



III-065 - ESTUDOS PARA APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ATERRADOS EM UMA CÉLULA EXPERIMENTAL NO ATERRO DA MURIBECA - PE

Sávio Henrique de Barros Holanda ⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Maurício de Nassau (UNINASSAU), Mestrando em Engenharia Civil (Geotecnia Ambiental) pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Pesquisador do Grupo de Resíduos Sólidos (GRS/UFPE).

Rebeca Beltrão Valença

Bióloga com ênfase em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Mestranda em Engenharia Civil (Geotecnia Ambiental) pela UFPE e Pesquisadora do Grupo de Resíduos Sólidos (GRS/UFPE).

Rodrigo Cândido Passos da Silva

Engenheiro Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Mestre e Doutorando em Engenharia Civil (Geotecnia Ambiental) pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Pesquisador do Grupo de Resíduos Sólidos (GRS/UFPE).

Leonor Alves de Oliveira da Silva

Mestre em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Doutora em Ciências Biológicas (Microbiologia Aplicada) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e Pesquisadora do Grupo de Resíduos Sólidos (GRS/UFPE).

José Fernando Thomé Jucá

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Mestre em Geotecnia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Doutor pela Universidad Politécnica de Madrid e Pós Doutor pela Universidade de São Paulo (USP). Professor da Universidade Federal de Pernambuco e Coordenador do Grupo de Resíduos Sólidos (GRS/UFPE).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Acadêmico Hélio Ramos, S/N – Cidade Universitária - Recife - PE - CEP: 50740-530 Brasil - Tel: (81) 21268224 - e-mail: savioholanda@hotmail.com

RESUMO

Os aterros sanitários constituem-se como uma das alternativas mais usuais para destinação de resíduos sólidos no Brasil. Esta tecnologia de tratamento gera uma série de passivos ambientais, devido, dentre outras razões, à liberação de biogás na atmosfera. O biogás é constituído principalmente por dióxido de carbono e metano, sendo este gás altamente impactante e com forte potencial energético. Esta problemática, quando avaliada na perspectiva do encerramento do aterro, estabelece um cenário descendente de geração e liberação de biogás. Apesar disto, os resíduos aterrados podem ser utilizados como fonte de energia. Neste sentido, foram coletadas amostras de resíduos envelhecidos com oito anos de aterrados e submetidos à caracterização gravimétrica e estudo de potencial de geração de biogás, por meio de ensaios BMP. As análises de BMP foram estruturadas em três cenários analíticos: 5g de resíduo envelhecido com 50ml de água, 5g de resíduo envelhecido com 50ml de lodo de esgoto anaeróbio e somente 50ml de lodo, sendo a geração de biogás avaliada durante 107 dias. A cogeração com o lodo de esgoto anaeróbio foi o cenário mais eficiente na geração de biogás. Este cenário, indica a proposição de estudo mais aprofundados que otimize a geração para utilização como fonte energética.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos envelhecidos, biogás, cogeração, biodigestão, energia.

INTRODUÇÃO

O potencial energético advindo de resíduos novos provenientes de aterros em funcionamento apresenta-se bastante difundido na comunidade científica. Vários estudos foram elaborados com esta temática, dentre eles, podemos citar Maciel (2009) e Firmo (2013). Por outro lado, poucas pesquisas, principalmente no âmbito nacional, vêm sendo realizadas utilizando os resíduos aterrados ou envelhecidos. As principais razões apontam na limitação de Aterros encerrados e restritas experiências nacionais com relação ao tema.

Diante disto, o aproveitamento de resíduos aterrados apresenta-se como tendência para a gestão de Aterros Encerrados. Esta prática já vem sendo estudada nos países desenvolvidos, denominada de mineração de resíduos (“landfill mining”). Este processo visa o aproveitamento dos resíduos depositados.

Os principais fatores que motivam a prática da mineração em aterros são: 1) cessar os problemas de contaminação de águas subterrâneas, devido à percolação do lixiviado bruto ou geração de biogás, oriundos da biodegradação dos resíduos aterrados, removendo assim esta fonte de poluição; 2) criar possibilidades de uso futuro do espaço físico do aterro; 3) reduzir custos inerentes ao encerramento do aterro, o que reduz a sua inclusão na cadeia produtiva; 4) recuperação e venda de materiais recicláveis recuperados do aterro, representando uma fonte de renda para o projeto de recuperação do aterro; 5) a recuperação do combustível derivado dos resíduos, através de instalações de transformação de resíduos em energia (Florida Department of Environmental Protection - FDEP, 2009; Spooren et. al., 2012; Quaghebeur et. al., 2012).

