

TRAMENTO ELETROLÍTICO DE ÁGUAS CINZA UTILIZANDO ELETRODO DE FERRO

Rafael Coelho Ciciliato⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pela UTFPR/Londrina-PR e Técnico Ambiental CEFET/SP. Desde 2008 atua nas linhas de pesquisas de tratamento de efluentes (remoção de nitrogênio via nitrito e eletrólise em águas residuárias) e geoprocessamento aplicado a hidrologia.

Ricardo Costanzi Nagamine⁽²⁾

Engenheiro Civil formado pela Universidade Federal de São Carlos com ênfase em Sistemas Urbanos. Mestrado na área de Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos/USP. Doutorado na área de Hidráulica e Saneamento pela Escola Politécnica de São Paulo/USP.

Khamila Tondinelli Souza Cruz⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela UTFPR/Londrina-PR.

Alexei Lorenzetti Novaes Pinheiro⁽⁴⁾

Bacharel em Química pelo Instituto de Química de São Carlos - USP (1995) e doutor em Ciências (Físico-química) pelo Instituto de Química de São Carlos - USP (2003). Cientista convidado junto ao Grupo do Prof. Dr. Gerhard Ertl, no período de 2003 a 2005, atuando em projeto de pesquisa envolvendo sistemas de Ultra-Alto Vácuo (UHV) com transferência fechada para ambiente eletroquímico. Pós-doutorado no Instituto de Química de São Carlos no período de 2005 a 2007.

Endereço⁽¹⁾: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Estrada dos Pioneiros, 3131 - Londrina/PR, Brasil - CEP 86036-370. e-mail: ciciliato10@hotmail.com

RESUMO

No Brasil, os estudos que utilizam processos eletrolíticos na depuração de esgotos sanitários são pequenos. Considerando águas cinza, a aplicação da eletrólise no seu processo de tratamento é pouco estudado no país. No presente trabalho foi proposto a utilização de um sistema eletrolítico em batelada com eletrodos de ferro no cátodo e ânodo para avaliar a eficiência de remoção da cor, turbidez e DQO em efluente sintético de águas cinza de máquina de lavar roupas. Verificou-se que o processo teve uma remoção de DQO de 94%, uma baixa eficiência na remoção da turbidez, com apenas 4% e um aumento significativo na cor.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de efluentes, sistema eletrolítico, águas cinza.

1. INTRODUÇÃO

O emprego da eletricidade na depuração dos esgotos sanitários tem suas origens no final no século XIX. No mesmo período o tratamento por vias biológicas se encontra em investigações mais criteriosas. Discutiram-se bastante os resultados dos dois tratamentos, quanto à eficiência, vantagens e desvantagens de cada método (FIGUEIREDO, 1952).

Apesar dos estudos sobre tratamento de águas residuárias ser antigo, essa tecnologia foi mantida arquivada e esquecida durante os últimos 80 anos, em termos de aplicações práticas e produtivas (WIENDL, 1998).

Nos dias atuais, com as plenas informações técnicas sobre o processo do tratamento biológico, o problema do esgoto sanitário no Brasil não é generalista para toda a parte do território. Muitos técnicos da área aprofundam-se nos conhecimentos clássicos do esgotamento sanitário para se obter um resultado generalista e acabam se frustrando-se diante dos altos custos de soluções pioneiras, em virtude da precária economia do país (WIENDL, 1998).

Em meados da década de 80, significativamente voltam os estudos sobre o tratamento de efluentes por eletrolise, com a proposta de baixo custo de instalação e propensão para destinar a massa líquida para fertirrigação. (WIENDL, 1998).

As águas cinza são definidas como águas residuais urbanas, que inclui a água de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar louça e pias de cozinha, mas exclui descargas dos banheiros.

As águas cinza, como fonte alternativa de água para usos não potáveis é praticada em alguns países como o Japão, EUA, Canadá, Alemanha, Reino Unido e Israel. No Brasil já existem algumas instalações prediais com sistemas de reuso de águas cinza. As águas cinzas possuem um grande potencial de reuso devido a produção na própria edificação.

Dentre as alternativas apregoadas para destinação das águas cinza, pode-se constatar a descarga em vasos sanitários, a lavagem de pisos e a irrigação de jardins e gramados.

