

EFICIÊNCIA DA CAMADA DE COBERTURA DE ATERRO SANITÁRIO ENRIQUECIDA COM ESCUMA DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS (ETE) EM DIFERENTES PROPORÇÕES NA OXIDAÇÃO PASSIVA DE METANO

Maurício Cabral Penteadó (*), Douglas Luiz Mazur, Matheus Vitor Diniz Gueri, Erivelton César Stroparo, Waldir Nagel Schirmer

* Universidade Estadual do Centro-Oeste, mauriciocabralpenteadó@gmail.com.

RESUMO

Considerando os aspectos relacionados às emissões fugitivas pela camada de cobertura em aterros sanitários e os problemas atrelados aos odores provenientes destas plantas, o presente estudo teve como objetivo a implementação e o estudo de metodologias de remediação de metano e compostos tóxico/odorantes em camadas de cobertura enriquecidas com espuma de estação de tratamento de efluentes (ETE). Para tanto, procedeu-se à quantificação das emissões fugitivas de metano nas subáreas estabelecidas, os gases emitidos foram monitorados com o método de placa de fluxo, operando em regime estático. Observou-se que o solo acrescido de espuma apresentou resultados positivos com até 80% de eficiência de oxidação de metano na camada de cobertura, o que nos permite concluir que a metodologia proposta constitui-se em relevante ferramenta para o cumprimento de metas de mitigação de gases de efeito estufa. Além disso, os resultados indicaram uma alternativa viável para aplicação em aterros sanitários visando à manutenção da saúde dos operadores e à população das comunidades circunvizinhas a estas plantas.

PALAVRAS-CHAVE: Oxidação passiva de metano, gases de efeito estufa, geotecnia ambiental, resíduos sólidos municipais.

ABSTRACT

Concerning the aspects related to the odor and fugitive emissions from landfill daily cover, the present study focusing on the implementation of methodologies to mitigate methane and odor/toxic compounds in daily cover material enriched with scum from wastewater treatment plant (WWTP). In order to quantify the fugitive emissions, landfill gases emitted from surface of cover material were monitored by the flux-chamber method, operating in a static conditions. It was observed that the soil plus scum showed positive results with up to 80% methane oxidation efficiency in the cover layer, which allows us to conclude that the proposed methodology represents a relevant tool for the accomplishment of mitigation goals of greenhouse gases. In addition, results indicated a viable alternative for landfill application in order to maintain the health of the operators and the population of the communities surrounding these facilities.

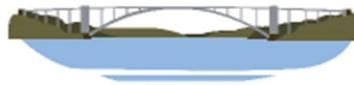
KEY WORDS: environmental geotechnics, greenhouse gases, passive methane oxidation, municipal solid wastes.

INTRODUÇÃO

O gás metano apresenta sério risco ambiental por possuir um potencial de aquecimento global 21 vezes maior que o dióxido de carbono (em um período de 100 anos) (RITZKOWSKI e STEGMANN, 2007). Segundo a USEPA (2018), os aterros são a terceira maior fonte de metano proveniente de atividades humanas nos Estados Unidos, alcançando 17,6% da quantidade total de metano emitida em 2016.

Hu e Long (2016) afirmam que, o fato de os aterros ocuparem grandes áreas e terem contato direto com o ar, torna essas unidades uma das fontes mais representativas em termos de emissão de metano. Devido a isso, o uso de camada de recobrimento é muito importante na mitigação de emissões fugitivas de metano em aterros sanitários. O recobrimento do solo é um método convencional através do qual o aterro minimiza a emissão de gases por meio da oxidação do metano através de microrganismos, durante a passagem dos gases pela camada de cobertura (SADASIVAM e REDDY, 2014).

