



16, 17 e 18 de setembro de 2014
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

APLICAÇÃO DO POA OZONIZAÇÃO NO TRATAMENTO DE CHORUME DE ATERRO SANITÁRIO

APPLICATION OF THE AOP OZONATION IN THE TREATMENT OF LANDFILL LEACHATE

Cláudia Regina Klauck¹; Iona Souza Lemmert²; Luciana Ely Bacher³; Marco Antônio Siqueira Rodrigues⁴

1 Universidade Feevale, crklauck@gmail.com; 2 Universidade Feevale; 3 Universidade Feevale; 4 Universidade Feevale; 5 Universidade Feevale

Palavras-Chave: Chorume. Ozônio. Toxicidade.

Key Words: Landfill leachate. Ozone. Toxicity.

1. INTRODUÇÃO

A disposição de resíduos em aterros sanitários é uma prática cada vez mais comum nas grandes cidades, e gera como produto de sua decomposição e percolação da água da chuva grandes volumes de lixiviado (chorume). Em função de sua alta toxicidade, o chorume deve ser tratado antes de sua liberação nos corpos receptores. O tratamento biológico convencional frequentemente apresenta limitações, devido à presença de produtos de difícil degradação e compostos tóxicos que causam a inibição do processo, evidenciando a necessidade de novas alternativas ao seu tratamento (BAUN *et al.*, 2003). Entre as tecnologias, os processos oxidativos avançados (POA) têm se destacado devido ao seu grande potencial de destruição de poluentes de difícil degradação.

O POA de ozonização em meio alcalino tem sido amplamente utilizado para a decomposição de matéria orgânica, degradação parcial de moléculas recalcitrantes, remoção de cor e odor e aumento da biodegradabilidade, sendo um dos métodos mais estudados e aplicados para o tratamento de lixiviado (KURNIAWAN *et al.*, 2006). Em meio alcalino, o ozônio reage com o ânion hidroxila (OH^-), levando à formação de radicais hidroxila (MAHMOUD & FREIRE, 2007).



Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo a aplicação do POA de ozonização em pH alcalino, como alternativa ao tratamento de um chorume de aterro sanitário, bem como a avaliação do potencial toxicológico em *Allium cepa* (cebola).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Coletou-se uma amostra de chorume bruto no período da primavera, em um aterro localizado na região do Vale dos Sinos. O aterro operou por volta de 50 anos, e apresenta uma unidade de tratamento de efluentes composta por duas lagoas de tratamento biológico (Klauck *et al.*, 2013). O local teve suas atividades interrompidas em 2005 devido a problemas estruturais e processos erosivos sobre o sistema de cobertura final. A coleta foi realizada no ponto de entrada do chorume na lagoa de tratamento biológico.

Para o tratamento com ozônio, a amostra utilizada teve o seu pH ajustado para 11, com hidróxido de sódio. Foi utilizado um gerador de ozônio (OzonAR®) com capacidade produção de 4g de O₃ por hora, acoplado em a um tanque. O experimento foi realizado em batelada, com duração de 40h. O chorume foi bombeado do tanque, passando pelo venturi, por onde recebeu o ozônio através de microbolhas, reagindo ao longo de uma coluna e retornando em seguida ao tanque inicial. O volume de amostra tratado foi de 50L.

As amostras antes e após o tratamento foram analisadas quanto aos seguintes parâmetros: Cloretos, Condutividade, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Nitrato, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Total Kjeldahl, pH, Turbidez, Cádmio, Chumbo, Cromo Total, Manganês e Zinco..

A caracterização toxicológica e genotoxicológica das amostras foi realizada através do bioensaio em *Allium cepa* (cebola). A metodologia consistiu na exposição de 6 bulbos de cebolas, com suas raízes previamente preparadas, às amostras de chorume bruto e chorume após o processo de ozonização. Em todos os ensaios manteve-se um grupo controle negativo, com água de abastecimento público. Ao término do período de exposição as cebolas tiveram suas raízes aferidas quanto ao seu comprimento, bem como analisadas microscopicamente quanto a frequência de células em divisão e frequência de células com alterações cromossômicas. Os dados foram



processados estatisticamente no programa SPSS®, utilizando-se ANOVA e *post hoc* Tuckey ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela a seguir (tab. 1) apresenta os resultados obtidos a partir da aplicação do POA ozonização. Observa-se um aumento na DBO_5 , indicando conversão de compostos para formas mais biodegradáveis. Adicionalmente observa-se redução de DQO (22%), e oxidação de nitrogênio amoniacal (68%), acompanhado consequentemente do aumento nos valores de nitrato. Deve se considerar que no caso desta amostra, a DQO já se encontrava em valores consideravelmente baixos. Comparando-se com a resolução estadual de lançamento de efluentes, Consema nº128/2006, os valores de DBO_5 e DQO encontram-se dentro valores para emissão já na amostra bruta. Já os parâmetros nitrogênio amoniacal e nitrogênio total, apesar de terem sofrido redução após o tratamento, ainda encontram-se fora dos limites permitidos para o lançamento de efluentes.

