

7º CONRESOL

7º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

CURITIBA/PR - 14 a 16 de Maio de 2024

MONITORAMENTO DAS CONCENTRAÇÕES DE METANO EM DIFERENTES NÍVEIS DE PROFUNDIDADE EM UMA CÉLULA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS LOCALIZADA EM ATERRO SANITÁRIO DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.7.24.XI-002>

Maria Josicleide Felipe Guedes (*), Francisco Gleson dos Santos Moreira, Jeovana Jisla das Neves Santos, Márcio Camargo de Melo, Veruschka Escarião Dessoles Monteiro

* Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA. E-mail: mjosicleide@ufersa.edu.br.

RESUMO

Os aterros sanitários se constituem em uma importante fonte de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), incluindo o gás metano, que apresenta um elevado potencial de aquecimento global. Diante disso, estudar a emissão do metano é uma importante ferramenta para auxílio na gestão de aterros sanitários. Desta forma, justifica-se a importância deste artigo, que teve por objetivo traçar perfis de concentração de metano em diferentes níveis de profundidade em uma célula de Resíduos Sólidos Urbanos, (RSU) localizada no semiárido paraibano. Foram avaliadas as concentrações de metano nas áreas de influência dos 9 (nove) drenos verticais de gases, em 3 (três) níveis de profundidade: superficial (na camada de cobertura final da célula, utilizando placa de fluxo), subsuperficial (na interface solo-resíduo, utilizando dispositivos de medição de concentração de gases) e em profundidade (no interior dos drenos verticais, com detector portátil de gases). Como resultados, verificam-se elevados percentuais de metano na interface solo-resíduo, em 5 (cinco) dos 9 (nove) pontos avaliados, compatíveis com as concentrações obtidas para esse gás em profundidade. Os perfis de concentração de metano obtidos se constituíram em um indicativo da eficiência da camada de cobertura de solo compactado da célula de RSU em estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Emissão de gases, camada de cobertura, interface solo-resíduo, drenos verticais.

ABSTRACT

Landfills are a significant source of Greenhouse Gas (GHG) emissions, including methane gas, which has a high global warming potential. Therefore, the study of methane emissions is critical to landfill management. This article aims to trace methane concentrations profiles at different depths in a Municipal Solid Waste (MSW) cell located in the semi-arid region of Paraíba. Methane concentrations were evaluated in the influence zones of 9 (nine) vertical gas drains at 3 (three) different depth levels: surface (using a flow chamber in the final cover layer of the cell), subsurface (using gas concentration measuring devices at the soil-waste interface), and in depth (using a portable gas detector in the vertical drains). The data show high percentages of methane at the soil-waste interface at 5 (five) of the 9 (nine) points evaluated, which is consistent with the concentrations found at greater depths. The methane concentration profiles suggest that the compacted soil cover layer of the investigated landfill cell is effective.

KEYWORDS: Gas emission, cover layer, soil-waste interface, vertical drains.

INTRODUÇÃO

A biodegradação anaeróbica dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em aterros sanitários consiste em uma importante fonte de emissões antrópicas de Gases de Efeito Estufa (GEE), em especial o metano (CH₄) e o dióxido de carbono (CO₂) (HUBER-HUMER et al., 2011; BOGNER et al., 2008). Entretanto, o CH₄ é um dos GEE mais poderoso, com um potencial de aquecimento em torno de 20 vezes maior que o de CO₂ (SOLOMON et al., 2007).

Em todo o mundo, a emissão de metano, proveniente da decomposição de resíduos, corresponde a aproximadamente 18% das emissões globais antropogênicas; sendo os aterros a principal fonte, estimada por liberar entre 35 e 69 milhões de toneladas de CH₄ por ano à atmosfera (BOGNER et al., 2008). Contudo, apesar do metano se constituir em um gás altamente poluente, o CH₄ apresenta um elevado potencial energético (GANDOLLA et al., 1997), o que permite sua utilização em diversas finalidades, a exemplo da produção de eletricidade (GEWALD et al., 2012; SCHNEIDER et al., 2012).

