

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/333964810>

TRATAMENTO DE EFLUENTE GRÁFICO VIA ELETROCOAGULAÇÃO

Conference Paper · June 2019

CITATIONS

0

READS

19

8 authors, including:



Carlos Eduardo Lach

Universidade do Estado de Santa Catarina

2 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Camila Schwarz Pauli

Universidade do Estado de Santa Catarina

2 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Luciano André Deitos Koslowski

Universidade do Estado de Santa Catarina

31 PUBLICATIONS 35 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



QUALIDADE DAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO [View project](#)



COMBUSTION DIESEL - GAS EMISSION [View project](#)



V Simpósio Internacional Ciência,
Saúde e Território

"VIDA SAUDÁVEL E BEM-ESTAR EM TODAS AS IDADES"



10 A 12 DE JUNHO DE 2019

TRATAMENTO DE EFLUENTE GRÁFICO VIA ELETROCOAGULAÇÃO

Carlos Eduardo Lach^{1*}, Camila Schwarz Pauli¹, Dionivon Gonçalves¹, Eduardo Müller dos Santos², Luciano André Deitos Koslowski², Edesio Luis Simionato³

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC, Centro de Educação Superior do Alto Vale do Itajaí/CEAVI, Departamento de Engenharia Sanitária, Ibirama, Santa Catarina, Brasil.

² Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC, Centro de Educação Superior do Alto vale do Itajaí/CEAVI, Departamento de Engenharia Civil, Ibirama, Santa Catarina, Brasil.

³ Universidade Regional de Blumenau- FURB, Programa de Pós-Graduação em Química – PPGQ, Laboratório de Cromatografia, Blumenau, Santa Catarina, Brasil.

*Autor para correspondência: Avenida Dr. Getúlio Vargas, 2822, Ibirama, Santa Catarina, telefone: (47) 33578484 e E-mail: luciano.koslowski@udesc.br

RESUMO

A indústria gráfica de Santa Catarina apresenta problemas ambientais com o descarte de efluentes. O presente trabalho teve como principal objetivo avaliar a eficiência do método de eletrocoagulação no tratamento de efluentes proveniente da indústria gráfica. O estudo foi realizado por meio de planejamento fatorial, empregando as seguintes variáveis de estudo: concentração de eletrólito (1 g L^{-1} e 2 g L^{-1}), tempo de aplicação (15 e 20 min), intensidade de corrente (2 A e 4 A). O material aplicado como eletrodo neste estudo foi o alumínio. Os resultados apresentados indicam uma influência do tempo de aplicação da eletrocoagulação (15 min) e aumento da intensidade de corrente (4A) no aumento da eficiência do tratamento (95%) decorrente da formação de íons metálicos bem como a formação de flocos de hidróxido de alumínio. Entretanto, observou-se por meio das análises aumento da concentração de alumínio total dissolvido no efluente tratado ($0,41$ a $0,83 \text{ mg L}^{-1}$), valor acima do permitido a corpos hídricos de classe III ($0,10 \text{ mg L}^{-1}$) revelando atenção especial na questão da lixiviação do metal alumínio na água.

Palavras-chave: Tratamento de efluente, Eletroxidação, Alumínio dissolvido.



V Simpósio Internacional Ciência,
Saúde e Território

"VIDA SAUDÁVEL E BEM-ESTAR EM TODAS AS IDADES"



10 A 12 DE JUNHO DE 2019

TREATMENT OF PAPER PRINT INDUSTRY WASTEWATER BY ELETROCOAGULATION

ABSTRACT

The paper print industry in Santa Catarina faces environmental problems related to the disposal of effluents. The objective of this work was to evaluate the efficiency of the electrocoagulation method in the treatment of effluents from the paper print industry. The experiments were carried out based on a factorial design comprising the following variables: electrolyte concentration (1 g L^{-1} and 2 g L^{-1}), application time (15 min and 20 min) and current intensity (2 A and 4 A). Aluminium was used as electrode. An increase in treatment efficiency (95%) was obtained with application time of 15 min and current intensity of 4 A, as a result of the formation of Al^{+3} metal ions followed of aluminium hydroxide flakes. However, the concentration of total aluminium dissolved in the effluent increased from 0.41 to 0.83 mg L^{-1} . This concentration is higher than the value allowed for class III water bodies (0.10 mg L^{-1}) and indicates leaching of aluminium into the water.

