

III-036 – POTENCIAL DE GERAÇÃO DE BIOGÁS E GRAU DE BIODEGRADAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ATERRADOS EM DIFERENTES PROFUNDIDADES

Paula dos Reis Corrêa⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Federal de Uberlândia, Mestre em Microbiologia pela Universidade Estadual Paulista, Especialista em Engenharia de Campo de SMS pela Universidade Federal de Pernambuco, Doutoranda em Geotecnia Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco

José Fernando Thomé Jucá⁽²⁾

Professor Titular da Universidade Federal de Pernambuco

Fabírcia Maria Santana Silva⁽³⁾

Doutoranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

Endereço⁽¹⁾: Rua Mauricéia, 421, Bairro Iputinga, CEP: 50670-480, Telefone: 81 9513-0485 - pauladrcorrea@gmail.com

RESUMO

Os aterros sanitários operados em condições controladas são importantes para reduzir a emissão de gases estufa, evitar a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, e na recuperação de espaço para assentamento de novos resíduos. O metano, potente gás estufa, está presente na composição do biogás produzido pela decomposição da matéria orgânica, seu uso na geração de energia renovável é importante para diminuição de impactos ambientais. O presente estudo avaliou o potencial de geração do biogás em resíduos de diferentes profundidades (1 a 2m; 2 a 3m; e 3 a 4m), aterrados em uma célula experimental, construída no aterro controlado da Muribeca, no estado de Pernambuco, Brasil, através do Ensaio BMP, visando comparar o potencial de geração deste gás em resíduos aterrados e nos recém chegados no aterro, e identificar os compostos que não foram biodegradados nas diferentes profundidades. Através dos ensaios realizados pelo presente estudo pode-se concluir que os resíduos que mais produziram biogás, foram aqueles provenientes das zonas mais superficiais, entre 1 a 2m de profundidade, esses resíduos possuem uma maior quantidade de matéria orgânica em sua constituição, material facilmente biodegradável, e com alto potencial de geração de biogás. Resíduos mais antigos, com baixo teor de matéria orgânica e presença de compostos recalcitrantes tendem a produzir quantidade reduzida de biogás. A acentuada presença de lignina nas zonas mais profundas de um aterro sugere a importância de estudos que procurem mecanismos para acelerar a degradação desse composto.

PALAVRAS-CHAVE: Biodegradação, ensaio BMP, célula experimental, resíduos sólidos urbanos, matéria orgânica.

INTRODUÇÃO

Os aterros sanitários incorporam avanços tecnológicos da engenharia sanitária e ambiental, minimizando impactos a saúde e meio ambiente. A impermeabilização de fundação e das laterais tem a função de proteger e impedir a percolação de lixiviado para o subsolo e aquíferos, esses líquidos são captados e tratados (Pereira, 2007).

No Brasil existe um número significativo de aterros sanitários, no entanto estes estão presentes principalmente nas regiões Sul e Sudeste e praticamente inexistem nas demais regiões do país. A dificuldade de implantação desse sistema está nos custos de operação, que pressupõe tratamento adequado de líquidos e gases efluentes, além de demais cuidados previstos em normas técnicas (Jucá, 2003).

O potencial de geração de gases em aterros é baseado nas diversas frações que compõem os resíduos. As frações orgânicas mais facilmente degradáveis definem a quantidade de biogás a ser produzido por unidade de volume, neste sentido, a geração de biogás é significativamente reduzida após um longo período de disposição dos resíduos (10 a 15 anos). Sendo assim, para estimar o potencial de geração do biogás, a composição química dos resíduos é considerada um fator de extrema importância (Alves, 2008).

De acordo com Palmisano & Barlaz (1996), analisados sob o ponto de vista microbiológico, os principais componentes orgânicos dos resíduos sólidos são a celulose e a hemicelulose. Para alguns pesquisadores, há uma significativa correlação entre o rendimento da conversão de biogás e a relação (Celulose+Hemicelulose)/Lignina (Pueboobpaphan, 2006).

Os principais nutrientes (substratos) dos MICRO-ORGANISMOS são carbono, nitrogênio e sais orgânicos. Para que haja sustentabilidade das comunidades microbianas em seus ambientes, uma relação específica de carbono para nitrogênio deve ser mantida entre 20:1 e 30:1 (Percora, 2006).

O ensaio de Potencial Bioquímico de Metano (BMP) se destina a avaliar a biodegradabilidade dos resíduos com base na produção total de biogás e na análise quantitativa deste biogás em termos de metano, sob condições ótimas de degradação em termos de umidade, temperatura, flora microbiana anaeróbia e disponibilidade de nutrientes (Alves, 2008).

