



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2020

ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA EM ATERROS SANITÁRIOS

Emanuele Carneiro de Oliveira¹; Maria do Socorro Costa São Mateus² e Renan Rodrigues Alves Santos³

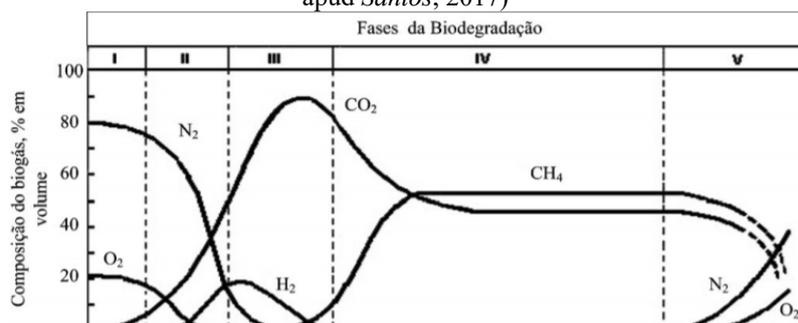
1. Bolsista PIBIC/FAPESB, Graduando em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: mannucarneiro100@hotmail.com
2. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: somateus@gmail.com
3. Mestrando, PPGECEA, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: rrasambiental@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos urbanos; aterro sanitário; biogás.

INTRODUÇÃO

A disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU) ainda é um problema a ser enfrentado. Em países mais desenvolvidos, esses problemas são estudados de modo a procurar métodos, que minimizem as consequências trazidas por tais disposições inadequadas. A quantidade de RSU gerada diariamente nos países varia de acordo com os hábitos da população, nível de escolaridade, nível de desenvolvimento, poder aquisitivo, condições climáticas, entre outros, segundo Santos (2017). Um método de tratamento dos RSU são os Aterros Sanitários (AS), em que os RSU são aterrados com cuidados técnicos específicos. Após a disposição dos resíduos no aterro, há práticas que visam o aproveitamento de gases gerados através da digestão anaeróbia (ausência de oxigênio) dos RSU. Desta maneira, são aplicados drenos verticais nas células dos AS, para coletar e medir o biogás gerado, o qual contém dentre outros gases o metano (CH_4), importante para a geração de energia elétrica. A Figura 1 mostra as fases de biodegradação do RSU, de acordo com Tchobanoglous et al. (1993) *apud* Santos (2017), onde se observa que o metano começa a ser gerado na quarta e penúltima fase, a mais longa de todas, e se mantém constante até atingir a última fase.

Figura 1. Fases da digestão anaeróbia de RSU em aterros sanitários (TCHOBANOGLIOUS, 1993 *apud* Santos, 2017)



Assim, este trabalho estudou os parâmetros físicos e químicos dos RSU, correlacionando com a geração de biogás e metano, tendo em vista o aproveitamento para produção de energia elétrica, a partir da adoção de aterros sanitários com consequente redução do descarte inadequado dos RSU em lixões.

MATERIAL E MÉTODOS

Os parâmetros estudados foram levantados em artigos, dissertações e teses encontrados em sites das universidades e no portal de periódico da Capes. Pela escassez de padronização de quais parâmetros deveriam ser coletados, utilizou-se Santos (2017) como referência para selecionar quais aspectos seriam estudados, sendo eles composição gravimétrica (particularmente a fração orgânica e pastosa), teor de umidade (em base seca – BS e/ou base úmida – BU; BW), teor de sólidos totais voláteis (STV), teor de lignina, volume de biogás e de CH₄ presente no biogás, visto que é o produto de interesse desse trabalho pelo aproveitamento energético. Além disso, outros dados como a geração de resíduos por habitante, o tempo de aterramento dos resíduos e população atendida pelo aterro, foram coletados pois influenciam na quantidade de fração orgânica ou pastosa gerada e, conseqüentemente, na geração do biogás.

