

## **SIMULAÇÃO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE BIOGÁS PARA O ATERRO SANITÁRIO EM CAMPINA GRANDE - PB**

Maria Josicleide Felipe Guedes<sup>1</sup>; Francisco Gleson dos Santos Moreira<sup>2</sup>; Kellianny Oliveira Aires<sup>3</sup>; Rosires Catão Curi<sup>4</sup>; Veruschka Escarião Dessoles Monteiro<sup>5</sup>  
1 Universidade Federal Rural do Semi-Árido, mjosicleide@ufersa.edu.br  
2 Universidade Federal de Campina Grande, glesongm@gmail.com  
3 Universidade Estadual da Paraíba, kelliannyaires@hotmail.com  
4 Universidade Federal de Campina Grande, rosirescuri@yahoo.com.br  
5 Universidade Federal de Campina Grande, veruschkamonteiro@hotmail.com

### **Introdução**

A biodegradação anaeróbia da fração orgânica dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em aterros sanitários resulta na formação de subprodutos, dentre estes o biogás, formado principalmente por CH<sub>4</sub> (metano) e CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono). Mesmo quando estes resíduos são tratados de maneira ambientalmente adequada, em aterros, muitas vezes o biogás gerado é simplesmente canalizado e queimado. Essa queima é possível devido às ligações químicas existentes entre os átomos de hidrogênio e carbono do CH<sub>4</sub>, que ao reagir com o oxigênio, libera uma grande quantidade de calor, na forma de energia térmica; podendo ser aproveitada como uma fonte adicional de energia (ICLEI-BRASIL, 2009).

Nesse contexto, a problemática que permeia este estudo relaciona-se ao desperdício do potencial energético proveniente da degradação anaeróbia da fração orgânica dos resíduos, que compreende um percentual de 46,5% dos RSU para o município de Campina Grande, na Paraíba (ARAÚJO NETO, 2016), favorável à geração de biogás. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é simular o potencial de geração de biogás para o Aterro Sanitário em Campina Grande-PB, constituindo-se em um indicativo inicial para projetos futuros de aproveitamento energético do CH<sub>4</sub>.

### **Metodologia**

A área de estudo compreende o Aterro Sanitário em Campina Grande (ASCG), na Paraíba. Este aterro ocupa uma área total de 64 ha, sendo 40 ha destinados à disposição de RSU, e recebe, atualmente, resíduos provenientes dos municípios de Campina Grande, Puxinanã, Montadas, Boa Vista e Lagoa Seca, além de Resíduos da Construção Civil (RCC) coletados por empresas especializadas. Sendo assim, o ASCG atende, no momento, uma população de 461.387 habitantes, resultando no aterramento de 500 t.d<sup>-1</sup> de RSU, aproximadamente (ECOSOLO, 2016; IBGE, 2017). Desde o início da operação do ASCG, em julho de 2015, foram encerradas 3 células de resíduos, de 22 previstas no projeto, com área de base de 100 x 100 m e altura em torno de 20 m, escalonadas em platôs de 5 m de altura, com bermas de 6 m de comprimento; perfazendo uma massa de resíduos aterrados de 259.753,98 t, em 17 meses de operação deste aterro (ECOSOLO, 2016). Cada célula é composta por 9 drenos de gases.

A simulação do potencial de geração de biogás no ASCG foi realizada por meio do software Biogás, versão 1.0, desenvolvido pela CETESB (2006), o qual se baseia em um modelo de primeira ordem, isto é, considera a hipótese de que a formação de biogás a partir de um determinado montante de resíduos decai exponencialmente com o tempo. Para a estimativa da vazão de metano pelo software Biogás, em m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>.ano<sup>-1</sup>, tem-se como principais parâmetros de entrada: i) a constante de decaimento (k), em ano<sup>-1</sup>; ii) o potencial de geração de biogás (L<sub>0</sub>), em m<sup>3</sup>.kg<sup>-1</sup>; iii) o fluxo de resíduos (Rx), em t. ano<sup>-1</sup>; iv) ano de início e provável fechamento do aterro. Como não se dispunha do fluxo de resíduos no aterro ao longo do tempo, visto que o ASCG possui pouco mais de um ano de operação, esse foi estimado a partir de dados

populacionais, envolvendo: a taxa de crescimento populacional, em %; população atual, em hab.; taxa de geração de resíduos, em t.hab.ano<sup>-1</sup>; taxa de coleta de resíduos, em %.

