

ESTIMATIVA TEÓRICA DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS DO ATERRO CONTROLADO DE QUIXADÁ - CE

RAYARA OLIVEIRA JACO^{1*}, BEATRIZ LOPES E FIGUEREDO², GILSON DE OLIVEIRA CLAUDINO²,
JESSICA DANDARA DA SILVA BEZERRA², REINALDO FONTES CAVALCANTE³

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, IFCE – Campus Quixadá, (88) 99785 - 6148, rayarajaco@hotmail.com;

² Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, IFCE – Campus Quixadá, (88) 99727 - 3124, beatrizlopesif@gmail.com;

² Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, IFCE – Campus Quixadá, (88) 99921 - 5330, gilson.claudino@gmail.com;

² Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, IFCE – Campus Quixadá, (88) 99900 - 0032, j.dandara@gmail.com;

³ Professor Mestre em Tecnologia em Gestão Ambiental, IFCE – Campus Quixadá, (88) 9969 – 8165, reinaldo.ifce@gmail.com;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

RESUMO: A gestão eficiente dos RSU orienta para o seu uso energético e possibilita a diminuição do consumo de combustíveis fósseis. Nesse contexto, propõe-se, no presente trabalho, a realização da estimativa da produção de biogás a partir dos resíduos sólidos urbanos coletados e dispostos no aterro sanitário do município de Quixadá, visando o aproveitamento de seu potencial energético. O procedimento proposto para estimar a produção de biogás utilizou um modelo teórico de estimativa como ferramenta de previsão do volume de metano a ser gerado pelo período de tempo considerado, desenvolvido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 1996). Se a fração de metano presente no biogás for 50%, a quantidade de biogás será o dobro do valor de E_{CH_4} , ou seja, será duas vezes a quantidade de metano obtida na Equação 01 (ICLEI, 2009, p. 64). Sendo assim, com um percentual teórico de metano de 92,4 m³ CH₄/ano, a estimativa teórica da geração de biogás será de 184,8 m³ / ano, sendo este valor incrementado a cada ano através da taxa de crescimento populacional do município. Entretanto, esta estimativa é apenas teórica e pode ser utilizada como fonte de conhecimento prévio da quantidade de biogás que pode ser produzido por aterros sanitários para uma possível utilização para geração de energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos, Biogás, Metano.

THEORETICAL ESTIMATE OF BIOGAS PRODUCTION OF THE LANDFILL CONTROLLED OF QUIXADÁ - CE

ABSTRACT: The efficient management of MSW directs for their energy use and enables the decreases the consumption of fossil fuels. In this context, it is proposed in this paper, the realization of estimation of biogas production through municipal solid collected and disposed in landfill in the municipality of Quixadá, aiming to take advantage of its energy potential. The proposed procedure to estimate the biogas production used a theoretical model to estimate as predictive tool of volume of methane to be generated by the time period considered, developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1996). If the fraction of methane present in biogas is 50%, the amount of biogas is twice the value of E_{CH_4} , so, it will be twice the amount of methane obtained from Equation 01 (ICLEI, 2009, p. 64). Thus, with a theoretical percentage of methane CH₄ 92.4 m³ / year, the theoretical estimates of biogas generation will be 184.8 m³ / year, and this figure increased every year through population growth rate of the municipality. However, this estimation is theoretical only and may be used as a source of prior knowledge of the amount of biogas that can be produced by landfills for possible use for generation of electricity.

KEYWORDS: Solid Waste, Biogas, Methane.

INTRODUÇÃO

A intensificação das atividades de produção e consumo e o elevado crescimento populacional, associados a urbanização desordenada das cidades brasileiras nas últimas décadas gerou um acelerado aumento na produção de resíduos sólidos urbanos, tornando-se este um grave problema para as administrações públicas, as quais, muitas vezes não dispõem de recursos e corpo técnico especializado para o enfrentamento deste problema.

A gestão eficiente dos RSU orientada o seu uso energético e possibilita a diminuição do consumo de combustíveis fósseis, esses decorrentes de uma fonte de energia não renovável em uma escala de tempo humana. A destinação adequada dos resíduos de elevado potencial energético contribui para uma melhoria social, ambiental e econômica

Nesse contexto, propõe-se, no presente trabalho, a realização da estimativa da produção de biogás a partir dos resíduos sólidos urbanos coletos e dispostos no aterro sanitário do município de Quixadá, visando o aproveitamento de seu potencial energético, propondo medidas alternativas para tratamento de RSU em municípios de pequeno porte.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia proposta neste estudo foi aplicado ao aterro controlado do município de Quixadá, localizado próximo ao aeroporto regional da cidade na CE – 044, que devida ausência de práticas para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos enfrenta hoje sérios problemas de má gestão e opera como aterro controlado para disposição de resíduos sólidos urbanos.