Os dados encontrados foram organizados em planilhas Excel, separando os aterros de Grande Porte (GP) dos aterros de Pequeno e Médio Porte (PqMP). Os aterros de GP foram coletados em Britto (2006), Catapreta (2008), Melo (2010), Soares (2011), Firmo (2013), Lucena (2016), Santos *et al* (2017) e Santos (2017). Já os de PqMP foram coletados em Pessin *et al.* (2002), Oliveira (2011), Carvalho (2013), Rossi (2014) e Santos *et al* (2017). Santos *et al* (2017) estudou quatro aterros de diferentes cidades e, por este motivo, se enquadra tanto em aterros de GP como também de PqMP.

Para os métodos de cálculos, associados à previsão de geração de biogás e metano, utilizou-se os trabalhos de Britto (2006) e Santos (2011), onde foram estudados como determinar a quantidade de metano gerado em um ano para uma dada massa de RSU (Q), a taxa específica de geração de CH₄ (q), o potencial de geração de CH₄ (L₀) e a taxa de decaimento de primeira ordem (k). Dentre os métodos de previsão de geração de biogás, buscou-se compreender também a planilha do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2006), por ser muito utilizada e aplicável na estimativa energética de biogás em AS.

No estudo das camadas de cobertura dos AS, utilizou-se como referência Maciel (2003). Essas camadas podem promover a emissão de gases fugitivos e, conseqüentemente, afetam o aproveitamento do biogás, sendo importante levantar os parâmetros que mais interferem.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO

As planilhas em Excel foram montadas com os dados selecionados, a exemplo do que é mostrado na figura 2. No entanto, mesmo com a coleta de dados nas dissertações, teses e artigos, nem todos continham os parâmetros necessários e selecionados para esse estudo, resultando em quatro trabalhos com os dados completos ou adotados: Melo (2010), Carvalho (2013), Santos (2017) e Santos *et al.* (2017).

Figura 2: Exemplo de dados levantados de Santos *et al.* (2017) e adaptados com informações complementares

SANTOS <i>et al</i> (2017)							
Aterro	Tempo de Aterramento (anos)	Fração Pastosa (%)	STV (%)	MO da Fração Pastosa (%)	Lignina (%)	Biogás (m ³ /MgRSU)	CH ₄ (m ³ /MgRSU)
CTR Nova Iguaçu	6	48.7	70	34.09	15	10.87	5.43
Caieiras	6	44.9	70	31.43	15	41.27	20.63
Bandeirantes	9	60.6	70	42.42	15	63.50	31.75
ESTRE Paulínia	7	41.6	70	29.12	15	43.51	21.75

Observou-se que para esses trabalhos, os valores de metano variaram de 7,86 a 95,40 m³/ MgRSU (metro cúbico por megagrama ou tonelada de RSU), para os resíduos novos e de 0,30 a 59,1 para os resíduos velhos.

Através da associação dos parâmetros dos RSU com a geração de biogás e de CH₄, foi notado que os teores de lignina variaram de 14,02 a 31,83 % para os RN (resíduos novos) e 6,39 a 23,57 % para os RV (resíduos velhos), e que seu alto teor retarda a produção de biogás sendo um fator negativo, mesmo que os RSU tenham um alto potencial de geração.

Além disso, observou-se que o STV variou de 42,48 a 75,31 % para os RN e 11,23 a 70 % para os RV, e que seus altos teores contribuíram para altos valores de biogás gerados, significando assim um alto potencial de geração de biogás, por se tratar de componentes voláteis presentes nos RSU. No que diz respeito à MO, seus valores variaram de 13,86 a 24,68 % para os RN e 0,92 e 42,42 % para os RV e o seu alto teor indica maior produção de biogás, por se tratar de um componente de fácil biodegradação.

Como resultado do estudo e teste da planilha do IPCC (2006), verificou-se que o banco de dados da planilha é baseado em aterros que foram estudados ao longo dos anos e inclui os seguintes parâmetros: taxa de decaimento de primeira ordem (k), carbono orgânico degradável (COD) e o fator de correção do CH₄ (FCM). O IPCC (2006) utiliza a equação de decaimento de primeira ordem, para o cálculo do volume de CH₄ gerado. A planilha considera o país, o tipo de disposição final no aterro e o gerenciamento de RSU.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros dos RSU, MO e STV, são fatores que quanto mais elevados, maior será a possibilidade de geração de biogás que, sob condições anaeróbias, gera metano e consequentemente energia elétrica. Quanto maior o teor de lignina, o processo de biodegradação da MO, para geração do biogás, será mais lento. No cálculo para estimativa da geração de biogás, a massa de RSU e o volume de biogás medido em campo permitem calcular o L₀, mas o mesmo não leva em consideração a taxa de decaimento de primeira ordem (k), como acontece nos cálculos da taxa específica de geração de CH₄ (q). Há que se considerar que o valor de k considera a idade dos RSU e o seu estado de decomposição. A estimativa da geração de biogás não é uma tarefa fácil, devido à heterogeneidade dos resíduos, à idade diferente dos resíduos dentro de uma mesma célula, às diferentes condições de umidade e temperatura que variam em função da profundidade das células.

