

REMOÇÃO DE COR DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO ATRAVÉS DA OZONIZAÇÃO

Louise Hoss (*), Natali Rodrigues dos Santos, Larissa Loebens, Guilherme Pereira Schoeler, Maurizio Silveira Quadro

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pelotas. E-mail: hossilouise@gmail.com

RESUMO

Atualmente, os locais mais adequados para disposição de resíduos são os aterros sanitários. Apesar disso, o lixiviado gerado pela degradação dos resíduos pode apresentar um risco para o meio ambiente, podendo contaminar o solo e água. O lixiviado possui complexa composição, que inclui alta concentração de matéria orgânica, metais pesados e compostos inorgânicos. Substâncias orgânicas conhecidas como compostos húmicos e fúlvicos presentes no lixiviado são apontadas como as responsáveis pela sua coloração escura e baixa biodegradabilidade do efluente. Assim, os tratamentos convencionais do chorume, como os tratamentos biológicos, acabam não apresentando eficiência satisfatória na remoção dos poluentes presentes. O tratamento por ozonização é apontado como o mais eficiente no tratamento de lixiviados, podendo degradar totalmente, sob certas condições, a matéria orgânica. Assim sendo, o objetivo deste trabalho será avaliar o efeito do tratamento por ozonização no parâmetro cor de lixiviado de aterro sanitário. Após os tratamentos realizados, observou-se notável diferença na cor do lixiviado antes e após a ozonização. Espera-se que o lixiviado bruto apresente altos valores de cor. Acredita-se que as maiores eficiências de remoção de cor ocorram com maiores doses de ozônio aplicadas. Espera-se obter eficiências de remoção superiores a 50% nos tratamentos que utilizam as maiores doses de ozônio. Através do estudo realizado, pode-se concluir que o processo de ozonização apresenta eficiência na remoção do parâmetro cor de lixiviados de aterro sanitário.

PALAVRAS-CHAVE: Lixiviado de aterro sanitário, Ozonização, Tratamento de efluentes, Chorume.

ABSTRACT

Currently, the most suitable places to dispose solid waste are the landfill. Nevertheless, the leachate generated by the waste degradation may present a risk for the environment, contaminating water and soil. The leachate presents a complex composition, which includes high concentration of organic matter, heavy metals and inorganic compounds. Organic substances known as humic and fulvic compounds present in the leachate are pointed as the responsible for the dark colouring and low biodegradability of the wastewater. Therefore, the conventional treatment of the landfill leachate, such as the biological treatment, end up not being efficient enough to remove all the present pollutants. The ozonation treatment is pointed as the most efficient in the leachate treatment, totally degrading, under certain conditions, the organic matter. Therefore, the objective of this work will be to evaluate the ozonation treatment effect on the colour parameter of landfill leachate. After the performed treatments, it was observed a noticeable difference in the leachate colour before and after the ozonation. It is expected that the crude leachate present high values of colour. It is believed that the highest efficiencies of colour removal occur with higher doses of ozone applied. It is expected to obtain removal efficiencies higher than 50% in the treatment that uses higher ozone doses. Through the performed study, it can be concluded that the ozonation process presents a considerable colour removal efficiency of the landfill leachate.

KEY WORDS: Landfill leachate, Ozonation, Wastewater treatment.

INTRODUÇÃO

O aumento no volume de geração de resíduos sólidos tem sido presenciado ao longo dos anos, causado pelo estilo de vida das populações, aumento populacional e crescimento da indústria (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE), 2015). No Brasil, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, instituída pela Lei 12.305/2010 determina que os locais mais adequados para a disposição final de resíduos sólidos são os aterros sanitários (POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS, 2010). Contudo, mesmo considerados como o método mais adequado, a disposição em aterros ainda assim podem poluir corpos hídricos, gerar ruídos, maus odores e poluição visual, oferecendo riscos à saúde das populações.

A degradação dos resíduos sólidos nos aterros sanitários, juntamente da percolação da água da chuva ocasiona a geração de um líquido escuro chamado chorume ou lixiviado de aterro, o qual apresenta cor escura e mau cheiro. O



chorume pode acabar sendo uma fonte de poluição em aterros que não foram elaborados do modo correto, onde o mesmo percola através do solo e contaminar águas subterrâneas e superficiais (AHMED; SULAIMAN, 2001; GOUVEIA, 2012; YANG et al., 2017)

O lixiviado apresenta uma composição complexa que varia conforme a idade do aterro, normalmente possuindo alta concentração de matéria orgânica composta por metano, ácidos graxos voláteis, compostos húmicos e fúlvicos, além de componentes inorgânicos como cálcio, magnésio, amônia e cloretos, metais pesados como cádmio, cobre, cromo e chumbo, e xenobióticos como hidrocarbonetos aromáticos (DE MORAIS; ZAMORA, 2005; CHRISTENSEN et al., 2001).

