, Gisela Stefani e BIDOIA, Ederio Dino. Planta piloto de um processo eletrolítico em indústria de aditivos para borraça. *Salusvita*, Bauru, v. 28, n. 2, p. 193-203, 2009.

Tabela 1 - Resultados das análises dos parâmetros do influente final no período de maio/2002.

TEMPO DE ELETRÓLISE (min)	COR	pH	CONDUTIVIDADE (uS/cm)	TEMPERATURA (°C)
<u>Não eletrolisado</u>	Turvo Marrom	6,68	17510	18,0
10	Amarela	8,39	17550	20,0
20	Amarelo óleo	8,37	17540	20,0
30	Amarelo óleo	8,47	17630	20,5
40	Esverdeado	8,27	17090	20,0
50	Amarelo óleo	8,20	17540	20,0
60	Esverdeado	8,40	17540	20,0
70	Esverdeado	6,44	17620	20,0
80	Esverdeado	7,33	17520	20,0
90	Esverdeado	8,09	17460	21,0
100	Esverdeado	8,25	17580	22,0
120	Verde claro	8,33	17590	22,0

Podemos observar pela Tabela 1 que há um nítido clareamento do efluente à medida que o tempo de eletrólise aumentava. O pH foi modificado logo após os primeiros 10 min de eletrólise, tornando-se mais básico com o aumento do tempo de eletrólise, apesar de que há variações do pH durante os tempos de eletrólise; o pH predominou-se como básico.

O influente final eletrolisado em 60 e 120 minutos e o não eletrolisado (0 min) foram analisados de acordo com os parâmetros do artigo 34 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 357/05) que trata de lançamento de efluentes em corpos hídricos no país. Os resultados dos parâmetros que sofreram modificações podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados das análises exigidas pelo Artigo 34 do CONAMA 357 do influente final no período de maio/2002.

PARÂMETRO	<u>Não eletrolisado</u> 0 min	Eletrólise de 60 min	Eletrólise de 120 min
DBO (mg/L)	833	495	410
DQO (mg/L)	3364	1830	1800
Ferro Solúvel (mg/L)	1,02	6,00	5,20
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	36	37	37
Manganês Solúvel (mg/L)	0,07	0,31	0,21

A análise da Tabela 2 permite observar que para o nitrogênio amoniacal não houve modificação nos valores do influente final não eletrolisado para o eletrolisado, isto é, continuaram acima do valor

permitido. Isto pode ser uma indicação de que o ciclo da degradação do nitrogênio não foi totalmente realizado e que o tratamento eletrolítico com eletrodos de aço não afeta esse parâmetro. A degradação de compostos orgânicos, do ciclo do carbono, também não foi completamente realizada, observado no valor da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e, portanto, esta é uma indicação de que o nitrogênio amoniacal não foi muito bio-oxidado. A degradação dos compostos nitrogenados ocorre, em geral, após uma degradação maior da carga orgânica. Assim, a eletrólise não afeta os níveis de nitrogênio amoniacal, mas auxilia na diminuição da matéria orgânica que, indiretamente, irá favorecer, posteriormente, a degradação do nitrogênio amoniacal. No parâmetro DBO, apesar de continuar acima do valor permitido preconizado no artigo 34 do CONAMA 357/05, foi observado uma diminuição de 40,6% em 60 min e 50,7% em 120 min em relação ao influente final não eletrolisado. A diminuição da DBO, também, é uma indicação de que o efluente torna-se menos tóxico, ou seja, mais biodegradável.

Os valores da demanda química de oxigênio (DQO) na Tabela 2 diminuíram em relação ao influente não eletrolisado em cerca de 50% para 60 min e 46,5% em 120 min de eletrólises, respectivamente. A diminuição da DQO reflete na diminuição da DBO. A redução da DQO tem a ver com a precipitação de substâncias orgânicas retiradas durante as eletrólises e depositadas no lodo do tambor plástico (Figura 1). Quanto ao ferro solúvel, houve um ligeiro aumento, devido ao desgaste dos eletrodos de aço, pois esses são eletrodos reativos, mas a quantidade de ferro solúvel não ultrapassa o valor padrão requerido pelo artigo 34 do CONAMA 357/05, o mesmo ocorrendo para o manganês solúvel. Outros parâmetros como: arsênio, bário, boro, cádmio, chumbo, cobre, cromo total, estanho, fluoretos, níquel, prata, selênio, sulfetos, zinco e compostos organofosforados e carbamatos totais, continuaram dentro do padrão requerido pelo artigo 34 do CONAMA 357/05.

