

## TRATAMENTO DE EFLUENTE DA INDÚSTRIA COSMÉTICA ATRAVÉS DO PROCESSO DE ELETROCOAGULAÇÃO POR MEIO DO REATOR ELETROQUÍMICO CILÍNDRICO DE FLUXO ASCENDENTE CONTÍNUO (REC-FAC)

ANA CAROLINA ANTONINI<sup>1</sup>, LETÍCIA VELASQUES<sup>2</sup>, ALCIONE ALVES<sup>3</sup>, ALINE  
TONES<sup>4</sup>.

### 1 Introdução

A expansão da indústria cosmética e o avanço de tecnologias voltadas à saúde têm impulsionado a produção de cosméticos e, conseqüentemente, o volume de efluentes industriais, que exigem tratamentos eficazes e sustentáveis (Brito, 2020). Embora haja muitas pesquisas sobre contaminantes emergentes, são limitados os estudos voltados ao tratamento específico dos efluentes da indústria de cosméticos, principalmente no que diz respeito à eficácia e à redução da toxicidade (Melo, 2017).

A diversidade de substâncias químicas usadas na produção de cosméticos, como surfactantes, corantes e óleos, torna o tratamento dos resíduos um desafio, exigindo métodos específicos conforme sua classificação (Paese, 2021). Nesse contexto, a eletrocoagulação (EC) tem se mostrado uma alternativa eficiente para o tratamento de efluentes cosméticos, destacando-se por sua remoção eficaz de contaminantes e operação simplificada (Schneider, 2022).

Uma variação do modelo tradicional de reator em batelada é o uso de eletrodos cilíndricos dispostos em tubos concêntricos. Esse sistema, com fluxo ascendente e geração de microbolhas, facilita a flotação dos poluentes sem necessidade de agitação mecânica, reduzindo o consumo energético (Tones, 2020).

Considerando a necessidade de métodos mais eficientes e sustentáveis para o tratamento de efluentes industriais complexos, em especial aqueles provenientes do setor cosmético, este estudo tem como proposta a aplicação da eletrocoagulação para uma avaliação preliminar da eficiência do Reator Eletroquímico Cilíndrico de Fluxo Ascendente Contínuo (REC-FAC) no tratamento do efluente cosmético.

### 2 Objetivos

Avaliar preliminarmente a eficiência do Reator Eletroquímico Cilíndrico de Fluxo Ascendente Contínuo (REC-FAC) no tratamento de efluentes da indústria cosmética por meio da realização de pré-testes experimentais e caracterização físico-química do efluente.

### 3 Metodologia

#### 3.1 Origem do efluente

O efluente cosmético analisado foi coletado de uma indústria localizada no Rio Grande do Sul, e é proveniente da limpeza de equipamentos usados na produção de sabonetes líquidos, perfumes, hidratantes e aromatizadores. As análises experimentais foram realizadas no laboratório de Águas da UFFS, *Campus Cerro Largo* (RS).

#### 3.2 Caracterização físico-química do efluente.

A caracterização físico-química do efluente cosmético sem tratamento considerou parâmetros como DQO (mg/L), turbidez (NTU), condutividade ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), cor (u.C), ferro total ( $\text{mg L}^{-1}$ ), pH, absorvâncias em 254 nm (u.a) e 350 nm (u.a), sólidos totais (mg/L) e DBO ( $\text{mg L}^{-1}$ ). Os métodos seguiram as normas da APHA (2012), a DQO foi determinada por espectrofotometria ( $\lambda = 600 \text{ nm}$ ), a turbidez com turbidímetro (2130B), a condutividade com o Digmed – DM 32 (2510B) e a cor com colorímetro Del Lab – DLA-COR (2120). O ferro total e o pH foram medidos com equipamentos MS Tecnopon, as absorvâncias por espectrofotômetro UV-Vis (5910B), os sólidos totais pelo método 2540B e a DBO por incubação (5520D).