Estudos de Cheibub, Campos e Fonseca (2014) apontam que a concentração de substâncias húmicas presente no lixiviado, além de estar relacionada à cor do lixiviado, torna o efluente recalcitrante. Apesar da legislação ambiental não apresentar exigências quanto a essas substâncias, sua supervisão apresenta relevância, podendo ser feita de forma indireta através da avaliação da cor.

Em vista da preservação do meio ambiente e da redução de impactos ambientais, torna-se imprescindível o tratamento do lixiviado de aterro antes de sua disposição em corpos receptores. Apesar de sua extrema importância, o tratamento deste tipo de efluente é complexo, de alto custo, além de possuir diversos processos envolvidos. De acordo com estudos de RENO et al (2008), a classificação do tratamento de chorume pode ser realizada em três grupos: transferência de lixiviado, que inclui a recirculação de chorume no aterro e o tratamento combinado com esgoto doméstico; biodegradação, onde são utilizados processos aeróbios e anaeróbios; e sistemas físico-químicos, que incluem tratamentos tais como adsorção, coagulação/floculação, oxidação química, *air stripping*, precipitação química e flotação/sedimentação.

De fato, lixiviados maduros exigem um tratamento mais complicado que lixiviados jovens, em consequência de inúmeras razões, como alta concentração de amônia, que influenciam o processo biológico convencional de nitrificação-desnitrificação por produzirem um efeito tóxico sobre este processo; alta concentração de sais; e elevação na concentração de compostos refratários, que acabam por dificultar a obtenção dos parâmetros de lançamento de efluentes (PASTORE et al., 2018).

A ozonização, dentre os diversos processos de oxidação química, é considerado como o mais eficaz no tratamento de lixiviados, devido ao alto poder oxidante do ozônio (CHATURAPRUEK; VISVANATHAN; AHN, 2005). A ozonização pode ocorrer por via direta, com o ozônio reagindo diretamente com os poluentes, ou por via indireta, onde o mesmo se decompõe em radicais que apresentam um potencial de oxidação ainda maior. Através do tratamento por ozonização, compostos orgânicos de cadeia longa são quebrados em cadeias menores, de tal modo que sua biodegradabilidade, isto é, a relação DBO/DQO, aumente, ou são decompostos até dióxido de carbono (CORTEZ et al., 2011).

Desta forma, buscou-se neste trabalho elucidar sobre experimentos utilizando gás ozônio como forma de tratamento para reduzir a cor em lixiviado de aterros sanitários, apresentando o efeito dos tratamentos neste parâmetro.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho será avaliar o efeito do tratamento por ozonização no parâmetro cor de lixiviado de aterro sanitário.

METODOLOGIA

O estudo será realizado no Laboratório de Análise de Águas e Efluentes do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Centro de Engenharias (CEng) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

Será utilizado lixiviado bruto proveniente de um aterro localizado no estado do Rio Grande do Sul, o qual recebe resíduos sólidos provenientes de mais de 20 municípios da região, e se encontra em operação desde 2011. A Figura 1 apresenta o local de coleta do lixiviado.