O estudo das emissões de biogás se constitui em uma importante contribuição para a gestão de aterros sanitários (KIM et al., 2010), uma vez que permite avaliar a eficiência das camadas de cobertura final dos resíduos, otimizar o sistema de drenagem dos gases e, conseqüentemente, fornecer critérios técnicos e ambientais, que poderão subsidiar projetos de aproveitamento energético do metano. Dessa forma, as emissões de metano dos aterros precisam ser quantificadas (PARK et al., 2016).

OBJETIVOS

Traçar perfis de concentração de metano em diferentes níveis de profundidade em uma célula de resíduos sólidos urbanos.

METODOLOGIA

O aterro sanitário onde foi realizado o estudo localiza-se no município de Campina Grande-PB. A célula de RSU monitorada iniciou sua operação em dezembro de 2015 e encerrou em maio de 2016, com uma massa total de 62.359,44 t de RSU aterrados. Apresentava, há época do estudo, as seguintes características: dimensão de base de aproximadamente 100 x 100 m; impermeabilização da base com solo compactado de baixa permeabilidade à água, sem adição de manta geotêxtil; altura de aproximadamente 17 m; impermeabilização da camada de cobertura com solo compactado de espessura variada, com média de 1,2 m no platô superior; impermeabilização dos taludes com solo, sem adição de manta geotêxtil; sistema de drenagem de lixiviado constituída de drenos principais, drenos coletores e drenos secundários, que em conjunto são denominados “espinha de peixe”; e 9 drenos verticais de gases.

Para a realização desta pesquisa, foi realizado um plano de monitoramento das emissões de metano na célula de RSU, que consistiu em medições em três níveis de profundidade:

- i) **Superficial**, realizada na camada de cobertura de solo compactado, por meio de ensaio de placa de fluxo estática, conforme metodologia descrita por Maciel e Jucá (2011). Este método consiste em instalar caixas fechadas (estáticas) na superfície da camada de cobertura e avaliar o aumento de concentração de gases no interior da placa com o tempo, permitindo assim a determinação do fluxo em um ponto específico. As placas de fluxo garantem uma precisa determinação da emissão pontual, além de apresentarem baixo custo, simples instalação e avaliação simultânea de diversos gases (MACIEL, 2003). A placa utilizada nos ensaios foi construída em aço galvanizado de 0,002 m de espessura e com dimensões de 0,40 x 0,40 m, área útil de 0,16 m² e volume útil de 0,008 m³ (Figura 1 e 2).

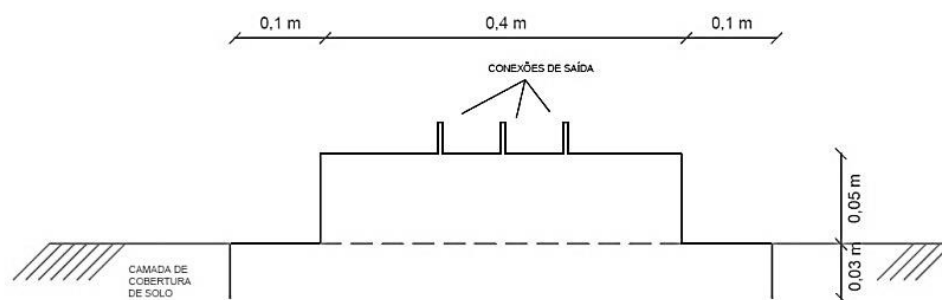


Figura 1: Esquema simplificado da placa de fluxo estática utilizada nesta pesquisa. Fonte: Autor do Trabalho.

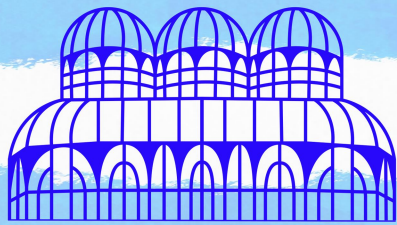


Figura 2: Placa de fluxo instalada para realização de ensaios nesta pesquisa. Fonte: Autor do Trabalho.

- ii) **Subsuperficial**, na interface solo-resíduo, por meio de dispositivos de medição de concentração de gases (DMC) (Figura 3), de acordo com metodologia descrita por Mariano e Jucá (2011).