Tabela 1- Resultados das análises físico químicas do chorume bruto e após o tratamento por ozônio (O_3).

Parâmetro	Bruto	O_3
Cloretos ($mg L^{-1}$)	378,20	232,30
Condutividade ($mS cm^{-1}$)	2,72	3,85
DBO_5 ($mg O_2 L^{-1}$)	24,00	80,00
DQO ($mg O_2 L^{-1}$)	193,10	150,50
Nitrato ($mg L^{-1}$)	0,50	7,27
Nitrogênio Amoniacal ($mg L^{-1}$)	139,31	43,60
Nitrogênio Total Kjeldahl ($mg L^{-1}$)	150,92	54,24
pH	7,85	9,38
Turbidez (NTU)	27,50	33,60
Cádmio ($mg L^{-1}$)	0,00	0,00
Chumbo ($mg L^{-1}$)	0,02	0,22
Cromo Total ($mg L^{-1}$)	0,02	0,14
Manganês ($mg L^{-1}$)	1,32	0,34
Zinco ($mg L^{-1}$)	0,01	0,30

A avaliação de toxicidade do chorume tratado por ozonização indica que, na configuração testada, a tecnologia foi considerada tóxica. Em comparação com o grupo controle, as amostras de chorume tratado por ozonização causaram redução estatisticamente significativa no crescimento radicular e das células em divisão das raízes. Não foram observadas alterações cromossômicas em nenhuma das amostras analisadas. Estes dados indicam, portanto, que houve um aumento na toxicidade em relação à amostra inicial, este aumento provavelmente é decorrente da formação de



subprodutos de degradação. Conforme relatado na literatura (RIZZO, 2011), um dos principais problemas decorrentes da aplicação de POAs em efluentes complexos, como é o caso do chorume, é a formação de subprodutos mais tóxicos do que a amostra inicial. Desta forma, a realização de bioensaios complementares às análises físico químicas tradicionais é fundamental.

4. CONCLUSÃO

No presente estudo, o processo oxidativo de ozonização resultou em uma discreta melhora nos parâmetros físico químicos do chorume, destacando-se a remoção de nitrogênio amoniacal. Entretanto o bioensaio em *Allium cepa* indica que, embora não tenha causado alterações no parâmetro genotoxicidade, houve uma diminuição considerável no número de células em divisão e no crescimento radicular após o tratamento com ozônio. Esta redução de crescimento indica que a tecnologia na configuração aplicada está causando a formação de subprodutos mais tóxicos do que a amostra inicial.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, FAPERGS e a empresa OzonAR® por permitirem a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- BAUN, A.; LOTTE, A.; REITZEL, L. A.; LEDIN, A; CHRISTENSEN, T.; BJERG, P. L. Natural attenuation of xenobiotic organic compounds in a landfill leachate plume (Vejen, Denmark). **Journal of Contaminant Hydrology**. V. 65, p. 269-291, 2003.
- BILA, D. M.; MONTALVÃO, F.; SILVA, A. C.; DEZOTTI, M. Ozonation of a landfill leachate: evaluation of toxicity removal and biodegradability improvement. **Journal of Hazardous Materials** v.117, p.235–242, 2005.
- KLAUCK, C. R. ; RODRIGUES, M. A. S. ; SILVA, L. B. . Toxicological evaluation of landfill leachate using plant (*Allium cepa*) and fish (*Leporinus obtusidens*) bioassays. **Waste Management and Research**, v. ., p. p.1, 2013.
- KURNIAWAN, T.A.; LO W.; CHAN, G.Y.S. Radicals-catalyzed oxidation reactions for degradation of recalcitrant compounds from landfill leachate, **Chemical Engineering Journal**.v.125, p. 35-57, 2006.



16, 17 e 18 de setembro de 2014

Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

MAHMOUD, A.; FREIRE, R. S. Métodos emergentes para aumentar a eficiência do ozônio no tratamento de águas contaminadas. **Química Nova**. V.30, p. 198-205, 2007.

PREETHI, V.; PARAMA KALYANI, K.S.; IYAPPAN, K.; SRINIVASAKANNAN, C.; BALASUBRAMANIAM, N.; VEDARAMAN, N. Ozonation of tannery effluent for removal of cod and color. **Journal of Hazardous Materials**. V. 166, p. 150-154, 2009.

RIZZO, L., Bioassays as a tool for evaluating advanced oxidation processes in water and wastewater treatment. **Water Research**. V.45. p.4311-4340, 2011.