

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 7 - Energia Acessível e Limpa

ANÁLISE DA GERAÇÃO DE BIOGÁS EM ATERRO SANITÁRIO E CONVERSÃO EM ENERGIA¹

ANALYSIS OF BIOGAS GENERATION IN SANITARY LANDFILL AND CONVERSION IN ENERGY

**Pedro Henrique Zambon Brondani², Cássia Regina Jung³, Fernando de Lima Johann⁴, Joice
Viviane de Oliveira⁵**

¹ Projeto de pesquisa realizado no curso de Engenharia Civil da Unijuí pelo grupo PET

² Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Civil, Pesquisador Bolsista PET, UNIJUÍ, pedrobrondani.pb@hotmail.com

³ Acadêmica do Curso de Graduação em Engenharia Civil, Pesquisadora Bolsista PET, UNIJUÍ, cassia.jung1@hotmail.com

⁴ Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Civil, Pesquisador Bolsista PET, UNIJUÍ, fernandodelima0@gmail.com

⁵ Professora Mestre do Curso de Graduação de Engenharia Civil, UNIJUÍ, joice.oliveira@unijui.edu.br

INTRODUÇÃO

O destino final dos resíduos sólidos urbanos é um dos principais problemas das grandes capitais e centros urbanos, devido ao aumento populacional e a grande quantidade gerada por essa população (ENSINAS, 2004). Os aterros sanitários são utilizados para a destinação final dos resíduos sólidos urbanos, utilizando métodos e técnicas seguras para a saúde da população, fato esse que não ocorre em lixões a céu aberto (RUFINO, 2018). O descarte final regular de resíduos reduz a emissão de gases de efeito estufa, poluição dos solos e das águas.

Segundo ITP (1995), aterro sanitário é definido como um método que possui técnicas da engenharia para encerrar resíduos sólidos ocupando o menor espaço possível e reduzindo-os ao menor volume possível e, após, cobrindo com uma camada de solo.

Para (HINRICHS, 2003), a energia é um dos principais pilares da sociedade moderna, sendo indispensável tanto para a produção de bens, com base em recursos naturais, quanto para o oferecimento de serviços. A utilização do gás metano produzido na decomposição de resíduos sólidos em aterros sanitários para produção de energia ainda é pouco difundido, porém, totalmente possível. A produção de energia através do biogás de aterros contribui para diminuir as consequências das mudanças climáticas, já que o gás metano, produzido pelo lixo, é cerca de 21 vezes mais nocivo que o gás carbônico (CO₂) na formação do efeito estufa (ABREU, 2020).

Palavras-chave: Sustentabilidade, Gás metano, Biodigestor.

Keywords: Sustainability, Methane gas, Biodigester.

METODOLOGIA

O presente artigo tem como base a pesquisa e análise bibliográfica, logo, sua construção se deu por meio da extração de conteúdos de pesquisadores que abordam o tema. É de suma importância compreender o que pesquisadores têm a dizer sobre o assunto estudado, possibilitando reunir informações relevantes e, por conseguinte, sintetizando o próprio entendimento do tema. Os dados foram obtidos, em sua maioria de estudos em que o foco é a utilização do gás metano presente no

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

ODS: 7 - Energia Acessível e Limpa

biogás produzido na decomposição do resíduo sólidos depositado em aterro sanitário e sua utilização para a produção de energia.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O lixo ao ser depositado em aterros, permanece um período de tempo descoberto e em contato com o ar atmosférico, até ser compactado e coberto. Neste período já se constata a emissão de compostos voláteis oriundos da decomposição da massa do resíduo. Esses compostos serão emitidos mesmo após a aplicação do material de cobertura e o fechamento da célula do aterro (ENSINAS, 2004).

De acordo com (MUYLAERT, 2000), o biogás é um gás composto em percentual molar de 40 a 55% de metano, 35 a 50% de dióxido de carbono, e de 0 a 20% de nitrogênio. O seu poder calorífico é de 14,9 a 20,5 MJ/m³, ou aproximadamente 5800 kcal/m³. Os números referentes à geração de resíduo sólido urbano (RSU) revelam um total anual de 78,4 milhões de toneladas no país, sendo 91,2% coletados e, deste, cerca de 42,3 milhões são dispostos em aterros sanitários, o que equivale a 59,1% do coletado (ABRELPE, 2017).

