

AVALIAÇÃO DA ELETROFLOCULAÇÃO APLICADA AO TRATAMENTO DO LIXIVIADO

KEMILLY SORANZO ^{1,2}, CAROLINE PAGANI CENCI ^{2,3}, GUILHERME M. MIBIELLI ⁴, JOÃO PAULO BENDER ^{2,5}

1 Introdução

A geração de resíduos sólidos faz parte da vida do ser humano, especialmente desde a mudança da vida nômade, por volta de 10 mil anos a.C., quando passaram a viver em comunidades (DEUS, et. al., 2015). Atualmente o que mais tem preocupado, além da grande geração de resíduos, é a sua diversidade, tornando-o cada vez mais agressivo ao meio ambiente. Neste contexto, é fundamental o desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias para o manejo, tratamento e disposição adequada desses resíduos, a fim de minimizar seus impactos negativos.

A maneira mais adequada para realizar a disposição final dos resíduos são os aterros sanitários. Conforme a NBR 8419/92, o aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, projetada para proteger a saúde pública e a segurança, além de mitigar os impactos ambientais (ABNT, 1992). Durante a decomposição dos resíduos, forma-se o lixiviado, também chamado de chorume, no qual caracteriza-se por ser altamente poluente (GODOI, 2019). Assim sendo, o presente estudo busca avaliar a técnica da eletrofloculação aplicada ao tratamento do lixiviado.

2 Objetivos

Estudar o processo de eletrofloculação, em termos das variáveis independentes pH, corrente e tensão, no tratamento do lixiviado de aterro sanitário, bem como, realizar a caracterização físico-química do mesmo.

3 Metodologia

As amostras de lixiviado utilizadas para a elaboração do estudo, foram cedidas por uma empresa especializada em tratamento de efluentes localizada na cidade de Chapecó-SC. O aterro sanitário em questão localiza-se na região norte do Rio Grande do Sul e o lixiviado

1Discente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó, contato: kemillysoranzo@gmail.com.

2Grupo de Pesquisa em Processos Enzimáticos e Microbiológicos (GPPEM).

3Mestranda, Universidade Federal do Paraná, *campus* Palotina.

4Docente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó.

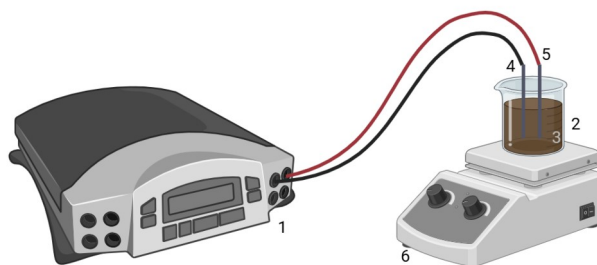
5Docente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó, **Orientador(a)**.

analisado foi coletado após processo de tratamento biológico.

3.1 Eletrofloculação

Os ensaios de eletrofloculação foram realizados em béqueres de 250 mL, contendo dois eletrodos de ferro, a uma distância de 1,5 cm entre os eletrodos. A amostra de lixiviado (220 mL) foi adicionada ao béquer, onde os eletrodos ficaram submersos e a área de contato do eletrodo na solução (amostra de chorume) foi de 18,85 cm². O processo de eletrofloculação (fonte e reator) é semelhante ao apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Esquema experimental do reator de eletrofloculação empregado na realização dos ensaios experimentais



1 - Fonte de alimentação; 2 - Recipiente utilizado como reator (béquer); 3- Lixiviado e barra magnética; 4 e 5 - Eletrodos positivo e negativo conectados a fonte; 6 - Agitador magnético. Fonte: autora (2025).

3.2 Análise da variação de corrente e tensão no processo de eletrofloculação

A realização de variações de corrente e tensão da fonte de alimentação utilizadas neste trabalho, tiveram como objetivo inicial entender seu comportamento ao longo do tempo de processo. Dessa forma, foram realizados oito testes, quatro deles de variação de corrente (C1 a C4) e quatro testes de variação da tensão (T1 a T4). Os testes foram propostos baseados na Tabela 1 e 2.

Tabela 1 - Condições utilizadas para os testes de variação de corrente, mantendo a tensão fixa na fonte.

Legenda	pH	Tensão (V)
C1	6,00	2,505
C2	3,00	1,335
C3	6,00	1,609
C4	3,00	1,996

Fonte: autora (2025).

Tabela 2 - Condições utilizadas para os testes de variação de tensão, mantendo a corrente fixa na fonte.

Legenda	pH	Corrente (mA)
T1	6,00	100
T2	3,00	100
T3	6,00	50
T4	3,00	50

Fonte: autora (2025).

Foram utilizados multímetros e voltímetros para a correta medição dos valores de tensão e corrente que chegavam aos eletrodos.

3.3 Planejamento de experimentos

Após os testes preliminares de variação da tensão e corrente, optou-se por estudar as variáveis independentes pH e corrente. Para tanto, empregou-se um planejamento experimental fatorial composto centra, com dois fatores e em triplicata no ponto central. As variáveis independentes e seus respectivos níveis são apresentados na Tabela 3. Com base na literatura, definiu-se como variável dependente (variável resposta), a Demanda Química de Oxigênio (DQO).