Foram delimitados três cenários, denominados de otimista, moderado e pessimista, de acordo com a eficiência da coleta e queima do biogás. No cenário otimista, foi considerada a eficiência da coleta e queima de biogás de 75 e 95%, respectivamente; sendo estes valores sugeridos pela CETESB (2006). Para os cenários moderado e pessimista, esses percentuais foram reduzidos para 60 e 80% e 45 e 65%, respectivamente. Para cada cenário, foram realizadas duas simulações, designadas de (A), para os parâmetros  $L_0$  e  $k$  sugeridos pela USEPA (2001) e (B) para os parâmetros sugeridos pela CETESB (2006); totalizando seis simulações (1-A e 1-B, 2-A e 2-B, 3-A e 3-B). Os valores dos parâmetros  $L_0$  e  $k$  sugeridos pela USEPA (2001) são de  $0,100 \text{ m}^3.\text{kg}^{-1}$  e  $0,04 \text{ ano}^{-1}$ , respectivamente, e de  $0,120 \text{ m}^3.\text{kg}^{-1}$  e  $0,08 \text{ ano}^{-1}$  pela CETESB (2006). Para todas as simulações, foram adicionados os seguintes parâmetros: i) ano de início e fechamento das atividades no aterro, 2015 e 2040, respectivamente, para uma vida útil de 25 anos; ii) taxa de crescimento populacional de 0,81% (ECOSAM, 2014); iii) população atual de 461.387 hab., envolvendo os municípios que dispõem seus resíduos no ASCG; iv) taxa de geração de resíduos de  $0,388 \text{ t.hab.ano}^{-1}$ , determinado por meio do fluxo de resíduos conhecido para o ano de 2016 no ASCG (ECOSOLO, 2016); v) taxa de coleta de resíduos, de 95% (SNIS, 2013).

### Resultados e discussão

Para todos os cenários simulados, a vazão máxima de  $\text{CH}_4$  ocorrerá em 2040, ao final da vida útil do ASCG; período no qual se encerrará o incremento de resíduos, com previsão de 4.821.631,538 t de RSU depositados. No cenário otimista a vazão máxima de  $\text{CH}_4$  será de  $9.337 \times 10^3$  e  $15.715 \times 10^3 \text{ m}^3.\text{ano}^{-1}$ , respectivamente, para a simulação 1-A (USEPA, 2001) e 1-B (CETESB, 2006); e volume acumulado de  $284.716 \times 10^3$  e  $425.981 \times 10^3 \text{ m}^3$ . Considerando o total de resíduos acumulados até o final do ano de 2017 no ASCG, com previsão de 500.000 t; este montante seria compatível com um projeto de uma usina de biogás com potência instalada de 1,6 e 3,8 MW. A potência máxima instalada, em 2040, atingiria um patamar de 10,5 e 17,7 MW (1-A e 1-B, nesta ordem).

No cenário moderado, a vazão máxima de  $\text{CH}_4$ , em 2040, será de  $7.470 \times 10^3$  e  $12.572 \times 10^3 \text{ m}^3.\text{ano}^{-1}$ ; com volume acumulado de  $227.776 \times 10^3$  e  $340.784 \times 10^3 \text{ m}^3$ . Já a potência instalada, prevista no final do ano de 2017, será de 1,3 e 3,0 MW; e a potência máxima instalada, em 2040, atingiria valores em torno de 8,4 e 14,2 MW (simulações 2-A e 2-B, respectivamente). Já no cenário pessimista, são previstos valores para a vazão máxima de  $\text{CH}_4$ , em 2040, de  $5.602 \times 10^3$  e  $9.429 \times 10^3 \text{ m}^3.\text{ano}^{-1}$ ; com volume acumulado de  $170.833 \times 10^3$  e  $255.591 \times 10^3 \text{ m}^3$ . Para este cenário, a potência disponível ao término de 2017 será de 1,0 e 2,3 MW e a potência máxima instalada, em 2040, será de 6,3 e 10,6 MW (simulações 3-A e 3-B, respectivamente). Os resultados obtidos para os três cenários simulados indicam uma geração de resíduos, ao final da vida útil do ASCG, suficiente para a implantação de uma matriz de aproveitamento energético do biogás no aterro, mesmo em uma condição mais desfavorável, simulada no cenário pessimista.