Keywords: Treatment of effluents, Eletrocoagulation, Aluminium.

INTRODUÇÃO

A Região do Alto Vale do Itajaí situada no Estado de Santa Catarina é caracterizada pela presença de empresas antigas, cujas tecnologias não atendem a demanda de gerações de efluentes, sendo comum o lançamento de efluentes com tratamento inadequado na rede de esgotos ou em corpos d'água intensificando os problemas ambientais. A matéria orgânica presente nos efluentes provém na maior parte das vezes da redução ligada à composição de substâncias vegetais e animais. O uso de reator eletroquímico tem apresentado consideráveis vantagens na remoção de cor de resíduos orgânicos presentes na água. VERMA et al., (2012), reportam que o processo de coagulação química em tratamento de esgoto envolve a adição de produtos químicos, normalmente sais de ferro ou alumínio, aplicado como coagulantes, capazes de alterar o estado físico de sólidos suspensos e/ou dissolvidos e facilitar sua remoção. O método tem sido empregado para remoção de sólidos suspensos, partículas



V Simpósio Internacional Ciência, Saúde e Território

"VIDA SAUDÁVEL E BEM-ESTAR EM TODAS AS IDADES"



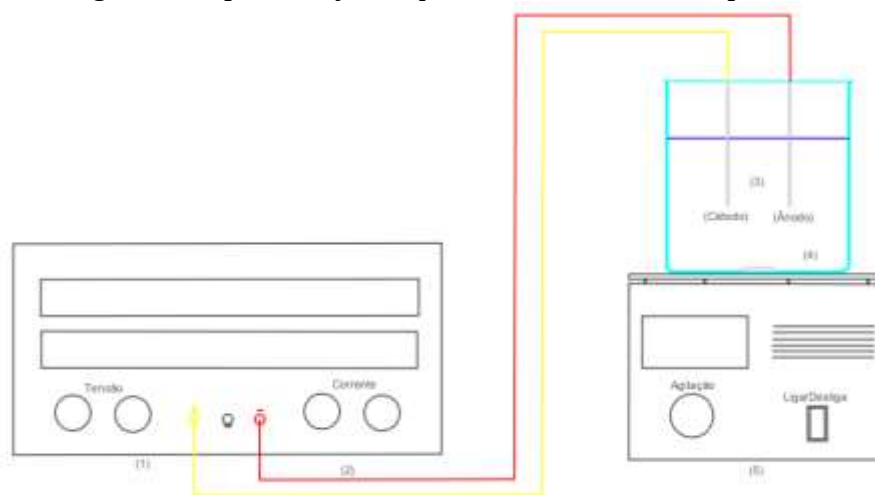
10 A 12 DE JUNHO DE 2019

coloidais, compostos orgânicos não biodegradáveis e metais pesados lixiviados de aterros sanitários. A eletrocoagulação geralmente minimiza a formação de lodo e favorece a alcalinidade da solução, não sendo necessários ajustes de pH (LEE e GAGNON, 2014). Neste contexto, o presente estudo apresenta como proposta a remoção de cor do efluente gráfico via processo de eletrocoagulação e análise da concentração de alumínio presente na água decorrente do desgaste dos eletrodos metálicos.

METODOLOGIA

Para a aplicação do processo de eletrocoagulação foi utilizado o esquema descritivo apresentado na Figura 1. O aparato experimental consistiu no uso de uma fonte de energia LABO – Fonte Regulada 2845 115 VCA, com capacidade de corrente máxima de 5 Amperes e tensão máxima de 120 Volts e um reator de 1 L em escala de bancada, com volume útil de 1 L (Figura 1). No interior do reator foi instalado um par de eletrodos de alumínio como ânodo e cátodo, nas seguintes dimensões: 10 cm de comprimento, 4 cm de largura e 0,1 cm de espessura.

Figura 1. Representação esquemática da unidade experimental.



- (1) Painel de controle e Fonte de alimentação de corrente contínua; (2) Fios de transmissão do circuito elétrico; (3) Eletrodos de alumínio; (4) Reservatório do efluente; (5) Sistema de agitação com barra magnética

A Tabela 1 sumariza os ensaios realizados (n=3) conforme planejamento estatístico utilizado.