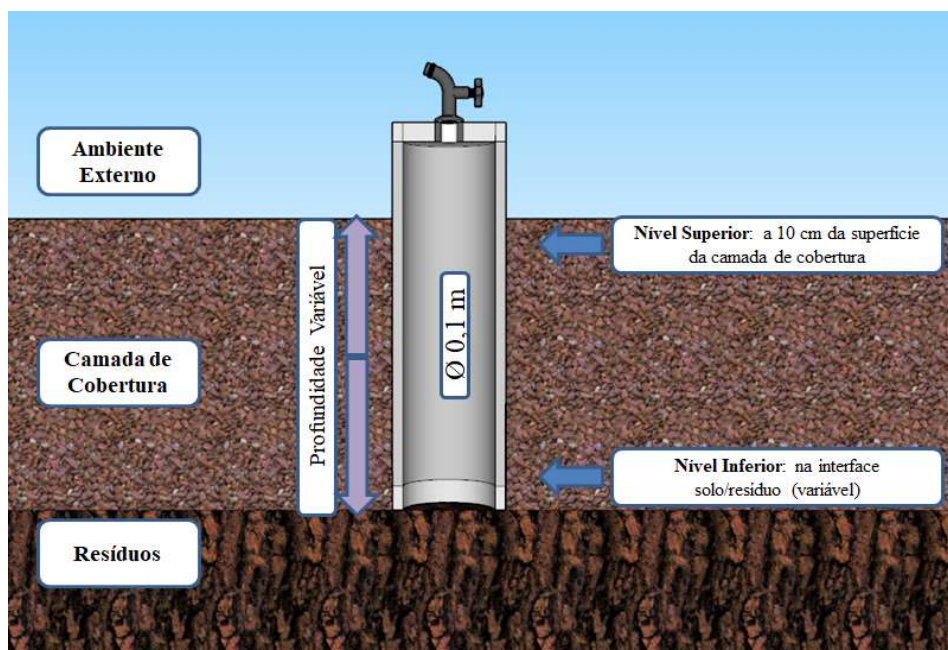


Figura 3: Dispositivo de medição de concentração de gases (DMC) na interface solo-resíduo utilizado nesta pesquisa. Fonte: Autor do Trabalho.

- iii) **Em profundidade**, com medições diretas nos 9 drenos verticais (DV) de gases instalados na célula de RSU, há época do estudo. As medições foram realizadas com os drenos abertos à atmosfera, sendo utilizada uma mangueira flexível, adaptável ao detector portátil de gases, de comprimento suficiente para atingir pontos de profundidade desses drenos. Essa medida foi tomada a fim de monitorar o biogás com uma menor interferência do ar atmosférico (Figura 4).

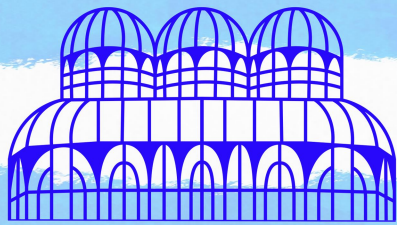


Figura 4: Monitoramento de drenos verticais de gases para esta pesquisa. Fonte: Autor do Trabalho.

RESULTADOS

O monitoramento das concentrações de metano (CH_4) na camada de cobertura de solo compactado, nos DMC e nos DV possibilitou determinar as emissões de gases em três níveis do perfil da célula de RSU: i) superficial, por meio dos resultados obtidos nos ensaios de placa de fluxo, a 0,10 m de profundidade; ii) subsuperficial, isto é, na interface solo-resíduo, com profundidade média de 1,1 m; e iii) em profundidade, em torno de 17,0 m, uma vez que, os drenos verticais se estendem, há época do estudo, desde a base da célula de RSU até a camada de cobertura de solo compactado.

Dessa forma, foi possível traçar perfis da qualidade do metano gerado e avaliar a evolução do processo biodegradativo da célula de RSU, bem como o desempenho da camada de cobertura final. Na Figura 5 são apresentados os perfis das concentrações de CH_4 . Cabe destacar que os perfis confeccionados refletem o comportamento das áreas de influência dos drenos verticais. Cabe salientar que o mapeamento da distribuição espacial das concentrações de CH_4 não é objeto deste artigo.

Analisando a Figura 5, verificam-se elevados percentuais de CH_4 na interface solo-resíduo, compatíveis com as concentrações obtidas para esse gás em profundidade; cuja contribuição inclui a influência de todas as camadas de resíduos. Tal evidência foi averiguada nos perfis P-01, P-04, P-05, P-08 e P-09 que abrangem as áreas de influência referentes aos drenos verticais DV-01, DV-04, DV-05, DV-08 e DV-09, respectivamente, além dos DMC e pontos de ensaios de placa de fluxo mais próximos desses drenos.