No Brasil, os estudos que utilizam processos eletrolíticos na depuração de esgotos sanitários são pequenos. Tratando-se de águas cinza, a aplicação da eletrólise no seu processo de tratamento é pouco estudado no país. Esse trabalho teve como objetivo a avaliação da eficiência de remoção de cor, turbidez e DQO em efluente sintético de águas cinza de lavar roupa.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Fenômenos de Transporte e Físico-Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- *campus* Londrina-PR. Para o estudo, foi utilizado efluente sintético de água cinza de máquina de lavar roupas, diluindo-se $1,8\text{g.L}^{-1}$ de sabão em pó de uma marca A em água da torneira.

2.1. INSTALAÇÕES EXPERIMENTAIS

O experimento foi realizado em um reator em batelada, conforme apresentado na Figura 01.



Figura 01: Esquema das instalações

O reator foi confeccionado em recipiente de vidro, resultando num volume útil de 320mL de amostra. Os eletrodos do ânodo e cátodo era de ferro, com uma área útil de 24 cm² e espaçamentos de 0,5 cm entre as placas (eletrodos). Foi utilizado um agitador magnético para o favorecimento do transporte de massa.

2.2. FUNCIONAMENTO DAS UNIDADES

O reator foi alimentado manualmente, no início de cada ensaio. Foi utilizada uma fonte HP acoplada a um computador Figura 01, para controlar a diferença de potencial (d.d.p.) aplicada no efluente. Variou-se d.d.p de 0 a 20 Volts (V), em voltagem crescente de 0,2 V, para cada intervalo (exemplo: 0 V, 0,2 V,...,19,8 V e 20,0 V), cada intervalo correspondia 1 minuto de voltagem aplicada, resultando num experimento de 1 hora e 40 minutos.

2.3. PARÂMETROS MONITORADOS

Os parâmetros monitorados e os métodos utilizados são apresentados na Tabela 01, conforme preconizados pela APHA/AWWA/WEF (1998). As análises foram realizadas no início e ao final de cada ciclo.

Tabela 01. Parâmetros de monitoramento e métodos utilizados

Parâmetros analisados	Métodos utilizados
pH	Potenciométrico
Cor (units PtCo)	Espectrofotométrico
Turbidez (NTU)	Espectrofotométrico
DQO (mgO ₂ .L ⁻¹)	Espectrofotométrico

3. RESULTADOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE

Na Tabela 02 encontra-se os valores médios referentes aos parâmetros de caracterização do efluente bruto de água cinza sintética de máquina de lavar roupas.

Tabela 02 Caracterização do efluente bruto de água cinza sintética de máquina de lavar roupas

Parâmetros	Valores
pH	10,1
Cor (units PtCo)	512
Turbidez (NTU)	105
DQO (mgO ₂ .L ⁻¹)	282

De acordo com Li et al., (2009), quantidade e a qualidade de águas cinza podem variar de acordo com a localidade, nível de ocupação, do tipo de residência, faixa etária, estilo de vida, classe social, cultura, costumes, instalações prediais e abundância de água. Podendo variar, também, de acordo com a sua procedência.

No presente estudo não temos essa variação conforme a exposição do autor acima, pois utilizamos efluente de água cinza de máquina de lavar roupas de forma sintética, onde confeccionamos o efluente afim não presenciarmos tal variação, para favorecer futuras comparações com outros experimentos utilizando eletródos de diferentes materiais.

3.2 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE COR, TURBIDEZ E DQO NO EFLUENTE

A Figura 02 apresenta a curva de polarização obtida durante a realização do experimento.

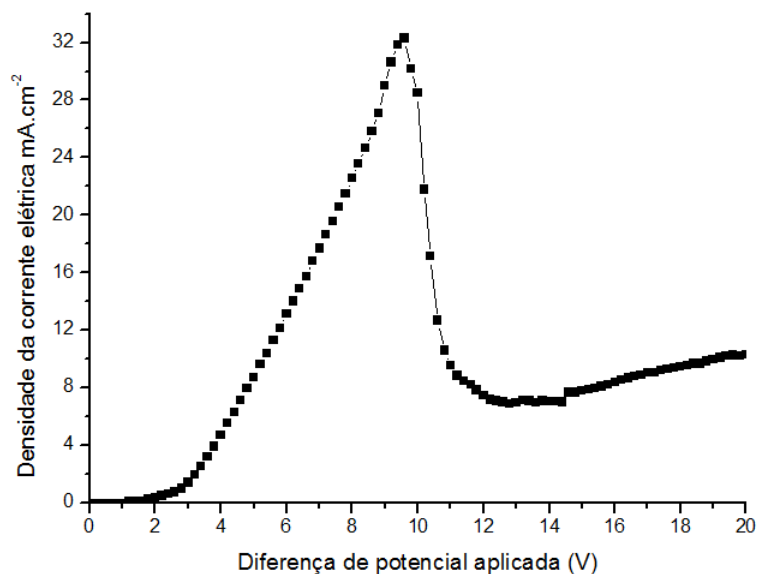


Figura 02 Curva de polarização mostrando a densidade da corrente elétrica (mA.cm⁻²) em função da d.d.p aplicada (V).