O biogás consiste no subproduto processo de biodegradação anaeróbia dos resíduos sólidos. O mesmo é composto principalmente de dióxido de carbono e metano, este segundo sendo o principal enfoque das pesquisas devido ao seu grande potencial calorífico (MACIEL, 2009).

O ensaio BMP (Biochemical Methane Potential) visa o estudo da biodegradação em condições ótimas para que haja a maior geração de biogás. O controle da umidade, temperatura e oxigenação são essenciais para garantir geração dos gases advindos da atividade microbiana (CHYNOWETH et. al. 1993).

Baseado no aproveitamento energético dos resíduos aterrados, esse estudo foi sendo realizado para avaliar o atual estágio de degradação dos resíduos sólidos urbanos, de oito anos de idade, oriundos de uma célula experimental de resíduos sólidos urbanos, bem como, avaliar a influência da cogeração na decomposição de resíduos recalcitrantes.

Os objetivos do trabalho foram: avaliar o atual estado de biodegradação dos resíduos aterrados na Célula Experimental compreendida no Aterro Encerrado da Muribeca/PE e estudar o aproveitamento energético dos resíduos aterrados, por meio do potencial de geração de biogás.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da Área de Estudo

A coleta dos resíduos envelhecidos foi realizada na célula experimental localizada no Aterro Controlado da Muribeca (finalizado em 2009), o qual está compreendido no município de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil. De acordo com Firmo (2013), a referida Célula Experimental (Figura1), foi projetada por Jucá et. al. (2006) e construída por Maciel (2009), possuindo geometria trapezoidal e as seguintes dimensões: 5.993 m² de área e 9,0 m de altura, capacidade de 36.636,57 toneladas e um volume de 35.208,90 m³ de resíduos.



Figura 1. Célula Experimental no Aterro da Muribeca, Jaboatão dos Guararapes, PE. Fonte: MACIEL, 2009.

Coleta e caracterização gravimétrica dos resíduos aterrados

Os resíduos estudados foram escavados, com auxílio de uma escavadeira hidráulica, em seguida, quarteados - de acordo com Mariano et. al. (2007) e ABNT (2004), peneirados - segundo Kaartinen et. al. (2013), e segregados nas seguintes subcategorias: plásticos, papel/papelão, vidro, metais, orgânicos, madeira/coco, sanitários, têxteis, finos, outros resíduos.

Esta etapa de caracterização gravimétrica foi realizada da seguinte maneira: fez-se uso de uma peneira de madeira, retangular, com dimensões de 0,80 m x 1,00 m, revestida, em sua base, com uma malha de aço carbono, com espaçamento de 25,4 mm (1”), seguindo-se a metodologia descrita por Kaartinen et. al. (2013), a fim de caracterizar um montante de 138,68 kg de resíduos.

A fração que passou pela peneira foi classificada como finos ($\emptyset < 25,4$ mm) (Kaartinen et. al., 2013). Já o volume retido na peneira foi disposto sobre uma lona plástica colocada sobre o solo para realização da triagem manual dos componentes dos resíduos (Firmo, 2013), classificados nas subcategorias citadas anteriormente.

Ensaio para estimar o potencial máximo de geração de biogás

No laboratório, os referidos resíduos foram colocados em estufa, à temperatura de 75°C, a fim de determinar o teor de umidade, até obter peso constante. Em seguida, o material residual foi triturado, a fim de reduzir a granulometria, e inserido em frascos de borossilicato (BMPs). Todos os reatores foram submetidos a um fluxo de nitrogênio a fim de estabelecer uma atmosfera anaeróbia e proporcionar a eficiente digestão anaeróbia dos resíduos velhos (metodologia extraída de Alves, 2008 e Firmo, 2013) (Figura 2).

Em um ensaio com triplicatas, três cenários foram criados nos BMPs para verificar possíveis variações do potencial energético: 5g de resíduo envelhecido com 50ml de água, 5g de resíduo envelhecido com 50ml de lodo de esgoto anaeróbio e somente 50ml de lodo. O ensaio durou 107 dias corridos, os quais foram monitorados quanto à geração de biogás diariamente.