O potencial de produção de energia utilizando o gás metano presente no biogás proveniente da decomposição em aterro sanitário depende da quantidade e tempo de material depositado no local. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, a distribuição exata do percentual de gases variará conforme a antiguidade do aterro e os fatores que podem influenciar na produção de biogás são: composição dos resíduos dispostos, umidade, tamanho das partículas, temperatura, pH, idade dos resíduos, projeto do aterro e sua operação.

(MENDES, 2005) mostra que existem quatro fases de produção do biogás, sendo elas a fase de decomposição aeróbica, a fase anóxica, fase metanogênica e fase de decomposição anaeróbica, que ocorrem durante a vida de um aterro. Porém, só na quarta fase o gás metano é gerado na faixa entre 40 e 70% do volume total, que ocorre até 2 anos após a deposição do resíduo no aterro.

O modelo de cálculo proposto pelo (IPCC, 1996), nos mostra uma forma de calcular a vazão de biogás que seja gerada no aterro em função da quantidade de resíduo depositado em um ano. A vazão pode ser obtida através da seguinte fórmula:

$$Q_{t,x} = k \cdot R_x \cdot L_0 \cdot e^{-k(T-x)}$$

Dados:

$Q_{t,x}$ - quantidade de metano gerado no ano em questão (m³/ano);

k – taxa de geração de metano (1/ano);

R_x – quantidade de resíduos depositada no ano x em toneladas (t/ano)

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

ODS: 7 - Energia Acessível e Limpa

L_0 – potencial de geração de metano;

T – ano em questão

x – ano que o resíduo foi depositado

O potencial de geração de metano dos resíduos (L_0) precisa ser calculado através da seguinte fórmula:

$$L_0 = FCM * COD * CODf * F * 4/3$$

Dados:

L_0 – potencial de geração de metano dos resíduos em toneladas (CH_4 /tonelada de resíduo);

FCM – fator de correção de metano;

COD – carbono orgânico degradável, em tonelada (C/ tonelada de resíduo);

CODf – fração de COD dissociada;

F – fração do metano presente no biogás em volume;

(4/3) – fator de conversão do carbono em metano, dado em tonelada de CH_4 /tonelada de C.

O fator de correção do metano (FCM) varia de acordo com a qualidade de compactação dos resíduos, pois considera que a maneira como os resíduos são depositados influencia na geração de metano do aterro sanitário (NECKER, 2013). Para aterros sanitários o valor de FCM é de 1, pois é um local adequado com deposição controlada dos resíduos.

Necker *et al.* (2013) ainda nos mostra que a quantidade de carbono degradável presente nos resíduos (COD) e a fração de COD dissociada (CODf) que podem ser calculados através das equações:

$$COD = (0,4*A) + (0,17*B) + (0,15*C) + (0,4*D) + (0,3*E)$$

Dados:

A – fração de papel e papelão dos resíduos;

B – fração de detritos de parques e jardins dos resíduos;

C – fração de alimentos dos resíduos;

D – fração de tecidos de resíduos;

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 7 - Energia Acessível e Limp

E – fração de madeira dos resíduos.

$$CODf = 0,014 T + 0,28$$

Dados:

T – temperatura na zona anaeróbia do aterro sanitário.

O capítulo 2 do guia da (IPCC, 2019) fornece dados sobre as frações do resíduo produzido por região de continente. Os valores são dados em porcentagem como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1 – Frações do resíduo produzido na América do Sul

Dados de composição em % de RSU – Padrões Regionais					
Região	Resíduo de alimentos	Resíduos de jardim	Resíduos de Papel	Resíduos de madeira	Resíduos de tecidos
América do sul	54,1	3,3	12,4	0	1,7

Fonte: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019.

Esta equação permite estimar a capacidade de geração energética do metano em um ano.