O presente estudo avaliou o potencial de geração do biogás em resíduos de diferentes profundidades (1 a 2m; 2 a 3m; e 3 a 4m), aterrados em uma célula experimental, construída no aterro controlado da Muribeca, na cidade de Jaboatão dos Guararapes, no estado de Pernambuco, Brasil, através do Ensaio BMP, visando comparar o potencial de geração deste gás em resíduos aterrados e nos recém chegados no aterro, e identificar os compostos químicos que não foram biodegradados nas diferentes profundidades.

METODOLOGIA

Amostragem

Foram coletadas amostras de resíduos sólidos urbanos com idade entre 7 e 14 meses, em diferentes profundidades: Z4(1 a 2m), Z5(2 a 3m) e Z6(3 a 4m).

A célula experimental está localizada em uma área existente no Aterro Controlado da Muribeca, na cidade de Jaboatão dos Guararapes, no Estado de Pernambuco, Brasil e possui uma capacidade de 36.636,57 toneladas e um volume estimado de 35.208,90 m de resíduos com uma área de base de aproximadamente 5.993 m² (Maciel, 2008).

Ensaio BMP

Para a realização do ensaio BMP, cada amostra selecionada foi analisada em triplicata e o ensaio foi desenvolvido conforme metodologia adaptada por Alves (2008).

As etapas do ensaio BMP consistiram em:

- (a) Preparação da amostra;
- (b) Seleção do inóculo;
- (c) Circulação da mistura gasosa (N₂/CO₂), incubação e monitoramento dos frascos;

a) Preparação da amostra (Segundo Alves, 2008)

Inicialmente, cada amostra foi submetida a secagem (60° C) e em seguida cerca de 300g da amostra foram trituradas em processador industrial (Cutter – Siemsen CR-4L) e uma sub-amostra foi retirada para a determinação de sólidos voláteis.

Para a realização dos ensaios, foram utilizados frascos de 250 ml com tampas rosqueadas de nylon contendo válvulas de saída e entrada de gás; manômetros de 1kgf/cm² com escala de 0,1kgf/cm², proporcionando controle da pressão interna de cada frasco. Na Figura 1 pode-se visualizar a imagem de um biorreator utilizado no ensaio BMP. É importante ressaltar que os frascos já preenchidos com resíduos foram envolvidos com papel alumínio com o objetivo de impedir algum tipo de alteração no processo de biodegradação devido à ação da luz.



Figura 1. Biorreatores utilizados para a realização do ensaio BMP

b) Seleção do inóculo

Seguindo a metodologia de Alves (2008), o inóculo utilizado nos ensaios foi lodo proveniente de um digestor anaeróbio da Estação de Tratamento de Esgoto (Estação de Tratamento Cabanga) pertencente ao Sistema de Esgotamento Sanitário Cabanga da COMPESA (Companhia Pernambucana de Saneamento), localizada no município de Recife no Estado de Pernambuco, Brasil. O lodo foi coletado no mesmo dia de realização do ensaio e mantido a uma temperatura de 4°C, conforme recomendação da NBR 10.007 (2004) para preservação e armazenamento de amostras sólidas contendo compostos orgânicos.

c) Circulação de N_2/CO_2 , incubação e monitoramento dos frascos

Em cada frasco, foram colocados 2,5g de resíduos secos e triturados e inoculados com 50 ml de lodo. Em seguida, os frascos foram submetidos à circulação de uma mistura gasosa contendo 80% de N_2 e 20% de CO_2 , durante dois minutos, eliminando a atmosfera aeróbia estabelecida nos frascos. Em todos os ensaios também foram utilizados frascos apenas com lodo (50 mL), representando o controle dos experimentos. Todos os frascos foram incubados em estufa Tecnal TE-393/2 a uma temperatura fixa de 37°C e monitorados diariamente durante 60 dias, através do controle das temperaturas e pressões internas e atmosféricas.

Para conhecimento da composição química dos diferentes tipos de amostras de resíduos utilizados nos experimentos, foram realizadas análises de substâncias orgânicas (lipídeos, proteínas, carboidratos e lignina), análises elementares (Carbono, Nitrogênio, Hidrogênio e Enxofre), além do Carbono Orgânico Total – COT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resíduos sólidos utilizados nos ensaios BMP foram previamente submetidos às análises de Umidade, Sólidos Voláteis e Carbono Orgânico Total (COT). A Tabela 1 apresenta os dados das amostras de resíduos referentes às profundidades 1 a 2m, 2 a 3m e 3 a 4m.