Os dados referentes a população foram obtidos através dos censos nacionais (IBGE) de 2000 e 2010 e taxa de geração de resíduos sólidos per capita por ano e a composição gravimétrica dos resíduos foi obtida por meio do Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do município.

O procedimento proposto para estimar a produção de biogás utilizou um modelo teórico de estimativa como ferramenta de previsão do volume de metano a ser gerado pelo período de tempo considerado, desenvolvido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 1996).

Para o cálculo da emissão de metano, utiliza-se a Equação 1:

$$E_{CH_4} = k \times R_x \times L_0 \times e^{-k(x-t)} \quad (1)$$

Onde:

E_{CH_4} = Emissão de Metano (KgCH₄/ano);

k = Constante de decaimento (valor obtido a partir da Tabela 3.3 do Módulo 5 – Resíduos, do Guia do IPCC, Volume 3: Disposição de Resíduos Sólidos, de 2006, para clima tropical – resíduo úmido);

R_x = Fluxo de resíduos do ano (tonRSD);

L_0 = Potencial de geração de metano (m³biogás / ton RSD);

X = Ano atual;

T = Ano de deposição do resíduo no aterro (início de operação).

Para o cálculo da fração de carbono orgânico degradável no lixo (COD) depositado no aterro utiliza-se a Equação 2:

$$COD = \sum (COD_i \times W_i) \quad (2)$$

Onde:

COD = Fração de carbono orgânico degradável no lixo;

COD_i = Fração de carbono orgânico degradável no tipo de resíduo i ;

W_i = Fração do tipo de resíduo i por categoria do resíduo.

Após o cálculo do COD, calcula-se o potencial de geração de metano no resíduo (L_0), observado na Equação 3:

$$L_0 = FMC \times COD \times COD_f \times F \times \frac{16}{12} \quad (3)$$

Onde:

L_0 = Potencial de geração de metano do resíduo (m^3 biogás /ton RSD);

FMC = Fator de correção do metano = 0,8 inadequado (profundo >5m de lixo);

COD = Valor obtido por meio dos cálculos realizados na Equação 02;

COD_f = Fração altamente biodegradável no resíduo brasileiro, $COD_f = 0,014T + 0,28 = 0,77$, onde T: temperatura (°C) na zona anaeróbia dos resíduos, estimada em 35°C;

F = Fração de metano presente no biogás. Caso o aterro não possua o valor real da quantidade de metano presente no biogás, pode-se utilizar a estimativa de 0,5, pois geralmente a quantidade de metano presente no biogás de aterro é 50%.

Assim, a partir do L_0 , da constante de decaimento k e do fluxo de resíduo no ano, utiliza-se a Equação 01 para calcular a quantidade de metano emitida por ano no aterro (m^3CH_4 /ano).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Quixadá, obtida através do método de quartejamento e sua relação com o carbono orgânico degradável (IPCC, 1996), está representada na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 – Composição gravimétrica média dos resíduos sólidos/ Teor de CO degradável

Componentes	Total (%)	% COD (massa)
Papel/ Papelão	6,4	40
Matéria Orgânica	48,0	15
Madeira	1	30
Pano/Trapo	1	40
Resíduo de poda/ jardim	5	17

Os dados considerados para a determinação da geração *per capita* são apresentados na Tabela 2, a seguir.