Quantificar emissões fugitivas nos aterros sanitários é fator fundamental na gestão dessas unidades; nesse caso, dentre os procedimentos mais utilizados para quantificação de emissões fugitivas destaca-se a análise por infravermelho, placas de fluxo estática e dinâmica (MARIANO e JUCÁ, 2010). O método da placa de fluxo apresenta como vantagem pequenas dimensões, baixo custo e fácil instalação. O seu funcionamento consiste em confinar uma porção de gás acima da superfície; o gás aí acumulado pode ser quantificado e monitorado (ABICHOU et al., 2006).



Desenvolver projetos e implementar políticas públicas que promovam a mitigação das emissões de gases nos aterros sanitários é fundamental, tanto por seus efeitos relacionados ao efeito estufa quanto de toxicidade e potencial odorante. Neste contexto, o presente trabalho buscou analisar o potencial de oxidação de metano da camada de cobertura enriquecida com diferentes concentrações (5% e 10%) de espuma de estação de tratamento de efluentes (ETE), por meio de uma placa de fluxo operando em regime estático no aterro municipal de Guarapuava-PR.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem, como objetivo geral, a implementação e o estudo de metodologias de remediação de metano emitido na forma de emissões fugitivas na camada de cobertura de aterro sanitário enriquecida com diferentes concentrações (5% e 10%) de espuma de ETE, mediante o uso de placa de fluxo de pequenas dimensões.

METODOLOGIA

Seleção e preparo da área experimental

A análise do potencial de oxidação de metano pela camada de cobertura foi realizada no aterro sanitário municipal de Guarapuava - PR. A operação da célula selecionada para o estudo foi encerrada há 5 anos e possui espessura de 70 cm na camada de cobertura. O critério adotado para seleção da área experimental priorizou locais com baixa ou nenhuma declividade e distante dos drenos verticais de gases, de modo a evitar caminhos preferenciais do biogás.

A área escolhida teve seu perímetro demarcado e foi dividida em três subáreas, “controle”, “melhorada 5%” e “melhorada 10%” com espaçamento de 1 metro entre si. Na subárea-controle foram conservadas as características originais do solo, argilo-siltoso e teor de matéria orgânica médio de 0,4%. Para o preparo das subáreas “melhorada 5%” e “melhorada 10%”, adicionou-se espuma até atingir os seus respectivos percentuais de enriquecimento do solo. Os parâmetros de porosidade e compactação do solo foram preservados.

Quantificação de emissões fugitivas

Para a quantificação das emissões fugitivas de metano nas subáreas estabelecidas, os gases emitidos foram monitorados com o método de placa de fluxo, operando em regime estático. A placa de fluxo consistiu de um recipiente plástico com volume interno de 12 L, e passou por algumas adaptações para viabilizar a conexão de um termômetro (medida da temperatura no interior da câmara), sensor de umidade (do solo) e válvula com septo para amostragem do gás particionado a partir da superfície do aterro.

A placa foi cravada no solo com profundidade de 10 cm e selada com o próprio solo da sua respectiva subárea.

A concentração dos gases que compõem o biogás foi determinada com o analisador portátil de gases Columbus, da Columbus Instruments (EUA). O processo de amostragem foi realizado após a fixação da placa no solo e se deu por meio de uma seringa de 60 mL, a qual foi posteriormente inserida no analisador de gases. A amostragem obedeceu ao intervalo de 5 em 5 minutos até a estabilização da concentração de metano (estado estacionário) no interior da placa.

O fluxo de gases pode ser determinado de acordo com Cabral, Moreira e Jugnia (2010) (Equação 1).

$$f = \frac{V \Delta C}{A \Delta t} \quad \text{equação (1)}$$

Onde: f = fluxo mássico de gás ($\text{g}/\text{m}^2/\text{dia}$);
 V = volume interno da câmara de fluxo (m^3);
 A = área da cobertura da câmara de fluxo (m^2);
 $\frac{\Delta C}{\Delta t}$ = taxa de partição do gás a partir da superfície ($\text{g}/\text{m}^3/\text{s}$).