Tabela 1. Valores de Umidade, Sólidos Voláteis e Carbono Orgânico total nas amostras de diferentes profundidades

	Análises Físico-químicas	
	Sólidos Voláteis (%)	COT (%)
Z4(1 a 2m)	27,86	3,74
Z5(2 a 3m)	18,65	2,87
Z6(3 a 4m)	11,11	1,33

Os resultados apresentados sugerem que os resíduos amostrados nas faixas de 2 a 3m e de 3 a 4m encontram-se em processo de biodegradação estabilizado. Kelly (2002) afirma que resíduos com teor de sólidos voláteis abaixo de 20% já podem ser considerados estabilizados. Segundo Maciel (2009) há uma tendência na queda de sólidos voláteis ao longo do tempo, o que pode ser explicado por uma diminuição na quantidade de matéria orgânica e pela presença de compostos recalcitrantes.

Os resultados da caracterização química de compostos orgânicos e elementares dos resíduos utilizados nos ensaios BMP estão descritos nas Tabelas 2 e três.

Tabela 2. Valores das análises de compostos orgânicos nas amostras de diferentes profundidades

	Compostos Orgânicos			
	Lipídeos (%)	Proteínas (%)	Carboidratos (%)	Lignina (%)
Z4(1 a 2m)	1,43	3,05	23,38	7,83
Z5(2 a 3m)	0,55	2,11	10,17	8,26
Z6(3 a 4m)	< 0,1	0,94	15,9	16,35

Tabela 3. Valores das análises elementares nas amostras de diferentes profundidades

	Análises Elementares			
	Carbono (%)	Nitrogênio (%)	Hidrogênio (%)	Enxofre (%)
Z4(1 a 2m)	18,23	0,62	2,36	0,16
Z5(2 a 3m)	10,26	0,36	1,42	0,07
Z6(3 a 4m)	4,96	0,16	0,85	0,16

Os dados apresentados demonstram que quanto maior a profundidade de aterramento menor a quantidade de compostos orgânicos, com exceção da lignina. O que pode ser explicado pela complexidade da estrutura e das ligações presentes nesse polímero de fenilpropanóide, que dificultam a sua degradação.

Avaliação do potencial de geração de biogás dos resíduos

O comportamento da geração de biogás com amostras de resíduos de diferentes profundidades está representado nas Figuras 2 e 3. A amostra proveniente da camada mais superficial PZ4 quando comparada com as demais apresentou geração superior atingindo acumulado da ordem de 489,8 e taxas máximas de geração de biogás de 70,3 NmL/dia (Figura 2).

As amostras de (2 a 3m) e de (3 a 4m) tiveram valores mais baixos de acumulado (462,9 e 313,9 NmL, respectivamente), e taxas de geração diária de biogás (62,9 e 22,6 NmL/dia, respectivamente para as amostras PZ5 e PZ6), conforme Figura 3, ocasionado pelo grau de degradação mais avançado, quando comparadas com a amostra mais superficial.

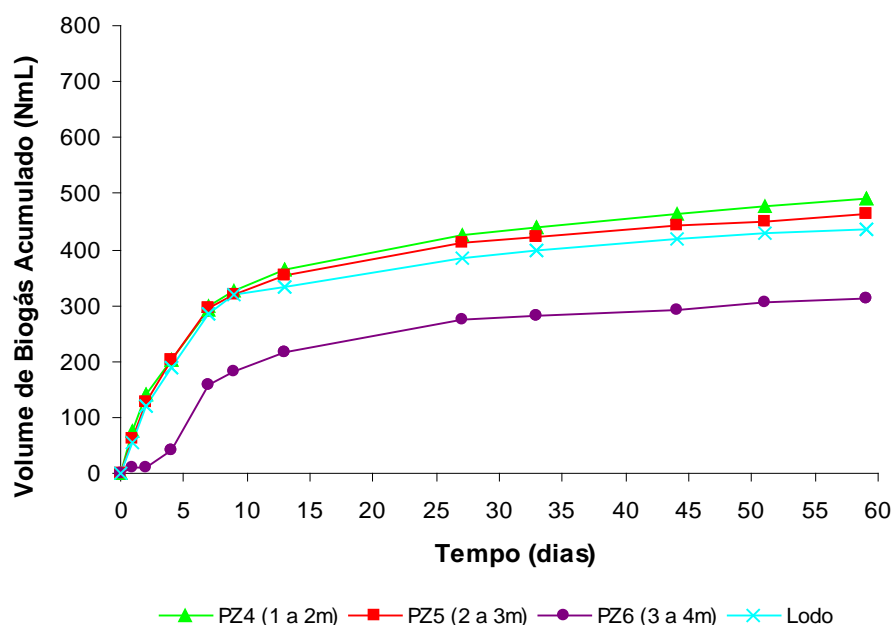


Figura 2. Volume de biogás acumulado (NmL) dos resíduos em diferentes profundidades