Nos pontos relativos aos demais perfis (P-02, P-03, P-06 e P-07), as concentrações de CH_4 na interface solo-resíduo foram inferiores aos valores medidos em profundidade no DV, o que denota a heterogeneidade do processo biodegradativo dos RSU ao longo do perfil da célula em estudo e, conseqüentemente, o seu estágio biodegradativo (fase anaeróbia não metanogênica ou metanogênica).

Pondera-se ainda que foram detectadas baixas concentrações de oxigênio na interface solo-resíduo, compatíveis com os percentuais medidos em profundidade, nos drenos verticais. Esses resultados sugerem a baixa influência dos condicionantes atmosféricos nas camadas mais superficiais do maciço sanitário.

Maciel e Jucá (2011) afirmam que, em geral, nas camadas superiores da massa de resíduos nos aterros, a biodegradação dos RSU ocorre em processos aeróbios e anaeróbios alternados. Isso acontece, principalmente, devido à infiltração da precipitação que transporta oxigênio dissolvido para o ambiente interno do aterro sanitário e inibe a digestão anaeróbia. Os processos anaeróbios dominam em profundidades superiores a 3 metros.

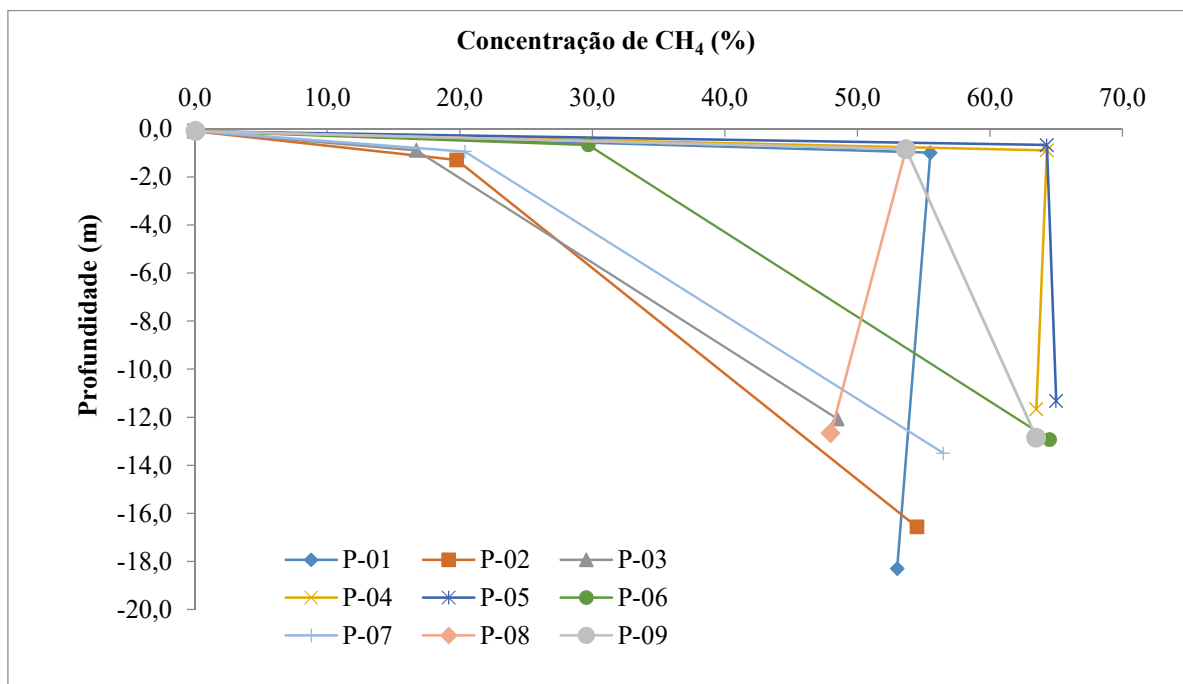
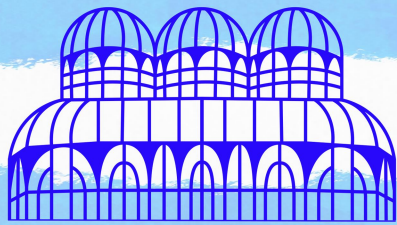


Figura 5: Concentração de metano em três níveis de profundidade na célula de resíduos sólidos urbanos contemplada nesta pesquisa. Fonte: Autor do Trabalho.