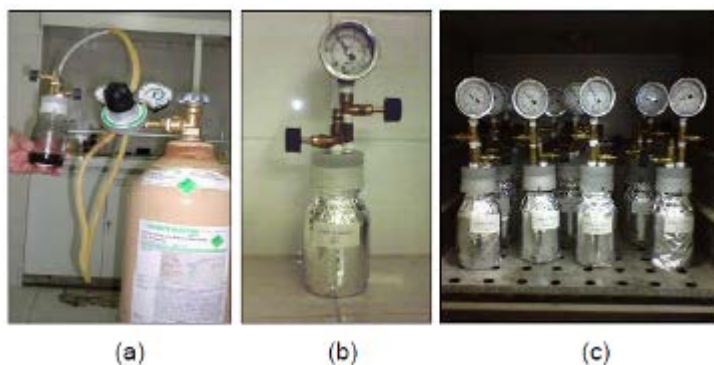


Figura 2. Etapas do ensaio BMP: (a) Circulação de nitrogênio nos frascos; (b) inserção do sensor de pressão analógico (0-1 kgf, com escala de 0,2 kgf); (c) incubação dos biorreatores em estufa à temperatura constante de 37°C (Alves, 2008).

RESULTADOS

Ao final da etapa de caracterização gravimétrica dos resíduos, obtiveram-se os seguintes resultados:

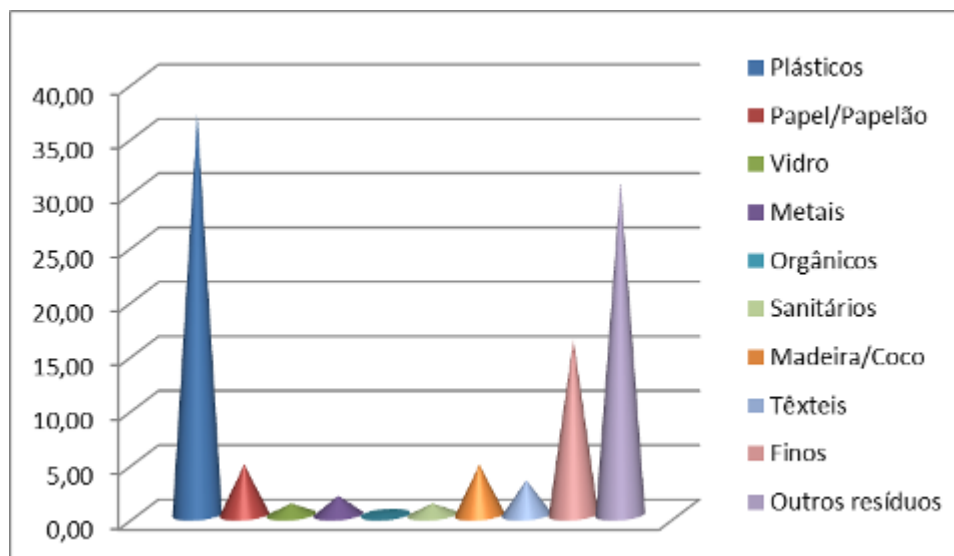


Figura 3. Composição gravimétrica de resíduos escavados de oito anos de idade.

Ao analisar a Figura 3, é possível observar o avançado grau de decomposição dos resíduos orgânicos, o qual representa menos de 1% do total coletado.

De acordo com Krook et. al. (2012), após o processamento dos resíduos, tais como peneiramento, separação magnética e redução da granulometria, o resíduo minerado pode ser utilizado como insumo ou fonte de energia ou descartado com mais segurança. Estes autores mencionam que as pesquisas envolvendo atividade de mineração de aterros visam, até o momento, à recuperação de metais valiosos, aumento da disponibilidade de áreas para novos aterramentos, dentre outros objetivos.

Ademais, conforme mencionado por Krook et. al. (2010) e Quaghebeur et. al. (2012), os resíduos plásticos, papéis e madeiras têm grande possibilidade de aproveitamento energético, devido ao elevado poder calorífico dos mesmos, através da pirólise. Daí, esta via de recuperação energética é uma das frentes de valorização de resíduos.

Quanto ao ensaio em BMP realizado para verificação do potencial energético dos resíduos envelhecidos, foi possível observar variações. Na variável de volume de biogás acumulado nos três cenários, a codigestão do resíduo envelhecido com o lodo anaeróbio foi o cenário com melhor eficiência partir do 54º dia (figura 4). Já quanto à geração de biogás diária, é possível verificar que todos os cenários obtiveram o pico de geração do início do ensaio, se mantendo sem muitas variações no decorrer dos 107 dias (figura5).