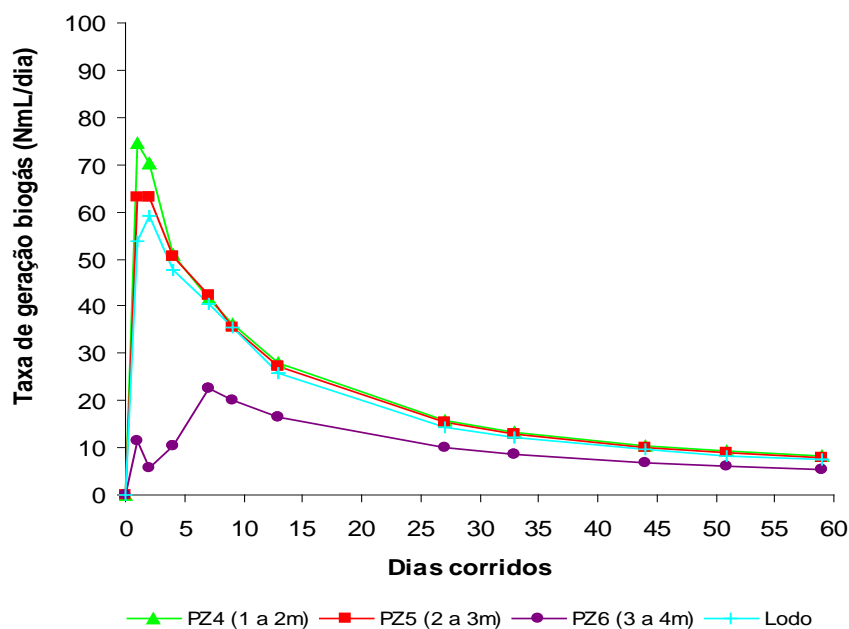


Figura 3. Taxa de geração diária de biogás (NmL/dia) dos resíduos em diferentes profundidades

Analizando o comportamento dos resíduos de maneira geral, sabe-se que o tempo de aterramento influencia no potencial de geração de biogás, uma vez que quanto mais avançado esteja o processo de biodegradação, menor será a geração de biogás ao longo dos anos, já que a quantidade de nutrientes disponível aos MICRO-ORGANISMOS tende a diminuir.

Harries *et al* (2001) afirma que é importante a utilização do ensaio BMP como ferramenta para análise de amostras de aterros mais antigos, dada a necessidade de se determinar o potencial de futuras emissões de biogás, acompanhando o comportamento da geração ao longo dos anos, através da coleta de diversas amostras de resíduos com diferentes idades.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram que a produção de biogás é influenciada pelo nível de aterramento dos resíduos, disponibilidade de matéria orgânica e grau de biodegradabilidade dos compostos. Os resíduos que apresentaram maior produção de biogás sob condições controladas foram àqueles provenientes da zona mais superficial da célula experimental, zona de 1 a 2m, devido à maior presença de matéria orgânica em sua constituição, material facilmente degradável pela ação dos micro-organismos. Resíduos mais antigos, aterrados em zonas mais profundas de um aterro, com baixo teor de matéria orgânica e presença de compostos recalcitrantes, como materiais lignocelulósicos e poliméricos, tendem a produzir quantidade reduzida de biogás. A acentuada presença de lignina nas zonas mais profundas de um aterro sugere a importância de estudos que procurem mecanismos para acelerar a degradação desse composto.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e EMLURB/ATEPE pelo suporte financeiro para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alves, I. R. F. S. (2008). Análise experimental do potencial de geração de biogás em resíduos sólidos urbanos. Dissertação de Mestrado – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE. 117p.
2. Harries, C.R.; Cross C.J.; Smith R. (2001). Development of a biochemical methane potential (BMP) test and application to testing of municipal solid waste samples. In: Proceedings Sardinia, Eighth International Waste Management and Landfill Symposium. Cagliari, Italy. Cagliari: CISA. v. 1, p. 579-588.
3. Kelly, J.R. (2002). Solid waste biodegradation enhancements and the evaluation of analytical methods used to predict waste stability. PhD Thesis - Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg-Virginia. 65p.
4. Maciel, F. J. (2009). Geração de Biogás e Energia em Aterro Experimental de Resíduos Sólidos Urbano. Tese de Doutorado. Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. p.374.
5. Palmisano, A.C.; Barlaz, M.A. (1996). Microbiology of Solid Waste. New York: CRC Press. 224 p.
6. Pecora, V. (2006), Implantação de uma Unidade Demonstrativa de Geração de Energia Elétrica a partir do Biogás de Tratamento de Esgoto Residencial da USP - Estudo de Caso. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo. p.
7. Pereira, A.G.H. and Elk, A. G. H.P. (2007). Redução de Emissões na Disposição final Projeto Mecanismo de Desenvolvimento Limpo aplicado a Resíduos Sólidos. 1. ed. Rio de Janeiro: IBAM,. v. 3. 40 p.