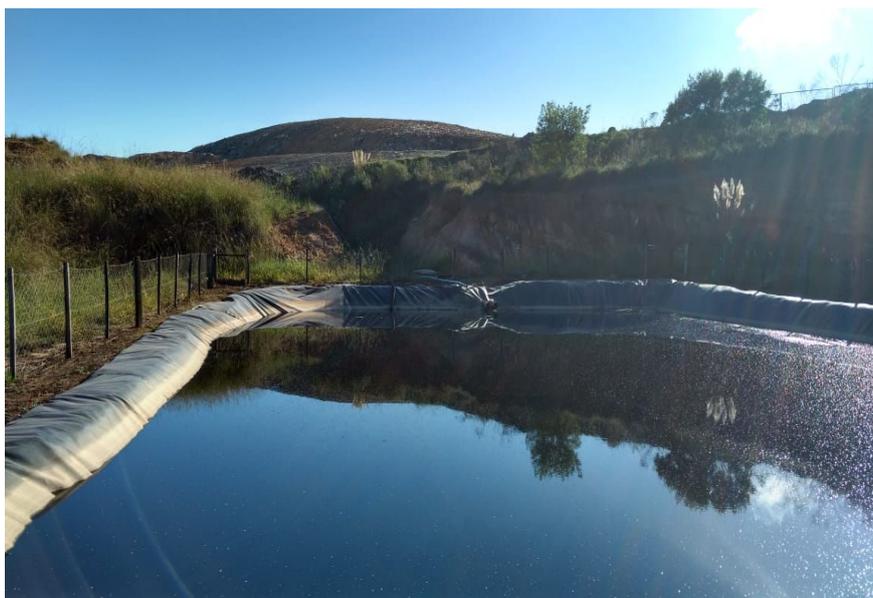


Figura 1 – Local de coleta do lixiviado de aterro sanitário

O efluente foi tratado por processos de ozonização em duplicata, utilizando-se um ozonizador com capacidade de geração de ozônio de 600 mg O₃/h, realizados em tratamentos conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos por ozonização

| Tratamento | Tempo de ozonização (min) | Dose de ozônio (g O ₃) |
|------------|---------------------------|------------------------------------|
| 0* | 0 | 0 |
| 1 | 30 | 1,2 |
| 2 | 60 | 2,4 |
| 3 | 90 | 3,6 |
| 4 | 120 | 4,8 |
| 5 | 180 | 7,2 |

* O tratamento 0 refere-se ao efluente bruto.

Será realizada a caracterização físico-química do efluente nos parâmetros pH e cor. A análise do lixiviado será realizada de acordo com a metodologia apresentada no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005), descrita neste trabalho.

Para a análise de cor serão utilizados os materiais:

- Balões volumétricos de 100 e 250 mL;
- Espectrofotômetro;
- Balança analítica;
- Funil de vidro;
- Medidor de pH.

A curva será preparada diluindo os volumes de 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 e 20 mL de solução estoque de cor (cloroplatinato de potássio e cloreto de cobalto) em 100 mL de água. Estes volumes são transferidos para balões volumétricos de 100 mL e assim são obtidos padrões de 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 e 100 Unidades de Cor (UC).

Deve-se zerar o espectrofotômetro com água destilada. Ler a absorbância da amostra a 465 nm, ambientando a cubeta com a amostra. Quando a amostra não for filtrada, temos a cor aparente. Se a amostra exceder absorbância 100 unidades de cor, diluir até encontrar uma cor entre 15 e 50 Unidades de Cor (UC).



O cálculo da cor será realizado conforme a Equação 1 descrita abaixo, e expressa em Unidades de Cor (UC):

$$UC = A \times B$$

equação 1

Onde:

A = Concentração calculada a partir da curva

B = Fator de Diluição (Fd)

Acredita-se que será necessário realizar a diluição das amostras, visto que o efluente bruto apresenta coloração intensa, conforme apresentado na Figura 2.



Figura 2 – Lixiviado bruto de aterro sanitário

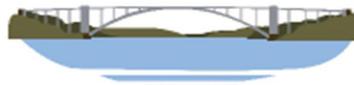
RESULTADOS ESPERADOS

Através do processo de ozonização foi possível observar uma notável diferença na cor do lixiviado antes e após o processo de ozonização. A Figura 3 apresenta as amostras após os tratamentos por ozonização, sendo da esquerda para a direita: lixiviado bruto, lixiviado após tratamento 1, lixiviado após tratamento 2, lixiviado após tratamento 3, lixiviado após tratamento 4 e lixiviado após tratamento 5.



Figura 3- Amostras de lixiviado antes e após tratamento por ozonização

Estudos de Wu et al. (2004) apontaram a eficiência de processos oxidativos avançados utilizando a ozonização no aumento da biodegradabilidade do lixiviado de aterro, e na eliminação da cor do mesmo. Amaral-Silva et al. (2016) obteve remoção da cor de lixiviado de 89% utilizando processos de ozonização combinados com peróxido de



hidrogênio, e remoções de até 95% de cor utilizando processos de ozonização convencional. Chaturapruek, Visvanathan e Ahn (2005) encontraram valores de até 95% de remoção da cor de lixiviados através da ozonização, enquanto que obtiveram apenas 20% de remoção utilizando biorreatores de membrana. A redução de cor pode ser explicada pela oxidação da matéria orgânica proporcionada pelo efeito da ozonização, quebrando as substâncias húmicas e fúlvicas em compostos mais simples.