V Simpósio Internacional Ciência, Saúde e Território

"VIDA SAUDÁVEL E BEM-ESTAR EM TODAS AS IDADES"



10 A 12 DE JUNHO DE 2019

Tabela 1. Variáveis de estudo empregadas no processo de eletrocoagulação (n=3)

Ensaio	Variáveis de estudo		
	Concentração Eletrólito	Tempo de Detenção	Intensidade de Corrente
01	1 g L ⁻¹	15 min	4 A
02	2 g L ⁻¹	15 min	4 A
03	1 g L ⁻¹	20 min	4 A
04	2 g.L ⁻¹	20 min	4 A
05	1 g L ⁻¹	15 min	2 A
06	2 g L ⁻¹	15 min	2 A
07	1 g L ⁻¹	20 min	2 A
08	2 g L ⁻¹	20 min	2 A

Os procedimentos de coleta, armazenamento e preservação das amostras seguiram o disposto na NBR 9898, 1987. As análises de cor, turbidez, pH, alumínio, condutividade e Demanda Química de Oxigênio (Tabela 2) foram realizadas no Laboratório de Qualidade das Águas da Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC/Ibirama. Os parâmetros físico-químicos realizados conforme procedimento da American Public Health Association (APHA, 2012).

Tabela 2. Metodologia utilizada nas análises físico-químicas

Parâmetro Analítico	Referência do Procedimento
Concentração de Alumínio dissolvido (mg L ⁻¹)	Preparação: SMEWW -3030 E; Determinação: SMEWW - 3120 B
Cor Verdadeira (mg Pt-Co L ⁻¹)	SMEWW - 2120 D
DQO (mg L ⁻¹)	SMEWW – 5220D
pH	SMEWW-4500H+.B
Turbidez (UNT)	SMEWW 2130B

Os ensaios físico-químicos foram realizados por meio da determinação de pH via método eletrométrico (Hanna HI 3221), turbidez via método nefelométrico (Hanna HI 93703), alumínio dissolvido total avaliado em espectrômetro de massa com plasma indutivamente



V Simpósio Internacional Ciência, Saúde e Território

"VIDA SAUDÁVEL E BEM-ESTAR EM TODAS AS IDADES"



10 A 12 DE JUNHO DE 2019

acoplado (ICP-MS) (Optima 8300 Perkin-Elmer), e Demanda Química de Oxigênio e cor verdadeira (HACH DR/2010).

RESULTADOS

Os resultados apresentados neste estudo evidenciam a influência da redução do tempo de aplicação e do aumento da intensidade de corrente na eficiência do tratamento via eletrocoagulação (Tabela 3).

Tabela 3. Média e Desvio Padrão para as análises físico-químicas do efluente gráfico.

ENSAIO	Alumínio dissolvido (mg L ⁻¹)	Cor Verdadeira (mg Pt-Co L ⁻¹)	DQO (mg L ⁻¹)	pH	Turbidez (UNT)
01	0,41± 0,10	97,5± 25,00	1595± 230	8,08± 0,42	17,96± 2,50
02	0,75± 0,23	86± 24,00	1600± 270	7,10± 0,16	16,69± 3,31
03	0,50± 0,11	41± 15,00	1359± 9,20	8,10± 0,80	11,19± 1,97
04	0,83± 0,16	32± 15,00	790± 9,20	7,10± 0,17	3,95± 0,80
05	0,70± 0,20	96± 30,00	1875± 9,20	6,71± 0,30	12,03± 2,50
06	0,51± 0,18	27± 4,50	1435± 9,20	7,50± 0,37	7,70± 1,44
07	0,60± 0,12	68± 20,00	1284± 220	6,81± 0,50	14,90± 2,40
08	0,63± 0,21	58± 16,00	813± 160	8,45± 0,75	3,31± 1,28
Efluente Bruto (VMP)⁽¹⁾ (mg L⁻¹)	0,30± 0,16	3320± 407	4890± 589	4,22± 2,40	2112± 1450
	0,10 ⁽²⁾	≤ 75	ND*	6,0 a 9,0	Até 100 UNT

Fonte: Elaborado pelos autores. 2019.