As discrepâncias observadas quando adotados os valores de  $L_0$  e  $k$  sugeridos pela USEPA (2001) e CETESB (2006), em torno de 59%, no caso das simulações 1-A e 1-B para a vazão máxima de biogás no cenário otimista, vão de encontro à necessidade ímpar da determinação destes parâmetros levando em consideração às características locais dos resíduos em estudo; tendo-se, desta forma, uma estimada mais realista para o ASCG.

Pinãs et al. (2016) utilizaram o software da CETESB (2006) para estimar a geração de biogás em um aterro sanitário (com vida útil prevista para 20 anos), no município de Três Corações-MG, cuja população urbana em 2015 de 69.618 hab. (aproximadamente sete vezes menor que a do presente estudo). Os dados apresentados por esses autores mostram que a geração de  $\text{CH}_4$

atinge valores em torno de 24.000.000 m<sup>3</sup>, até o encerramento do aterro, prevista para 2035.

### Conclusões

Mediante os resultados obtidos para os cenários simulados, há um potencial teórico favorável à geração de metano no ASCG, o que se constitui em um indicativo inicial para a elaboração de projeto de uma usina de aproveitamento energético. Esta assertiva é evidenciada uma vez que mesmo no cenário pessimista, a geração de energia, ao final da vida útil do aterro, resultaria numa potência disponível de 6,3 MW. Nesse caso, utilizando-se um motor de combustão interna a pistão, por exemplo, o qual tem eficiência de conversão elétrica de 33%, haveria uma potência de aproximadamente 2,0 MW; suficiente para atender o consumo de energia de 7.200 habitações, com média mensal de 200 KWh.

**Palavras-Chave:** Energia renovável; aterro sanitário; metano.

### Fomento

ECOSOLO – Gestão Ambiental de Resíduos LTDA, por meio do convênio N<sup>o</sup> 001/2015 celebrado com a UFCG/PaqTcPB, para o Monitoramento Geoambiental do ASCG-PB.

### Referências

- ARAÚJO NETO, C. L. **Análise do comportamento dos resíduos sólidos urbanos e desenvolvimento de modelos estatísticos para previsão das deformações de aterros sanitários**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Biogás: geração e uso energético: Aterro, versão 1.0**. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://biogas.cetesb.sp.gov.br/software/>>. Acesso em: fevereiro 2017.
- ECOSAM – Consultoria em Saneamento Ambiental Ltda. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Campina Grande-PB**. ECOSAM: João Pessoa, 2014.
- ECOSOLO – Gestão Ambiental de Resíduos Ltda. **Dados do monitoramento do Aterro Sanitário de Campina Grande**. 2016. (Documento impresso).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. 2017. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=25&search=paraiba>>. Acesso: fev 2017.
- ICLE-BRASIL – Governos Locais pela Sustentabilidade. **Manual para aproveitamento do biogás**. V. 1 - Aterros sanitários. Secretariado para América Latina e Caribe. São Paulo. 2009.
- PIÑAS, J. A. V.; VENTURINI, O. J.; LORA, E. E. S.; OLIVEIRA, M. A.; ROALCABA, O. D. C. **Aterros sanitários para geração de energia elétrica a partir da produção de biogás no Brasil: comparação dos modelos LandGEM (EPA) e Biogás (Cetesb)**. Revista Brasileira de Estudos de População, Rio de Janeiro, v. 33, n. 1, p. 175-188, jan./abr. 2016.
- SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Séries Históricas: Municípios**. 2013. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: dez de 2016.
- USEPA – United States Environmental Protection Agency. **Landfills**. V. III. Eastern Research Group: 2001.