

## ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE GÁS METANO EM UM ATERRO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Tatiane Letícia de Carvalho Souza<sup>1</sup>

André Luiz Marques Rocha<sup>2</sup>

### Energias Renováveis e possibilidades de aplicação

#### *Resumo*

A produção cada vez mais acentuada de resíduos sólidos e a sua disposição final em aterros sanitários pode resultar na formação de gases que possuem influência direta no agravamento do efeito estufa. Em contrapartida, o biogás gerado pode ser utilizado como uma fonte de energia limpa, atribuindo ganhos ambientais e socioeconômicos ao local. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi realizar uma estimativa teórica do metano gerado em um aterro sanitário localizado na Mesorregião Metropolitana do estado de Minas Gerais. Para tanto, realizou-se a projeção populacional para cada município que destina seus resíduos para o local, por meio da metodologia de projeção aritmética, e a projeção da produção de resíduos sólidos para os 15 (quinze) anos de vida útil do aterro. Utilizou-se a metodologia sugerida pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC) para o cálculo do metano gerado no local, obtendo-se uma vazão máxima de metano igual a  $6.692.590 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ , que ocorreu no ano de 2029, último ano de operação do aterro. Conclui-se que, como o aterro sanitário, de acordo com a projeção realizada, possui alta produção de biogás ao longo dos anos, o aproveitamento energético no local com a implantação de uma usina para geração de energia pode apresentar resultados favoráveis tanto a níveis ambientais quanto econômicos, o que necessita ser verificado em estudos futuros no local.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos; Aterro Sanitário; Biogás; Geração de Energia.

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, [tatianecsouza14@gmail.com](mailto:tatianecsouza14@gmail.com).

<sup>2</sup> Prof. Me. André Luiz Marques Rocha, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, [andrerochacefetmg@gmail.com](mailto:andrerochacefetmg@gmail.com).

## INTRODUÇÃO

O aterro sanitário pode ser considerado um reator biológico em que um dos principais produtos gerados são os gases que apresentam em sua composição principalmente metano e dióxido de carbono, gases esses de efeito estufa (BRASIL, 2019).

O aproveitamento do biogás gerado em aterros sanitários caracteriza-se como uma alternativa para evitar a emissão de metano e, em contrapartida, gerar uma fonte de energia limpa, por apresentar alto potencial energético e se constituir como uma fonte de energia renovável, economicamente viável e ambientalmente correta (BIANEK et al., 2018).

Objetiva-se com esse trabalho realizar uma estimativa teórica do metano gerado em um aterro sanitário localizado na Mesorregião Metropolitana do estado de Minas Gerais, para que, futuramente, esses dados possam ser utilizados em estudos do seu beneficiamento para fins de geração de energia.

## METODOLOGIA

Por motivos de confidencialidade, o nome do aterro sanitário, bem como dos 3 (três) municípios atendidos por ele serão omitidos nesse artigo. O local iniciou a sua operação em agosto de 2014 e tem vida útil prevista de 15 anos.

Foi realizada a projeção populacional para todos os municípios por meio da metodologia de crescimento aritmético (QASIM, 1985). Foram utilizados os dados populacionais referentes aos censos demográficos de 2000 e 2010, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em relação à população urbana.

Quantificou-se, então, a massa de resíduos sólidos recebida, utilizando os dados de geração per capita dos resíduos sólidos urbanos coletados no estado de Minas Gerais, igual a 0,831 kg/hab.dia (ABRELPE, 2014). Considerou-se, como proposto por Barros (2012), um acréscimo de 1% sobre o índice per capita por ano.

A partir disso, foi realizada a estimativa de produção de metano por meio do método sugerido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC, 1996).

A emissão de metano no aterro sanitário foi calculada de acordo com a Equação 1.

$$Q_x = k \cdot R_x \cdot L_0 \cdot e^{-k(X-T)} \quad (1)$$

Onde:  $Q_x$  é a emissão de metano ( $\text{m}^3 \text{ano}^{-1}$ ),  $k$  é a constante de decaimento,  $R_x$  é o Fluxo de resíduos do ano ( $t$ ),  $L_0$  é o Potencial de geração de metano do resíduo ( $\text{m}^3 \text{t}^{-1}$ ),  $X$  é o Ano atual, e  $T$  é o Ano de deposição do resíduo no aterro (início de operação).