Dado	Valor
Qm = Quantidade média mensal de resíduos domiciliares coletados (ton/mês)	2.042
Quantidade de dias de geração de resíduos domiciliares em um mês	30
População do município (hab.)	85.452
Percentual da população atendida pelo serviço de coleta (%)	85
Pop = População atendida (hab.)	72.634

CÁLCULO DO COD

O valor de COD é obtido a partir da composição do material depositado no aterro e da Tabela 2.5 do Módulo 5 – Resíduos, do Guia do IPCC, Volume 2: Geração de Resíduos, de 2006, conforme apresentado na Tabela 1.

$$COD = \sum (COD_i \times W_i)$$

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

$$COD = (0,4 \times 6,4) + (0,15 \times 48) + (0,3 \times 1) + (0,4 \times 1) + (0,17 \times 5) = 11,31 \text{ ou } 0,1131$$

CÁLCULO DO L_0

A unidade do L_0 calculado a partir da Equação 03 será kg CH_4 /kg RSD. Portanto, para que a unidade seja transformada para m^3 biogás/tonRSD deve-se dividir o valor de L_0 obtido por 0,0007168 ton/ m^3 (densidade do metano).

$$L_0 = FMC \times COD \times COD_f \times F \times \frac{16}{12}$$

$$L_0 = 0,8 \times 0,1131 \times 0,77 \times 0,5 \times 1,33 = 0,047 \text{ kg } CH_4 / \text{ kg RSD}$$

$$L_0 = 0,047 / 0,0007168 = 65,6 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 / \text{t RSD}$$

CÁLCULO DA EMISSÃO DE METANO

De acordo com a Tabela 3.3 do Módulo 5 – Resíduos, do Guia do IPCC, Volume 3: Disposição de Resíduos Sólidos, de 1996, tem-se o valor de k para clima tropical – resíduo úmido (de acordo com a composição do lixo). De forma que para papel: k = 0,07; para resíduos orgânicos: k = 0,17; para têxteis: k = 0,07; para madeira: k = 0,035. Portanto, tem-se a média de k = 0,09.

$$R_{x2010} = 24.504 \text{ t}$$

$$E_{\text{CH}_4} = k \times R_x \times L_0 \times e^{-k(x-t)}$$

$$E_{\text{CH}_4} = 0,09 \times 24.504 \times 65,6 \times e^{-0,09(2015-2010)}$$

$$E_{\text{CH}_4} = 92,4 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 / \text{ano}$$

Se a fração de metano presente no biogás for 50%, a quantidade de biogás será o dobro do valor de E_{CH_4} , ou seja, será duas vezes a quantidade de metano obtida na Equação 01 (ICLEI, 2009, p. 64). Sendo assim, com um percentual teórico de metano de $92,4 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{ano}$, a estimativa teórica da geração de biogás será de $184,8 \text{ m}^3 / \text{ano}$, sendo este valor incrementado a cada ano através da taxa de crescimento populacional do município.

A queima do gás metano, além de ser passível de aproveitamento energético, ocasiona a redução dos gases de efeito estufa na atmosfera, uma vez que o dióxido de carbono, produto da queima, possui um potencial de aquecimento global 21 vezes menor que o metano (IPCC, 2006).

Logo, de acordo com o estudo, pela combustão do gás metano, deixaram de ser lançados na atmosfera $1940,4 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$ equivalente / ano. Esses valores, obtidos pelo processo de combustão, são referentes a 100% de captura e destruição do metano e trata-se de um potencial de redução de emissões.

CONCLUSÕES

A estimativa da produção de biogás e do gás metano pode ser feita através de modelos matemáticos que utilizam, basicamente, a quantidade de resíduos como parâmetro de entrada. Entretanto, esta estimativa é apenas teórica e pode ser utilizada como fonte de conhecimento prévio da quantidade de biogás que pode ser produzido por aterros sanitários para uma possível utilização para geração de energia elétrica, que poderá ser utilizada para a manutenção energética do próprio sistema e atividades do aterro.

Além disso, a captura do metano diminui as emissões dos gases do efeito estufa para a atmosfera, no entanto, as metodologias consolidadas indicam outros critérios complementares que devem ser considerados nas reduções de emissões.

Destaca-se, portanto, que o atendimento da demanda energética por meio do biogás, subproduto da atividade humana, torna-se, nesse contexto, importante para o aprimoramento da matriz energética nacional com recurso renovável, podendo ser amplamente utilizada e aperfeiçoada em prol da busca pelo desenvolvimento sustentado.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei do Resíduos Sólidos DEC.- Lei 12.305, de 02 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticiavisualiza.php?idnoticia=1691&idpagina=1>. Acesso em: 06 de Jul de 2015.

ICLEI, Manual para aproveitamento de biogás. São Paulo, 2009, 81 p.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. Guia para inventários nacionais de gases de efeito estufa. Módulo 6: Lixo. Volume 2: Livro de trabalho, 1996. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6.html>. Acesso em: 20 de Jun de 2015.