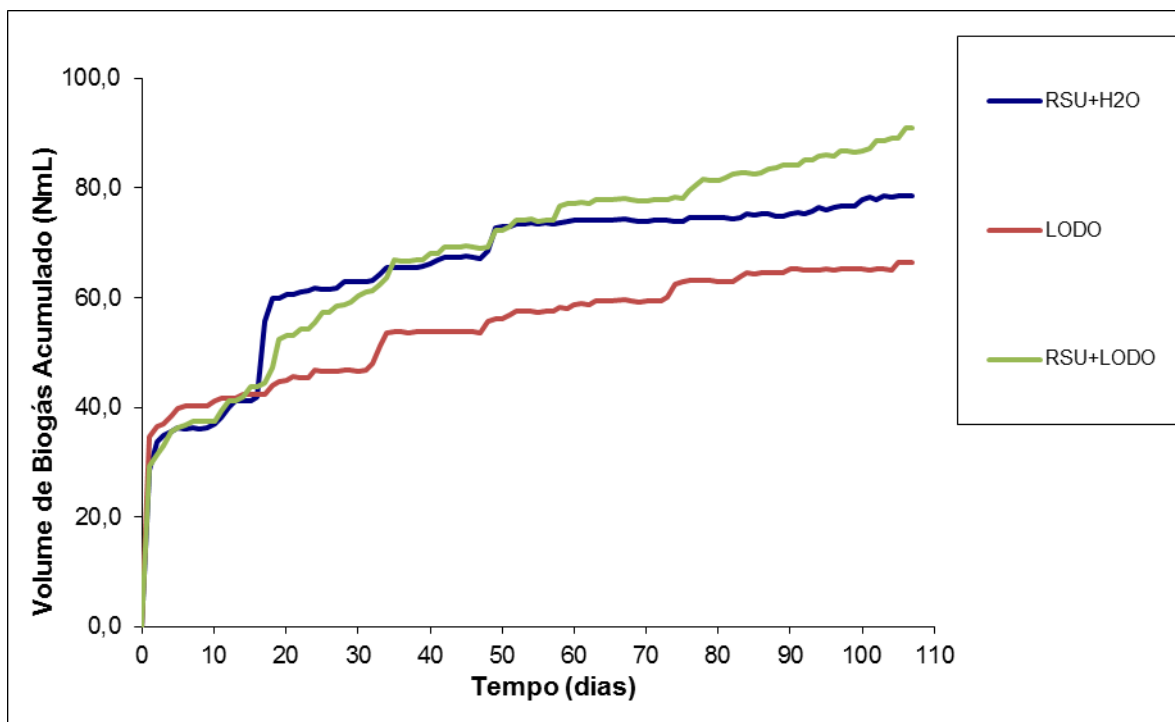


Figura 4. Volume de biogás acumulado derivado de ensaio BMP para os três.