Para a camada de cobertura, quanto maior for a densidade e o grau de saturação à água, e quanto menor for a porosidade, a emissão de gases fugitivos será mais difícil. Isso aumenta a chance de sucesso no aproveitamento do biogás. Ferramentas computacionais como a do IPCC (2006) não consideram essa fuga do biogás, sendo necessário avaliar esse aspecto.

REFERÊNCIAS

- BRITTO, M. L. C. P. Taxa de emissão de biogás e parâmetros de biodegradação de resíduos sólidos urbanos no aterro metropolitano centro. 2006. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo. Ênfase em Produção Limpa) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2006)
- CARVALHO, J. L. V. Estimativa energética e recuperação de metano a partir dos RSU pelo processo de digestão anaeróbia e poder calorífico: estudo de caso Barreiras - Ba. 2013. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Escola Politécnica EP, UFBA, Salvador, 2013.
- CATAPRETA, C. A. A. Comportamento de um aterro sanitário experimental: avaliação da influência do projeto, construção e operação. 2008. 316 f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2008.
- FIRMO, A. L. B. Estudo numérico e experimental da geração de biogás a partir da biodegradação de Resíduos Sólidos Urbanos. 2013. 268 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia e Geociências - CTG, UFPE, Recife, 2013.
- LUCENA, T. V. Avaliação da geração de biogás sob diferentes condições de biodegradação de Resíduos alimentares. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2016.
- MACIEL, F. J. Estudo da geração, percolação e emissões de gases no Aterro de Resíduos Sólidos da Muribeca/Pe. 2003. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia e Geociências - CTG, UFPE, Recife, 2003.
- MELO, E. S. R. L. Análise de biodegradabilidade dos materiais que compõem os resíduos sólidos urbanos através de ensaios de BMP. 2010. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia e Geociências - CTG, UFPE, Recife, 2010.
- OLIVEIRA, E. C. Estimativa da geração de biogás a partir de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e sua interferência no comportamento das camadas de cobertura de aterros sanitários. Relatório Final (Iniciação Científica) - PIBIC/FAPESB, 2020.
- ROSSI, C. da R. Potencial de recuperação energética dos Resíduos Sólidos Urbanos na região da AMESC. 2014. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Energia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2014.
- SANTOS, A. C. Geração de metano devido à digestão anaeróbia de resíduos sólidos urbanos - estudo de caso do Aterro Sanitário Metropolitano Centro. 2011. 154 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Escola Politécnica - EP, UFBA, Salvador, 2011.
- SANTOS, M. M., ROMANEL, C., VAN ELK, A. G. H. P. Análise da eficiência de modelos de decaimento de primeira ordem na previsão da emissão de gás de efeito estufa em aterros sanitários brasileiros. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, n. 6, p. 1151-1162, 2017.
- SANTOS, A. C. Produção de Metano em Aterro Sanitário: Influência das Técnicas Operacionais no Aterro Metropolitano em Salvador - Ba. Salvador, 2017. Tese (Doutorado - Doutorado em Ciências, Energia e Ambiente)-Universidade Federal da Bahia, Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente, 2017.
- SOARES, E. L. de S. F. Estudo da Caracterização Gravimétrica e Poder Calorífico dos Resíduos Sólidos Urbanos. Dissertação (Programa de Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- TCHOBANOGLIOUS, G., THEISEN, H., VIGIL, S. (1993). Integrated solid waste management: Engineering Principles and Management Issues. New York: McGraw-Hill, 1993.