RESULTADOS

As figuras 1(a) e 1(b) apresentam a influência da temperatura e da umidade, respectivamente, nas taxas de oxidação de metano nas subáreas enriquecidas com matéria orgânica (5 e 10%). Pelas figuras, pode-se verificar que a eficiência máxima da oxidação de metano na camada de cobertura corresponde à campanha de número dois na subárea “melhorada 10%”, onde foram alcançados significativos 80% de eficiência. É possível perceber que adição de espuma em uma proporção maior (melhorada 10%) foi mais eficiente na oxidação de metano quando comparada à subárea



“melhorada 5%”; este comportamento também está associado ao maior teor de matéria orgânica do meio, após a adição de espuma. Stern et al. (2007) afirmam que o aumento na taxa de oxidação se dá pelo fato do ambiente se tornar próprio para a atividade microbiana quando se eleva o teor de matéria orgânica do solo.

O alto nível de oxidação de metano pode estar relacionado também à temperatura do solo, Rachor et al. (2013) relatam que quanto maior a temperatura do meio, maior será a atividade microbológica presente neste. Isto se confirma quando verificamos que a campanha de maior eficiência foi a que esteve submetida a maior temperatura do solo, neste caso a campanha de número 2 na qual a temperatura medida foi de 26°C.

Apesar de muitos estudos destacarem a atividade dos microrganismos e a temperatura do solo como os fatores mais intervenientes para oxidação das emissões fugitivas, a umidade também deve ser observada, pois valores elevados impossibilitam o intercâmbio gasoso na zona de oxidação. Em solos com alto teor de umidade, a capacidade de oxidação é reduzida; nestas condições, o mecanismo metanogênico das bactérias é acionado, resultando na emissão do gás para a atmosfera na forma não-oxidada (WNUK, WALKIEWICZ e BIEGANOWSKI, 2017).

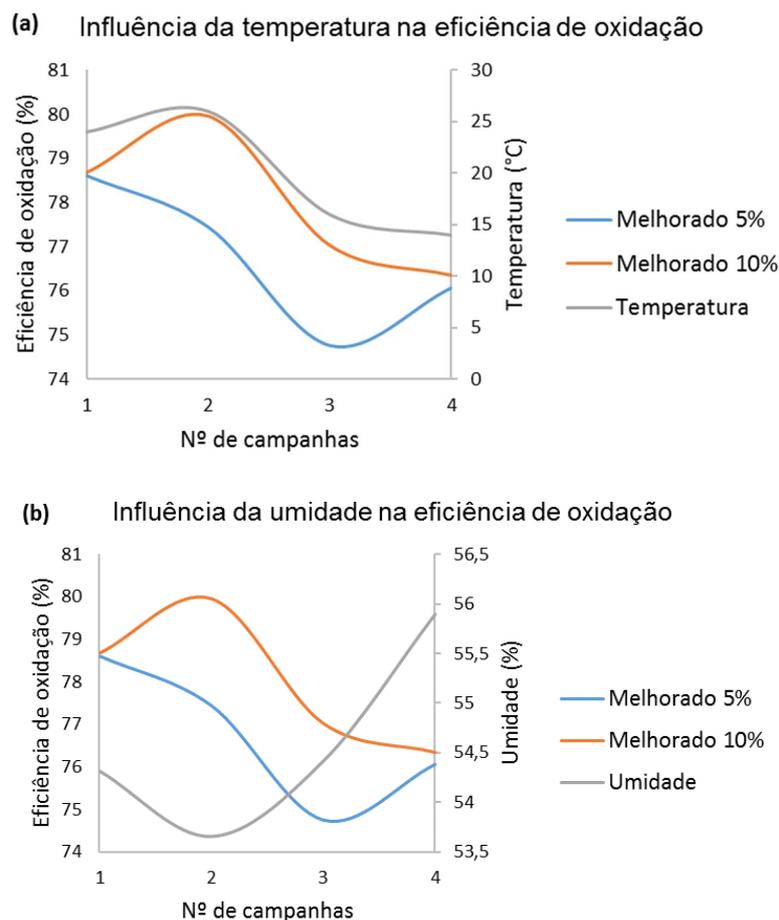
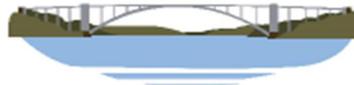


Figura 1: a) Influência da temperatura na eficiência de oxidação b) Influência da umidade na eficiência de oxidação de metano pela camada de cobertura do aterro.