Nesse sentido torna-se importante avaliar o efeito da ozonização, em diversas doses, sobre a cor do efluente analisado. É esperado que o lixiviado de aterro bruto apresente altos valores de cor. Após os tratamentos realizados, espera-se obter maiores eficiências de remoção de cor para as maiores doses de ozônio aplicadas. Espera-se obter eficiências de remoção superiores a 50% nos tratamentos que utilizam as maiores doses de ozônio.

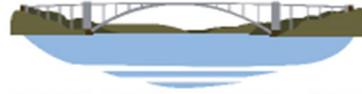
CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Após os estudos realizados, pode-se considerar o processo de ozonização um método eficiente na remoção do parâmetro cor. As amostras passarão por análise de cor conforme a metodologia descrita que, concomitantemente com as demais análises que serão realizadas devem fornecer a eficiência da utilização de ozonização para o tratamento do efluente de aterro sanitário.

Recomenda-se que os testes de remoção de cor a partir da ozonização sejam realizados também para outros tipos de efluentes como efluentes industriais e domésticos com o objetivo de avaliar a eficiência na remoção de cor em efluentes com características diversas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AHMED, Abdelatif Mukhtar; SULAIMAN, Wan Norazmin. Evaluation of groundwater and soil pollution in a landfill area using electrical resistivity imaging survey. *Environmental management*, v. 28, n. 5, p. 655-663, 2001.
2. AMARAL-SILVA, Nuno et al. Ozonation and perozone on the biodegradability improvement of a landfill leachate. *Journal of environmental chemical engineering*, v. 4, n. 1, p. 527-533, 2016.
3. APHA – American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21th ed. Washington, DC, USA: APHA, AWWA, WPCF. 2005.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2015*. Disponível em: <www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>. Acesso em: 27 de abr. 2018.
5. Brasil. [Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010]. Política nacional de resíduos sólidos [recurso eletrônico]. – 2. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73 p. – (Série legislação; n. 81)
6. CHATURAPRUEK, A.; VISVANATHAN, C.; AHN, K. H. Ozonation of membrane bioreactor effluent for landfill leachate treatment. *Environmental Technology*, v. 26, n. 1, p. 65-73, 2005.
7. CHEIBUB, Ana F.; CAMPOS, Juacyara C.; DA FONSECA, Fabiana V. Removal of COD from a stabilized landfill leachate by physicochemical and advanced oxidative process. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, v. 49, n. 14, p. 1718-1726, 2014.
8. CHRISTENSEN, Thomas H. et al. Biogeochemistry of landfill leachate plumes. *Applied geochemistry*, v. 16, n. 7-8, p. 659-718, 2001.
9. CORTEZ, Susana et al. Mature landfill leachate treatment by denitrification and ozonation. *Process Biochemistry*, v. 46, n. 1, p. 148-153, 2011.
10. DE MORAIS, Josmaria Lopes; ZAMORA, Patricio Peralta. Use of advanced oxidation processes to improve the biodegradability of mature landfill leachates. *Journal of Hazardous Materials*, v. 123, n. 1-3, p. 181-186, 2005. Dias, I. C. A. **A influência das águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário**. V Exposição de experiências municipais em saneamento. Assem. Santo André, 2004. Disponível em http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab_59.pdf. Acesso: 16 de dezembro de 2009.
11. GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciência & saúde coletiva*, v. 17, p. 1503-1510, 2012.
12. PASTORE, C. et al. Comparison of different types of landfill leachate treatments by employment of nontarget screening to identify residual refractory organics and principal component analysis. *Science of The Total Environment*, v. 635, p. 984-994, 2018.
13. RENO, S. et al. Landfill leachate treatment: review and opportunity. *Journal of hazardous materials*, v. 150, n. 3, p. 468-493, 2008.
14. WU, Jerry J. et al. Treatment of landfill leachate by ozone-based advanced oxidation processes. *Chemosphere*, v. 54, n. 7, p. 997-1003, 2004.



15. YANG, Lie et al. Photosynthesis of alfalfa (*Medicago sativa*) in response to landfill leachate contamination. *Chemosphere*, v. 186, p. 743-748, 2017..