Tabela 3- Variáveis e níveis do planejamento experimental completo para o processo de eletrofloculação do lixiviado.

Variável	Nível		
	-1	0	1
pH	3	4,5	6
Corrente	50	75	100

Fonte: autora (2025).

3.4 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

O método colorimétrico utilizado para a realização deste estudo, teve como referência o *Standard Methods for Examinations of Water and Wastewater* (APHA et al., 1999). O procedimento envolve a digestão ácida da amostra com uma solução catalisadora e uma solução oxidante em um bloco digestor a 160 °C por duas horas.

3.5 Cor

Para a determinação da cor das amostras, o lixiviado bruto e o tratado foram diluídos conforme a capacidade de leitura do equipamento. Em seguida, os tubos foram inseridos no espectrofotômetro.

4 Resultados e Discussão

4.1 Caracterização do lixiviado

Os resultados da caracterização do lixiviado após tratamento biológico estão representados na Tabela 4:

Tabela 4 - Caracterização do lixiviado bruto após o tratamento biológico.

Parâmetro	Valor
pH	8,55
Cor (Pt-Co)	14.020
DQO (mg de O ₂ /L)	6.764 ± 820

Fonte: autora (2025).

4.2 Análise da variação da corrente e tensão

Por meio dos ensaios preliminares foi possível verificar que nos testes em que a tensão

foi mantida fixa, a corrente acabou variando ao longo do tempo, dependendo do pH da solução. Em pH 6,00, a corrente aumentou gradualmente, enquanto em pH 3,00, a corrente diminuiu até zerar ao final dos 120 minutos, indicando que o processo de eletrofloculação finalizou neste instante. Por outro lado, quando a corrente foi mantida fixa (em 50 mA ou 100 mA), a tensão se manteve estável, com pequenas oscilações, demonstrando maior controle e uniformidade durante o processo. Diante desses resultados, decidiu-se fixar a corrente nos experimentos principais e permitir que a tensão variasse, uma vez que essa abordagem oferece maior estabilidade operacional e mais confiabilidade nos resultados do tratamento do lixiviado.

4.3 Planejamento de experimentos para a redução da DQO

Ao analisarmos a redução da Demanda Química de Oxigênio (DQO) após o tratamento por eletrofloculação, é possível concluir que os melhores resultados foram obtidos por meio dos ensaios E1 e E3, com redução de 71,00% e 80,00% respectivamente, ambos realizados em pH igual a 3,00. Além disso, o ensaio E3, destacou-se também como mais eficaz na remoção de cor, alcançando 96,5% de redução. Na Tabela 05, estão apresentados os resultados obtidos.

Tabela 5 - Resultados do planejamento experimental composto central para o lixiviado após processo de eletrofloculação.

Ensaio	Legenda	Variáveis		pH	Corrente (mA)	DQO	%R
1	E1	-1	-1	3,00	50	1972 ± 198	71,00
2	E2	1	-1	6,00	50	5564 ± 948	18,00
3	E3	-1	1	3,00	100	1372 ± 537	80,00
4	E4	1	1	6,00	100	5811 ± 749	14,10
5	E5	0	0	4,50	75	5531 ± 590	18,23
6	E6	0	0	4,50	75	5344 ± 679	21,00
7	E7	0	0	4,50	75	5764 ± 410	15,00

(DQO): Os resultados foram expressos em relação à média dos resultados, juntamente com o desvio padrão. (%R): porcentagem de redução da DQO em relação ao valor do lixiviado bruto.

Fonte: autora (2025).

Nota-se que apesar da alta eficiência na remoção da carga orgânica, quando comparados os valores finais de DQO com os limites estabelecidos pela Resolução CONSEMA nº 355/2017, observa-se que não foram atendidos, destacando assim, a necessidade de um tratamento complementar ao efluente antes do lançamento em corpos hídricos.

5 Conclusão

O estudo evidenciou, portanto, que o processo de eletrofloculação aplicado ao lixiviado de aterro sanitário foi eficiente na redução da Demanda Química de Oxigênio – DQO. Conforme observado, os melhores rendimentos foram obtidos nos ensaios E1 e E3, com 71,00% e 80,00% respectivamente. O ensaio E3 apresentou, assim, o melhor desempenho na redução de cor com até 96,5% no pH 3,00 e corrente de 100mA. Mesmo assim, como visto, os resultados não foram os ideais e ainda não estão de acordo com o respectivo limite de lançamento da Resolução do CONSEMA nº 355/2017, necessitando-se, portanto, de tratamento complementar ou novos estudos.

Referências Bibliográficas

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos: Procedimento**. Rio de Janeiro, 1992.

APHA; AWWA; WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington, 1999.

DEUS, Rafael Mattos; BATTISTELLE, Rosane Aparecida Gomes; SILVA, Gustavo Henrique Ribeiro. **Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências**. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 20, n. 4, p. 685-698, out./dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/jLnBfyWrW7MPPVZSz46B8JG/>.

GODOI, Mayara Caroline Santos. **Tratamento de lixiviado de aterro sanitário por meio do processo de eletrocoagulação e filtração**. 2019. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12165>. **Palavras-chave:** Eletrodo, Eletroquímica, Lixiviado, DQO.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES 2024-0247

Financiamento