De acordo com a Figura 1(b), podemos verificar a influência da umidade na eficiência da oxidação de metano; a campanha 2 com maior eficiência de remoção foi a que teve o menor teor de umidade. No caso inverso, temos a menor eficiência relacionada à maior quantidade de água no solo. Fato semelhante foi observado por Rachor et al. (2013), que relatam que com o acréscimo da quantidade de água no solo, os poros disponíveis para condução do gás são preenchidos e a oxidação é interrompida.

CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível avaliar a influência de fatores como concentração de matéria orgânica, umidade e temperatura do solo no processo de oxidação de metano em camada de cobertura de aterro sanitário. Estes fatores



afetam diretamente os microrganismos presentes no meio implicando, portanto, em um rendimento específico para cada condição. Além destes fatores, deve-se destacar a influência da precipitação, visto que em dias onde a precipitação é elevada, as campanhas de amostragem são comprometidas.

Destaca-se ainda que a metodologia aplicada constitui-se numa alternativa barata, de fácil manuseio e de rápida resposta e os resultados obtidos são relevantes para o cumprimento de metas de mitigação de gases de efeito estufa. Além disso, os resultados indicam uma alternativa viável para aplicação em aterros sanitários visando à manutenção da saúde dos operadores e comunidades circunvizinhas a estas unidades.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, no âmbito do Programa Ciência Sem Fronteiras – CsF), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Araucária do Paraná (Programa de Pesquisa Básica e Aplicada) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abichou, T.; Chanton, J.; Powelson, D.; et al. Methane flux and oxidation at two types of intermediate landfill covers. **Waste Management**, v. 26, n. 11, p. 1305–1312, 2006.
2. Cabral, A.R.; Moreira, J.F.V.; Jugnia, L.B. Biocover Performance of Landfill Methane Oxidation: Experimental Results. **Journal of Environmental Engineering**, v.136, n. 8, 2010.
3. Hu, L.; Long, Y. Effect of landfill cover layer modification on methane oxidation. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, n. 24, p. 25393–25401, 2016.
4. Mariano, M. O. H.; Jucá, J. F. T. Ensaios de campo para determinação de emissões de biogás em camadas de cobertura de aterros de resíduos sólidos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 223–228, 2010.
5. Rachor, I. M.; Gebert, J.; Gröngroft, A.; Pfeiffer, E. M. Variability of methane emissions from an old landfill over different time-scales. **European Journal of Soil Science**, v. 64, n. 1, p. 16–26, 2013.
6. Ritzkowski, M.; Stegmann, R. Controlling greenhouse gas emissions through landfill in situ aeration. **International Journal of Greenhouse Gas Control**, v.1, n.3, p.281-288,2007.
7. Sadasivam, B. Y.; Reddy, K. R. Adsorption and transport of methane in landfill cover soil amended with waste-wood biochars. **Journal of Environmental Management**, v. 158, p. 11–23, 2015.
8. Stern, J. C. et al. Use of a biologically active cover to reduce landfill methane emissions and enhance methane oxidation. **Waste management (New York, N.Y.)**, v. 27, n. 9, p.248– 58, jan. 2007.
9. USEPA. Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990–2016. **www.epa.gov**, 2018. Disponível em: <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks>. Acesso 04/04/2018.
10. Wnuk, E.; Walkiewicz, A.; Bieganski, A. Methane oxidation in lead-contaminated mineral soils under different moisture levels. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 32, p. 25346–25354, 2017.