Com a quantidade de biogás gerado, em metros cúbicos por ano, é possível realizar o cálculo da capacidade de produção energética do aterro. ABREU (2020) traz a seguinte equação para o cálculo da potência disponível por ano:

$$P_x = [(Q_x * P_{c(\text{metano})}/31.536.000) * E_c]$$

Dados:

P_x = potência disponível por ano (kW)

Q_x = vazão de biogás a cada ano (m^3CH_4 /ano)

$P_{c(\text{metano})}$ = poder calorífico do metano

31.536.000 = segundos em um ano (s/ano)

E_c = eficiência de coleta dos gases (%)

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 7 - Energia Acessível e Limpa

Por meio das equações, estimou-se o potencial energético do aterro sanitário do município de Giruá – RS para um ano. Utilizando os dados da Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos – CRVR, empresa responsável pelo empreendimento, observa-se que o aterro possui uma capacidade de receber 500 toneladas por dia, sendo aproximadamente 182.500 toneladas por ano.

Essa quantidade de resíduos permite produzir um equivalente de $Q1 = 6.564.082,07 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{ano}$, estimando que a eficiência de coleta desses gases é de 75%, a potência gerada através da queima do gás seria aproximadamente $P1 = 3.200.239,75 \text{ kW}$ no ano em questão, sendo um equivalente energético igual a 365 kWh.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

A utilização do biogás é atrativa para a geração de energia alternativa, porém necessita de grande controle sobre variáveis presentes, por exemplo, a quantidade de matéria orgânica e idade do aterro, além do alto custo de implementação.

Por meio dos dados de potencial energético calculados pelo método IPCC para o aterro sanitário da cidade de Giruá-RS, estima-se que o mesmo produza $3.200.239,75 \text{ kW}$ em um ano. Comparando-se com a disponibilidade hídrica para a região, a geração de energia por biogás torna-se de elevado custo para o tamanho do aterro sanitário da cidade de Giruá.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao MEC-SeSu pela bolsa e a mestre que nos guiou nessa pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ENSINAS, Adriano Viana. **Estudo da geração de biogás no aterro delta da cidade de Campinas-SP**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1., 2004, Florianópolis. **Menu ICRT 2004**. Florianópolis: Ictr, 2004. p. 4834-4843.

RUFINO, Daniela Cristiano. **BIOGÁS: o aproveitamento energético do gás metano gerado em aterros sanitários**. 2018. 44 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Centro Universitário do Sul de Minas - Unis-Mg, Minas Gerais, 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE. 1995. 278p.

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. K. **Energia e meio ambiente**. 3.ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

ABREU, Fernando castro de. **Biogás de aterro para geração de eletricidade e iluminação**. USP – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. IEE/CENBIO – Instituto de eletrotécnica e Energia /

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 7 - Energia Acessível e Limpa

Centro Nacional de referência em biomassa.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2017

MUYLAERT, M.S.; AMBRAM, R.; CAMPOS, C.P.; MONTEZ, E.M.; OLIVEIRA, L.B.; PEREIRA, A.S.; REIS, M.M. (2000). **Consumo de Energia e Aquecimento do Planeta – Análise do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL – do Protocolo de Quioto – Estudo de Caso**. Rio de Janeiro, Editora da COOPE.

MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Aproveitamento energético do biogás de Aterro Sanitário**. Disponível em: < <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/aproveitamento-energetico-do-biogas-de-aterro-sanitario.html>>.

MENDES, L. G. G.; SOBRINHO, P. M. **Métodos de estimativa de geração de biogás em aterro sanitário**. UNESP – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2005. Rev. ciênc. exatas, Taubaté, v.11, n.2, p. 71-76, 2005.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Guidelines for Greenhouse Gas inventory: reference Manual, revised – Chapter 6 – Waste**, 1996.

NECKER, Helder Sumeck; ROSA, Ana Lúcia Denardin da. ESTIMATIVA TEÓRICA DA GERAÇÃO DE BIOGÁS DO FUTURO ATERRO SANITÁRIO DE JI-PARANÁ - RO. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, [s.l.] Santa Maria, v. 17, n. 17, p. 3416-3424, 13 fev. 2014. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2236117010969>.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 5, Waste, chapter 2**, 2019.

Fernandes, Juliana Gonçalves F363e **Estudo da emissão de biogás em um aterro sanitário experimental [manuscrito]** / Juliana Gonçalves Fernandes. – 2009.

CRVR – Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos. **Central de Tratamento de Resíduos de Giruá**, 2020. Disponível em: <<http://crvr.com.br/area-de-atuacao/central-de-tratamento-de-residuos-de-girua/>>