Efluente final tratado

As análises do efluente final tratado, ou seja, aquele que passou por todo o tratamento convencional da indústria, e do efluente final tratado eletrolisado podem ser observadas na Tabela 3.

RÉGIS, Gisela Stefani e BIDOIA, Ederio Dino. Planta piloto de um processo eletrolítico em indústria de aditivos para borracaha. *Salusvita*, Bauru, v. 28, n. 2, p. 193-203, 2009.

RÉGIS, Gisela Stefani e BIDOIA, Ederio Dino. Planta piloto de um processo eletrolítico em indústria de aditivos para borracaha. *Salusvita*, Bauru, v. 28, n. 2, p. 193-203, 2009.

Tabela 3 - Resultados das análises dos parâmetros do efluente final tratado no período de maio/2002.

TEMPO ELETRÓLISE (min)	COR	pH	CONDUTIVIDADE (uS/cm)	TEMPERATURA (°C)
<u>Não eletrolisado</u>	Turvo marrom	7,34	77600	20
10	Turvo marrom	7,74	77300	20
20	Turvo	7,80	77700	20
30	Turvo	7,80	77700	20
40	Turvo e precipita	7,83	78300	21
50	Turvo e precipita	7,71	78000	21
60	Turvo/SS fundo	7,86	78100	22
70	Límpido/SS fundo	7,85	78000	22
80	Límpido	8,06	78100	22
90	Límpido	7,75	78200	23
100	Turvo marrom	7,34	77600	20
120	Turvo marrom	7,74	77300	20

O efluente final tratado eletrolisado em 60 e 120 min e o efluente final tratado não eletrolisado (0 min) também foram analisados de acordo com os parâmetros do artigo 34 do CONAMA 357/05. Os resultados dos parâmetros que sofreram modificações podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados das análises exigidas pelo Artigo 34 do CONAMA 357 do efluente final tratado no período de maio/2002.

PARÂMETRO	<u>Não eletrolisado</u> 0 min	Eletrólise de 60 min	Eletrólise de 120 min
DBO (mg/L)	873	593	673
DQO (mg/L)	1592	1004	1162
Ferro Solúvel (mg/L)	1,30	0,66	0,40
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	48,50	45	46
Manganês Solúvel (mg/L)	0,20	0,11	0,21

Os valores de análises da Tabela 4 indicam que para o nitrogênio amoniacal houve modificação dos valores do efluente não eletrolisado para o eletrolisado. Esta modificação foi maior no tempo de 60 min, apesar de continuar acima do valor permitido do CONAMA 357, onde ocorreu uma diminuição de 7,22%. É uma indicação que a eletrólise com eletrodos de aço auxilia muito pouco na redução do nitrogênio amoniacal de forma direta. A remoção de compostos orgânicos do efluente final tratado após a eletrólise em termos de DQO um decréscimo de 36,9% em 60 min e 27,0% para 120 min, os efeitos

de redução da DQO estão ligados diretamente à decantação de matéria orgânica pelo hidróxido de ferro formado durante as eletrólises. No parâmetro DBO, apesar de continuar acima do valor permitido, ocorreu uma diminuição de 32,0% para 60 min e 23,0% para 120 min de eletrólise, em relação ao tempo zero, isto é, ao efluente final tratado não eletrolisado. A diminuição da DBO, após o processo eletrolítico é uma indicação de que o efluente poderia tornar-se menos tóxico após o tratamento convencional realizado pela indústria.