Percebe-se que o início do processo de flotação no efluente coincide com o pico da curva, com d.d.p. aplicada de 9,6 V e densidade de corrente elétrica de 32,2 mA.cm⁻². O processo significativo de flotação ocorre do pico da curva até onde ela começa se estabilizar, que corresponde a d.d.p. aplicada 11,4 V e densidade de corrente elétrica de 8,5 mA.cm⁻².

Na Tabela 03 abaixo, temos a eficiência de remoção de cor, turbidez e DQO no término do experimento.

Tabela 03 Eficiência de remoção de cor, turbidez e DQO

Parâmetros	Valores iniciais	Valores finais	Eficiência de remoção (%)
pH	10,1	11,3	-----
Cor (units PtCo)	512	3144	0
Turbidez (NTU)	105	101	4

DQO ($\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$)

282

18

94

Podemos notar que a remoção de DQO, uma medida indireta de quantificar carbono, foi altamente significativa, tendo a eficiência de remoção de 94 %. Tratando-se da turbidez, pode-se dizer que a eficiência de remoção foi insignificante, com apenas 4%. E a cor foi um parâmetro bastante prejudicado, pois se quer removê-la, e neste caso, observamos um aumento de 512 para 31144 units PtCo.

Após o término do experimento, percebe-se uma característica límpida do efluente, mas com o passar do tempo os íons de ferro dissolvidos no meio, entra em contato com oxigênio da atmosfera e forma óxido férrico. Dessa forma o efluente adquire cor avermelhada, o que pode explicar o aumento exagerado da cor ao término do experimento.

No trabalho de Bukhari (2008), faz-se o tratamento de água residuária municipal com eletrodos de ferro, em todas as densidades de corrente estudada percebe-se uma diminuição da turbidez, porém em alguns de seus experimentos a turbidez volta aumentar depois de ter passado por um mínimo.

Lee et al., (2007), utiliza eletrodos de ferro e alumínio para remover turbidez de água de reservatório, e conclui que o eletrodo de alumínio é mais eficiente na remoção de turbidez, quando se compara com o de ferro.

4. CONCLUSÕES

As principais conclusões extraídas desse trabalho foram:

- O processo foi altamente eficiente na remoção de DQO, com 94%.
- A eficiência na remoção de turbidez foi pífia, com 4 %.
- Houve um significativo aumento da cor do efluente passando de 512 para 3144 units PtCo.
- Tem-se a hipótese de que o contato com o ar atmosférico após o término do experimento, favoreceu a formação de óxido férrico, que deu a coloração avermelhada ao efluente e pode ser a explicação do aumento da cor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Public Health Association (APHA); American Water Works Association (AWWA); Water Environment Federation (WEF). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20.ed., Washington, 1998
2. Bukhari, A.A, Investigation of the Electro-coagulation Treatment Process for the Removal of Total Suspended Solids and Turbidity From Municipal Wastewater. *Bioresource Technology* 99 914–921(2008).
3. Figueiredo, L.A. A evolução dos métodos de tratamento de esgotos. Tese livre docência Esc.Eng.Univ.Recife; 1952;99 p.
4. Lee, P.C., Gau, S.H e Song, C.C, Particle Removal of High-Turbidity Reservoir Water by Electro-Aggregation. *J. Environ. Eng. Manage.*, 17(5), 371-375 (2007).
5. Li, F.; Wehmann, K.; Otterpohl, R. Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses. *Science of the Total Environment* v. 407, p. 3439–3449, (2009).
6. Wiendl, W. G. O Processo Eletrolítico no Tratamento de Esgotos Sanitários, Rio de Janeiro, RJ, ABES, 1998. 368 p.
7. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Anais do Seminário de Avaliação de Projetos IPT. Habitação e meio ambiente: assentamentos urbanos precários. São Paulo: IPT, 2002