(1) Valor Máximo Permitido Resolução Conama 357/2005 para rio Classe II.

(2) Valor Máximo Permitido Resolução Conama 357/2005 para rio Classe I.

Neste contexto, DROUCHE et al (2009), reportam que um tempo mais significativo da eletrólise e aumento da intensidade de corrente favorece a formação de íons metálicos bem como a formação de flocos de hidróxido metálico, melhorando assim o desempenho da eletrocoagulação. Para todos os ensaios realizados, obteve-se um aumento do pH a uma faixa máxima de 9. Neste sentido, sugere-se durante a precipitação do hidróxido de alumínio, o consumo de íons de hidrogênio, elevando assim o valor do pH para efluentes ácidos e



V Simpósio Internacional Ciência, Saúde e Território

"VIDA SAUDÁVEL E BEM-ESTAR EM TODAS AS IDADES"



10 A 12 DE JUNHO DE 2019

reduzindo o valor do pH para soluções alcalinas. Da mesma maneira, foi evidenciado que o pH inicial (efluente bruto) pode ter influência na remoção de cor. DERMENTRIZ, et al (2011), reportam a influência do pH na eficiência do processo de eletrocoagulação, sendo associado ao do material do anodo utilizado e do pH inicial da solução a ser tratada. Para todos os ensaios realizados, foi observado aumento no valor de pH até a uma faixa máxima de 9. A resolução CONAMA nº 357 de 2005 estipula um valor máximo de alumínio dissolvido presente em efluentes para disposição em rios de classe I (0.10 mg L^{-1}). De acordo com os resultados obtidos, foi observado em todos os ensaios com o eletrodo de alumínio aumento na concentração do metal (Al) dissolvido no efluente tratado.

Neste sentido percebe-se para as reações com maior demanda de corrente (4A), aumento significativo no desgaste dos eletrodos, impactando no aumento da concentração de alumínio no efluente tratado. Deste modo, a formação de íons Al^{3+} pode promover a agregação dos sólidos em suspensão para partículas grandes o suficiente para sedimentar ou serem removidas. Não obstante, à presença de íons metálicos na água do efluente tratado resultantes da degradação de eletrodos podem ser responsáveis pela doença de Alzheimer e doenças neurodegenerativas causadas pela presença de alumínio.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo vislumbram possibilidades de tratamento para o efluente gráfico. De acordo com os testes realizados, percebeu-se uma redução satisfatória de turbidez, e da DQO do sistema, considerando a difícil biodegradabilidade do efluente. Contudo, deve-se ressaltar como preocupante neste estudo a elevada concentração de alumínio dissolvido no efluente tratado, sendo necessários estudos futuros para a utilização de meios filtrantes que permitam a remoção de alumínio dissolvido na água.

REFERÊNCIAS

APHA – American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22.ed. Washington: American Public Health Association, 2012. 1496p.



**V Simpósio Internacional Ciência,
Saúde e Território**

"VIDA SAUDÁVEL E BEM-ESTAR EM TODAS AS IDADES"



10 A 12 DE JUNHO DE 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de Março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

DERMENTZIS, K., et al. Nickel removal from wastewater by electrocoagulation with aluminum electrodes. *Jestr: Journal of Engineering Science and Technology Review*, v 4, p. 188 – 192, 2011.

DROUICHE, N., et al. Study on the treatment of photovoltaic wastewater using electrocoagulation: fluoride removal with aluminium electrodes - characteristics of products. Elsevier: *Journal of Hazardous Materials*, v. 169, n. 1-3, p. 65-69, 2009.

DUBRAWSKI, K. L., MOHSENI, M. Standardizing electrocoagulation reactor design: iron electrodes for NOM removal. Elsevier: *Chemosphere*, v.91, n. 1, p. 55–60, 2013.

LEE, S. Y., GAGNON, G. A. Review of the factors relevant to the design and operation of an electrocoagulation system for wastewater treatment. *Environmental Reviews*, v. 22, n. 4, p. 421-429, 2014.

VERMA, A. K., DASH, R. R., BHUNIA, P. A review on chemical coagulation/flocculation technologies for removal of colour from textile wastewaters. Elsevier: *Journal of Environmental Management*, v. 93, n. 1, p. 154-168, 2012.