Em contraponto, neste estudo, observa-se que os resíduos presentes na interface solo-resíduo estão em plena atividade anaeróbia; o que é favorável do ponto de vista energético, visto que uma maior massa de RSU é passível de ser convertida em biogás.

Além disso, os perfis ilustrados na Figura 5 constituem-se em um indicativo da eficiência da camada de cobertura de solo compactado da célula de resíduos, que mesmo com o baixo Grau de Saturação (GS) médio verificado (aproximadamente 40%), aponta para significativa influência do Grau de Compactação (GC) médio (91,84%). Nessa vertente, quanto maior o GC, menores são os vazios do solo e, conseqüentemente, há uma redução do fluxo de biogás pela camada de cobertura.

CONCLUSÕES

As concentrações de metano na interface solo-resíduo são compatíveis com aquelas obtidas em profundidade. Já os valores medidos para esse gás na superfície foram baixos para todos os perfis.

Os perfis indicam a heterogeneidade dos resíduos depositados na célula e, portanto, as diferentes fases biodegradativas do maciço sanitário.

Os perfis de concentração de metano obtidos se constituem em um indicativo da eficiência da camada de cobertura de solo compactado da célula de RSU em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bogner, J.; Pipatti, R.; Hashimoto, S.; Diaz, C.; Mareckova, K.; Diaz, L.; Kjeldsen, P.; Monni, S.; Faaij, A.; Gao, Q.; Zhang, T.; Ahmed, M. A.; Sutamihardja, R. T.; Gregory, R. **Mitigation of global greenhouse gas emissions from waste: conclusions and strategies from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report**. Working Group III (Mitigation). Waste Management & Research, v. 26, p. 11–32, 2008.
- Gandolla, M.; Acaia, C.; Fischer, C. **Formazione, captazione e sfruttamento di biogas in discariche**. In: Seminario di Aggiornamento, Collana Ambiente, v.18, C.I.P.A, Milão, Itália, 1997.



3. Gewald, D.; Siokos, K.; Karellas, S.; Spliethoff, H. **Waste heat recovery from a landfill gas-fired power plant.** *Renewable Sustainable Energy*, v. 16, p.1779–1789, 2012.
4. Huber-Humer, M.; Kjeldsen, P.; Spokas, K. A. **Special issue on landfill gas emission and mitigation.** *Waste Management*, v. 31, p. 821–822, 2011.
5. Kim, H. J.; Yoshida, H.; Matsuo, T.; Tojo, Y.; Matsuo, T. **Air and landfill gas movement through passive gas vents installed in closed landfills.** *Waste Management*, v. 30, n. 3, p.465-472, 2010.
6. Maciel, F. J. **Estudo da geração, percolação e emissão de gases pela camada de cobertura do Aterro de Resíduos Sólidos da Muribeca/PE.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
7. Maciel, F. J.; Jucá, J. F. T. **Evaluation of landfill gas production and emissions in a MSW large-scale Experimental Cell in Brazil.** *Waste Management*, v. 31, p. 966–977, 2011.
8. Mariano, M. O. H.; Jucá, J. F. T. **Eficiência das camadas de cobertura na retenção de emissões de biogás em aterros sanitários: estudo de caso em Olinda-PE, Brasil.** *Revista Águas & Resíduos*, v. 15, p. 26-31, 2011.
9. Park, J. K.; Kang, J. Y.; Lee, N. H. **Estimation of methane emission flux at landfill surface using laser methane detector: influence of gauge pressure.** *Waste Management & Research*, v. 34, n. 8, p.784–792, 2016.
10. Schneider, D. R.; Kirac, M.; Hublin, A. **Cost-effectiveness of GHG emission reduction measures and energy recovery from municipal waste in Croatia.** *Energy*, v. 48, p. 203–211, 2012.
11. Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K. B.; Tignor, M.; Miller, H. L. **Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2007. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. and New York, NY, U.S., 2007.