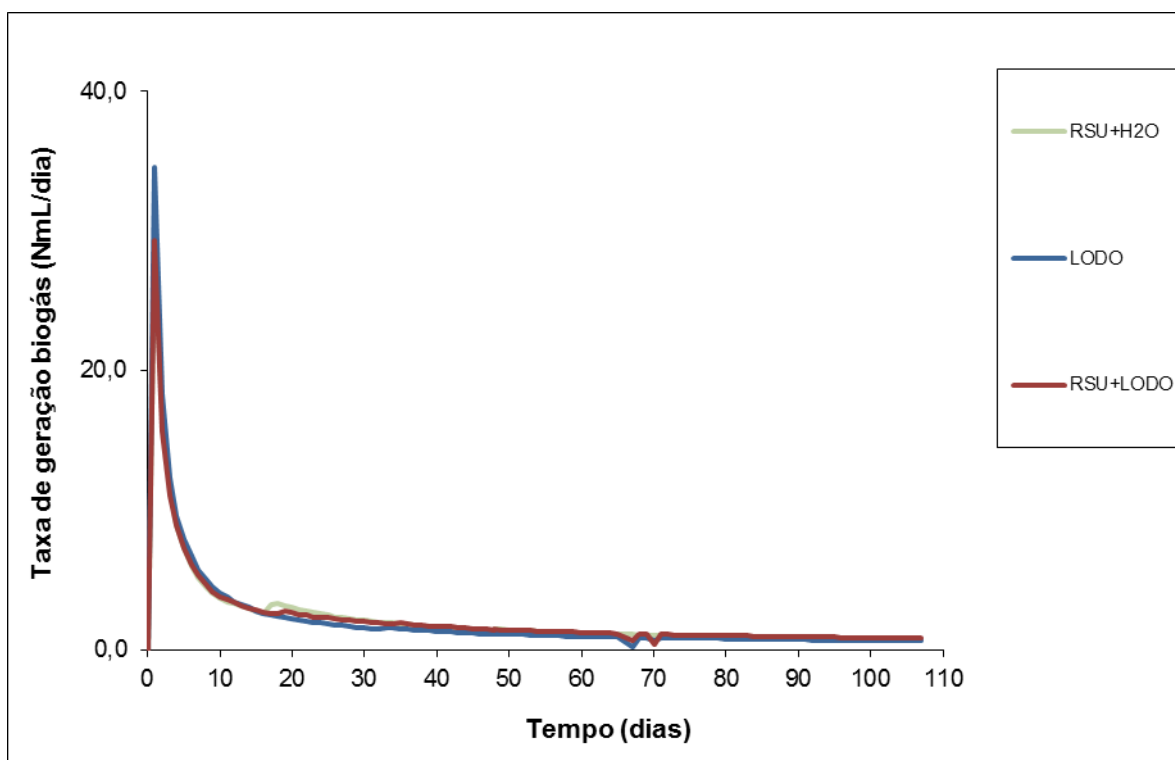


Figura 5. Taxa de geração de biogás nos diferentes cenários.

CONCLUSÕES

Uma prática muito pouco comum no Brasil, mas bastante praticada na Europa e Estados Unidos, a mineração de aterros de resíduos sólidos vem ganhando cada vez mais espaço devido à oportunidade que esta atividade gera de valorização e retorno dos materiais presentes no lixo ao ciclo produtivo, ampliando a capacidade e vida útil dos aterros, além de reduzir o passivo ambiental provocado pela disposição dos resíduos.

Pôde-se ver ainda, que, após quase dez anos de aterramento e ação microbiana, alto percentual de material de elevada resistência à biodegradação, como plásticos, formação de grande quantidade de materiais considerados finos [granulometria $\varnothing < 25,4$ mm (1")] e baixíssimo teor de orgânicos.

A geração de biogás é uma alternativa atrativa para diminuição dos passivos ambientais ocasionados pelo aterramento dos resíduos sólidos. Como verificado nessa pesquisa, esses resíduos devem ser mais estudados para verificar diversas formas de cogeração que otimizem a geração de biogás para aproveitamento energético.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, I. R. F. S. **Análise experimental do potencial de geração de biogás em resíduos sólidos urbanos**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, 2008.
2. CHYNOWETH, D. P.; TURICK, C. E.; OWENS, J. M.; JERGER, D. E.; PECK, M. W. (1993). **Biochemical methane potential of biomass and waste feedstock**. Biomass and Bioenergy, vol. 5, 95-111.
3. FIRMO, A. L. B. **Estudo numérico e experimental da geração de biogás a partir da biodegradação de resíduos sólidos urbanos**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, UFPE. 2013.
4. FLORIDA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION – FDEP. **Landfill Reclamation Demonstration Project**. 2009.
5. JUCÁ, J.F.T.; MACIEL, F.J.; MARIANO, M.O.H.; KAYMOTO, L.S. (2006). **Projeto executivo das obras civis da célula piloto energética da CHESF-Aterro da Muribeca/PE**. Universidade Federal de Pernambuco / Grupo de Resíduos Sólidos, Recife-PE.
6. KAARTINEN, T.; SORMUNEN, K.; RINTALA, J. 2013. **Case study on sampling, processing and characterization of landfilled municipal solid waste in the view of landfill mining**. Journal of Cleaner Production 55, 56-66.
7. KROOK, J.; SVENSSON, N.; EKLUND, M.; JOHANSSON, N.; FRÄNDEGÅRD, P. **Landfill mining: a review of three decades of research**. Knowledge Collaboration & Learning for Sustainable Innovation ERSCP-EMSU conference, Delft, The Netherlands, October 25-29, 2010.
8. KROOK, J.; SVENSSON, N.; EKLUND, M. 2012. **Landfill mining: A critical review of two decades of research**. Waste management 32, 513-520.
9. MACIEL, F.J. **Geração de biogás e energia em aterro experimental de resíduos sólidos urbanos**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2009.
10. MARIANO, M. O. H.; MACIEL, F. J.; FUCALÉ, S. P.; JUCÁ, J. F. T.; BRITO, A. R. **Estudo da Composição dos RSU do Projeto Piloto para Recuperação do Biogás no Aterro da Muribeca/PE**. VI Congresso Brasileiro de Engenharia Ambiental – REGEO'2007.
11. QUAGHEBEUR, M.; LAENEN, B.; GEYSEN, D.; NIELSEN, P.; PONTIKES, Y.; VAN GERVEN, T.; SPOOREN, J. 2012. **Characterization of landfilled materials: screening of the enhanced landfill mining potential**. Journal of Cleaner Production, 1-12.