#### 3.3 Reator eletroquímico cilíndrico

Nas Figuras 1 e 2 são apresentadas imagens desenvolvidas para o tratamento de efluentes industriais por EC. Esse processo se baseia na geração in situ de coagulantes metálicos por meio da aplicação de corrente elétrica, promovendo a remoção de poluentes presentes no efluente. As Figuras 1 e 2 ilustram a estrutura física do REC-FAC, incluindo tanto sua visão externa quanto detalhes de sua parte interna.

Figura 1: Reator Eletroquímico Cilíndrico de Fluxo Ascendente Contínuo (REC-FAC).

Figura 2: Parte interna do Reator Eletroquímico Cilíndrico de Fluxo Ascendente Contínuo (REC-FAC).



Fonte: Elaborada pela autora, 2025.

### 3.4 Pré testes experimentais

Foram realizados pré-testes experimentais para os parâmetros de cor, turbidez e DQO, variando-se a corrente elétrica (I) e o tempo de detenção hidráulica (TDH). As combinações testadas incluíram correntes de 0,6 A, 2,2 A e 4,0 A, com três tempos distintos de detenção hidráulica: 70 minutos, 35 minutos e 25 minutos.

### 3.4 Avaliação dos resultados

Os resultados foram comparados com a Resolução Conama n° 357 de 2005 e a Resolução Conama n°430 de 2011, a fim de verificar se estavam dentro dos padrões permissíveis.

## 4 Resultados e Discussão

Para compreender o efluente cosmético e propor um tratamento adequado, foi realizada sua caracterização físico-química, seguida da verificação quanto ao cumprimento da legislação ambiental vigente. Os resultados indicaram altos níveis de poluição: a DQO foi de 10.090,67 mg L<sup>-1</sup> de O<sub>2</sub> e a turbidez de 7.745,83 UNT, revelando grande presença de matéria em suspensão. A condutividade foi de 198,00 μS cm<sup>-1</sup>, a cor aparente de 112,00 u.C, e o ferro total alcançou 130,00 mg L<sup>-1</sup>. O pH, de 5,95, indicou leve acidez. As absorvâncias em 254 nm e 350 nm (4,12 e 3,62 u.a) sugerem presença de compostos orgânicos. Os sólidos totais chegaram a 11.996,00 mg L<sup>-1</sup> e a DBO foi de 612,00 mg L<sup>-1</sup> de O<sub>2</sub>, confirmando a elevada carga orgânica.

A turbidez atingiu 7.745,83 UNT, muito acima do limite de 100 UNT para águas das Classes 2 e 3 da Resolução Conama n° 357 de 2005, indicando alta concentração de partículas

suspensas. A cor aparente, de 112,00 mg Pt/L, não pode ser comparada diretamente aos limites normativos, que se referem apenas à cor verdadeira (75 mg Pt/L para águas de melhor qualidade).

A DQO registrada foi de 10.090,67 mg/L, revelando carga orgânica excessiva e incompatível com padrões aceitáveis. Apesar de a Conama 430/2011 não fixar um limite específico para DQO, valores tão altos sugerem risco à oxigenação do corpo receptor, dificultando a manutenção da DBO dentro dos 120 mg/L recomendados. Os Sólidos Totais chegaram a 11.996,00 mg/L, superando significativamente o limite de 500 mg/L previsto pela Conama 357/2005 para águas das Classes 2 e 3.