O Potencial de Geração de Gás Metano ( $L_0$ ), foi calculado de acordo com a Equação 2, proposta por IPCC (2006).

$$L_0 = FCM \cdot COD \cdot COD_f \cdot F \cdot \frac{16}{12} \quad (2)$$

Onde:  $L_0$  é o potencial de geração de metano do resíduo ( $\text{m}^3 \text{t}^{-1}$ ), FCM é o fator de correção de metano, COD é o carbono orgânico degradável,  $COD_f$  é a fração de COD dissociada,  $F$  é a fração do metano presente no biogás em volume, e  $(16/12)$  é o fator de conversão do carbono em metano.

Os valores do FCM, COD,  $COD_f$  e  $F$ , assim como da constante de decaimento  $k$ , foram adotados de acordo com o que é proposto por IPCC (1996) e IPCC (2006).

Assim, a partir do  $L_0$ , da constante de decaimento  $k$  e do fluxo de resíduo no ano, utilizou-se a Equação (1) para estimar a quantidade de metano emitida por ano no aterro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizou-se a projeção populacional e a projeção de resíduos sólidos recebidos no aterro sanitário para os anos de 2014 a 2029, como é apresentado na Figura 1.

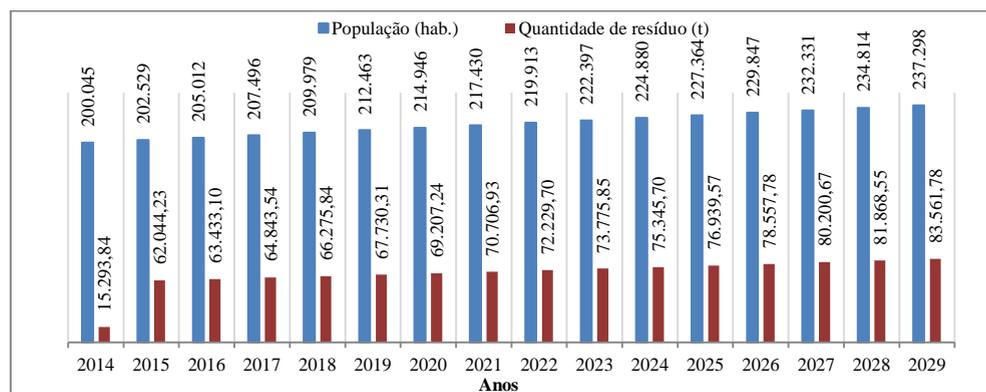


Figura 1 – Projeção populacional e de resíduos sólidos do aterro sanitário por ano.

A partir desses dados estimou-se a produção de metano para o aterro sanitário.

Inicialmente, calculou-se o potencial de geração de metano  $L_0$  aplicando-se a equação 2. O COD foi adotado de acordo com IPCC (1996), que sugere um valor igual a 0,12 para o Brasil, em casos em que a composição gravimétrica dos resíduos não é conhecida. Para o CODf, utilizou-se um valor igual a 0,77 (IPCC, 1996). O valor de FCM adotado foi igual a 1, valor este sugerido por IPCC (2006) para aterros sanitários. E o valor de F foi adotado como 50%, de acordo com o mesmo autor. Além disso, foi necessário dividir o valor encontrado pela massa específica do metano, igual a  $0,0007168 \text{ t m}^{-3}$ . Assim, obteve-se:

$$L_0 = 85,94 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$$

A constante de decaimento  $k$  foi adotada de acordo com o que é proposto por IPCC (2006), para locais com clima tropical úmido que recebem resíduos sólidos urbanos como um todo, utilizando o valor de  $0,170 \text{ ano}^{-1}$ .