Quanto ao ferro solúvel, houve um decréscimo de 49% na concentração da amostra estudada para 60 min e 69% para 120 min, ou seja, diminuiu a concentração de ferro solúvel após as eletrólises mesmo com o desgaste dos eletrodos com a formação de hidróxido de ferro. A explicação é que o pH sobe um pouco o que facilita a precipitação dos íons ferro no efluente eletrolisado devido ao desgaste do eletrodo, mas que não ultrapassa o valor máximo do artigo 14 do CONAMA 357. No caso do efluente final tratado comparado com o influente final, o efluente final tratado possui maior afinidade com os íons de ferro e aumenta a na decantação, já para o influente isto não ocorre e há um aumento dos íons ferro no influente após a eletrólise.

CONCLUSÃO

O tratamento eletrolítico com eletrodos de aço 1020 no influente e efluente finais da indústria química provocou um nítido clareamento do efluente à medida que aumentava o tempo de eletrólise (Tabelas 1 e 3). Este clareamento, uma das expectativas da indústria, permite que a empresa atenda ao sistema de gestão ambiental (ISO-14.000) e possa ser estudada uma metodologia de uso do efluente final eletrolisado no processo industrial (reuso de efluente), pois o efluente final da indústria eletrolisado tornou-se melhor em vários parâmetros, tais como: DBO, DQO e ferro solúvel. Isto diminuiria, consideravelmente, o uso de água limpa tratada pela indústria e, conseqüentemente, levaria a diminuição dos custos industriais e os impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

ANGELIS, D. F.; MORAES, P. B.; DOMINGOS, R. N.; CORSO, C. R.; ROCHA-FILHO, R. C.; BIDOIA, E. D. Eletrólise de Resíduos Poluidores. I - Efluente de uma Indústria Liofilizadora de Condimentos. Química Nova, v. 21, n. 1, p. 20-24, 1998.

RÉGIS, Gisela Stefani e BIDOIA, Ederio Dino. Planta piloto de um processo eletrolítico em indústria de aditivos para borracaha. *Salusvita*, Bauru, v. 28, n. 2, p. 193-203, 2009.

RÉGIS, Gisela Stefani e BIDOIA, Ederio Dino. Planta piloto de um processo eletrolítico em indústria de aditivos para borracaha. *Salusvita*, Bauru, v. 28, n. 2, p. 193-203, 2009.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357 de 17 de março de 2005. www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res05/res35705.pdf. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 2005.

HENZE, M. Trends in Advanced Wastewater Treatment. *Water Science & Technology*, v. 35, n. 10, p.1-4, 1997.

ISRAILIDES, C. J.; VLYSSIDES, A. G.; MOURAFETI, V. N.; KARVOUNI, G. Olive oil wastewater treatment with the use of an electrolysis system. *Bioresearches Technology*, v. 61, n. 2, p.163-70, 1997.

MARCONATO, J. C.; BIDOIA, E. D.; ROCHA-FILHO, R. C. Electrolytic treatment of wastewater from a fowl slaughterhouse using cast-Iron electrodes. *Bulletin of Electrochemistry*, v. 14, n. 6, p. 228-230, 1998.

NBR 9898 - Associação Brasileira de Normas Técnicas - Preservação e técnica de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

NBR 6006 - Associação Brasileira de Normas Técnicas - Sobre composição química dos aços de construção mecânica mais usados. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

OTENIO, M. H.; PANCHONI, L. C.; CRUZ, G. C. A.; RAVANHANI, C.; BIDOIA, E. D. Avaliação em escala laboratorial da utilização do processo eletrolítico no tratamento de águas. *Química Nova*, v. 31, n. 3, p. 508-513, 2008.

RÉGIS, G.; BIDOIA, E. D. Electrolytic Treatment of an Effluent of a Chemical Industry for Monitoring Toxicity by *Saccharomyces cerevisiae*. *Revista Salusvita*, v. 20, n. 3, p. 53-60, 2001-a

RÉGIS, G.; BIDOIA, E. D. Electrolytic Treatment in the Effluent of a Rubber Antiozonant Chemical Industry. *Revista Salusvita*, v. 20, n. 3, p. 71-79, 2001-b

RÉGIS, G.; BIDOIA, E. D. Electrochemical Treatment of Chemical Industry Wastewater using Steel and TiRuO_2 Electrodes. *Holos Environment*, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2006.