Foram realizados pré-testes, variando a corrente elétrica para avaliar a eficiência do sistema. As análises focaram nos parâmetros de cor, turbidez e DQO. Os resultados mostraram que, com 0,6 A e TDH de 70 minutos, foram obtidos valores de 96,7 u.C (49,63 % de remoção) para cor, 7.975,0 UNT para turbidez e 7.064 mg L<sup>-1</sup> para DQO (29,99 % de remoção) . Com 2,2 A e o mesmo TDH, os valores foram 98,0 u.C (48 %), 3.225,0 UNT (58,36 %) e 6.064 mg L<sup>-1</sup> (39,90 %), respectivamente. Já com 4,0 A foi, 95,0 u.C (50,52 %), 1.592,5 UNT (79,43 %) e 4.144 mg L<sup>-1</sup> (58,93 %) . Para TDH reduzido, com 0,6 A e 25 minutos, a cor foi de 124,3 u.C (35,26 %), a turbidez de 6.575,0 UNT (9,94 %) e a DQO de 5.424 mg L<sup>-1</sup>(46,25 %). Em 2,2 A e 35 minutos, os valores foram 123,3 u.C (35,78 %), 5.275,0 UNT (31,89 %) e 6.024 mg L<sup>-1</sup> (40,30 %), enquanto em 4,0 A e 35 minutos, a cor chegou a 108,7 u.C (43,38 %), a turbidez a 3.850,0 UNT (50,29 %) e a DQO a 5.504 mg L<sup>-1</sup> (45,45 %).

Os resultados de eficiência obtidos neste estudo corroboram com os de Tones et al. (2024) quanto à aplicação da EC, apresentando percentuais semelhantes de remoção de DQO e turbidez. No presente estudo, a remoção de DQO foi de 58,93% e a de turbidez, 79,43%, enquanto Tones et al. registraram 61,96% e 44,71%, respectivamente. O sistema REC-FAC demonstrou maior eficiência na turbidez, embora tenha apresentado leve diferença inferior na DQO.

## 5 Conclusão

Este estudo avaliou preliminarmente a eficiência do tratamento de efluentes da indústria cosmética, por meio de pré-testes e caracterização físico-química do efluente bruto. Os resultados mostraram reduções significativas em cor, turbidez e DQO, indicando o potencial de tratamento do REC-FAC para melhorar a qualidade do efluente. Mesmo em fase inicial, o sistema demonstrou capacidade de atender aos padrões das Resoluções Conama nº 430/2011 e nº 357/2005. Dessa forma, a tecnologia eletroquímica se apresenta como uma alternativa viável e sustentável para o tratamento de efluentes cosméticos.

### Referências Bibliográficas

**BRITO, Lorena Pereira de et al.** Remoção da matéria orgânica de efluente da indústria de cosmético por tratamentos convencionais. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 12, p. 17 dez. 2020.

**MELO, Elisa Dias de; MOUNTEER, Ann Honor.** Panorama da indústria de cosméticos e efluentes líquidos gerados. *Revista Sustentare*, [s.l.], v. 1, n. 1, p. 2017.

**PAESE, Gustavo Toso.** Avaliação do potencial de reúso do efluente gerado em uma indústria de cosméticos do Rio Grande do Sul. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

**SCHNEIDER, Jaine.** Avaliação da eletrocoagulação e otimização de processo microbiológico de tratamento de efluente de uma indústria de cosméticos. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa, 2022.

**TONES, Aline Raquel Müller.** Tratamento do efluente de indústria cosmética por eletrocoagulação em reator eletroquímico cilíndrico em fluxo ascendente contínuo. 2020. 107 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2020.

**TONES, Aline Raquel Müller et al.** Investigação da geometria de um reator eletroquímico visando minimizar o custo energético operacional no tratamento de efluentes cosméticos. *Revista de Engenharia de Processos de Água*, v. 58, p. 104736, fev. 2024.

**Palavras-chave: Contaminantes emergentes; Toxicidade; Sustentabilidade ambiental.**

**Nº de Registro no sistema Prisma: PES- 2024-0163.**

**Financiamento: UFFS.**

<sup>1</sup> Discente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Cerro Largo*, Bolsista, Contato: [anacarolfantonini@gmail.com](mailto:anacarolfantonini@gmail.com).

<sup>2</sup> Mestranda, Grupo de pesquisa em recursos energéticos e tecnologias limpas - RETEC, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Cerro Largo*.

<sup>3</sup> Docente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Cerro Largo*.

<sup>4</sup> Orientadora, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Cerro Largo*, Orientadora.