Assim, calculado o  $L_0$  e estabelecida a constante de decaimento  $k$ , obteve-se a curva de geração de metano, a partir da aplicação da equação 3, por meio do software Biogás, geração e uso energético – aterros, desenvolvido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2006). Desta forma, obteve-se a curva de geração de metano apresentada na Figura 2.

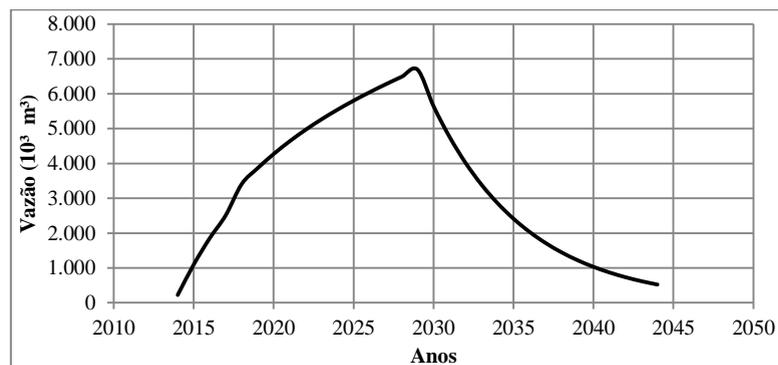


Figura 2 – Curva de geração de metano no aterro sanitário.

Nota-se que produção de metano aumenta ao longo do tempo na medida em que ocorre o acúmulo de resíduos sólidos no local e decai após o encerramento das atividades do aterro sanitário. A produção máxima ocorre no ano de encerramento do recebimento de resíduos, com valor de  $6.692.590 \text{ m}^3$  de metano gerado. Para que seja possível instalar um projeto de aproveitamento de biogás no local, tornam-se necessários estudos futuros em que se analise a potência gerada a partir da captura do biogás, assim como a energia produzida, que pode ser transformada, por exemplo, em energia elétrica, para venda para

a concessionária de energia ou para a utilização no próprio aterro sanitário. Além disso, são necessários estudos de viabilidade econômica que indiquem se esse aproveitamento gerará retorno econômico positivo para o local e se o mesmo deve ser implantado.

## CONCLUSÕES

O aterro sanitário estudado apresentou uma grande produção de biogás para a projeção realizada, chegando a gerar no ano de maior pico, correspondente a 2029, um valor total igual a 6.692.590 m<sup>3</sup> de metano.

São necessários trabalhos futuros que estudem o potencial de geração de energia no local, assim como se a implantação de um projeto de aproveitamento do metano gerado é viável técnica e economicamente, proporcionando benefícios econômicos e ambientais para o aterro sanitário.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE, 2014.
- BARROS, R.M. **Tratado sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Interciência; Minas Gerais: Acta, 2012. 374p.
- BIANEK, J. *et al.* Comparação entre metodologias USEPA e IPCC para estimativa teórica de produção de biogás em aterro municipal. **Biofix Scientific Journal**, [s.i], v. 3, n. 1, p.34-40, 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Aproveitamento Energético do Biogás de Aterro Sanitário**. 2019. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/aproveitamento-energetico-do-biogas-de-aterro-sanitario>. Acesso em: 05 abr. 2019.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Biogás, geração e uso energético** – aterros, versão 1.0/CETESB, Secretaria de Meio Ambiente, Ministério da Ciência e Tecnologia. São Paulo: SMA : CETESB : MCT. CD-ROM. Manual, vol. 1-2, programas executáveis e código-fonte. 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico: Tabela 200**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/200>. Acesso em: 2 out. 2019.
- INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Volume 5 – Waste. Chapter 2: Waste Generation, Composition, and Management Data and Volume 3: Solid Waste Disposal. Japan: IGES, 2006.
- INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Revised 1996 IPCC Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories**. Volume 6 – Waste. Chapter 3: Reference Manual. United Kingdom: IPCC, 1996.
- QASIM, S. R. **Wastewater treatment plants: planning, design and operation**. New York: Rinehart and Winston, 1985.