

## ANALISE DO PANORAMA DE GERAÇÃO DE BIOGÁS EM MINAS GERAIS ENTRE 2014 E 2017 EM ATERROS SANITÁRIOS E LIXÕES

Antonio Otto Neves Filho<sup>1</sup>

Alisson Souza de Oliveira<sup>2</sup>

Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques<sup>3</sup>

Felipe Bernardes Silva<sup>4</sup>

Eliana Alcantra<sup>5</sup>

Energias Renováveis

### Resumo

Diariamente um grande volume de matéria orgânica é descartada; esta por sua vez, que não apresenta mais relevância a quem descartou, ainda possui dentre outros aspectos, energia química em seu interior. Essa energia é revelada quando por ação de microrganismos aeróbicos esse material é decomposto, e então, ocorre a liberação de gases ricos em hidrocarbonetos, em destaque, o gás metano (CH<sub>4</sub>); o qual quando devidamente beneficiado, é uma fonte de energia elétrica ou térmica, sem apresentar riscos ao meio ambiente. Assim, este estudo objetiva analisar, em Minas Gerais, o potencial de geração de biogás em metros cúbicos por ano oriundos dos resíduos sólidos urbanos domésticos destinados aos aterros sanitários (parcela utilizável) e dos lixões ativos (parcela perdida) para estimar a fração útil que poderia ser insumo para produção de energia elétrica ou térmica, e o volume diretamente liberado para a atmosfera pelos lixões anualmente. Para tal, este estudo ampara-se nas informações disponibilizadas no portal SNIS e demais revisões de literatura. Constatou-se que há um volume grande na fração útil, porém deve-se avaliar individualmente os municípios pois as produções individuais seriam discrepantes, isto é, locais com altos valores e outros muito baixos.

Palavras-chave: Bioenergia; Energia Limpa; Sustentabilidade; Energia Elétrica; Energias Renováveis.

<sup>1</sup>Mestrando em Sustentabilidade em Recursos Hídricos pela Universidade Vale do Rio Verde – UninCor, eng.antonio@outlook.com.

<sup>2</sup>Prof. Dr. Universidade Vale do Rio Verde – UninCor – Três Corações, Mestrado em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, prof.alisson.oliveira@unincor.edu.br.

<sup>3</sup>Prof. Dr. Universidade Vale do Rio Verde – UninCor – Três Corações, Mestrado em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, rosangela.marques@unincor.edu.br

<sup>4</sup>Prof. Dra. Universidade Vale do Rio Verde – UninCor – Três Corações, Mestrado em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, prof.felipe.silva@unincor.edu.br.

<sup>5</sup>Prof. Dra. Universidade Vale do Rio Verde – UninCor – Três Corações, Mestrado em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, prof.eliana.alcantra@unincor.edu.br.

## INTRODUÇÃO

Os aterros de resíduos são reatores biológicos automáticos, no qual tem-se a entrada de resíduos e água, gerando assim dois principais produtos: gases e chorume. O gás do aterro é um composto de outros gases, onde predominam o metano e o dióxido de carbono, respectivamente, porém há presença de amônia ( $\text{NH}_3$ ), hidrogênio ( $\text{H}_2$ ), gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) e oxigênio ( $\text{O}_2$ ). A distribuição destes gases varia conforme a idade do aterro. Além do fator tempo, os demais influenciadores na produção de biogás são: composição dos resíduos dispostos, umidade, tamanho das partículas, temperatura, pH, e projeto/operação do aterro (MMA, 2018).

Biogás resulta da digestão anaeróbia da matéria orgânica por bactérias, sendo assim dependente da fermentação, temperatura, umidade e acidez (ANEEL, 2002; ROYA, 2011; WBA, 2017). O poder energético do biogás é diretamente ligado a concentração de gás metano; sendo definido pela quantidade de  $\text{CH}_4$  em relação com o  $\text{CO}_2$  (ZILOTTI, 2012).

O objetivo desse estudo é analisar o potencial de geração de biogás em Minas Gerais por meio dos aterros (fração útil) e dos lixões (fração perdida) para indicar a fração útil e o volume liberado anualmente para a atmosfera via lixões.

## METODOLOGIA

Por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, na seção de resíduos sólidos, subitem Fluxo e quantidade de resíduos; pode-se triar os dados utilizando-se dos seguintes filtros:

- Ano de referência: 2014 a 2017
- Região: Sudeste
- Estado: Minas Gerais
- Tipo da unidade: Aterro sanitário; Lixão.

Os filtros Operador, Município de origem e Unidades, marcou-se a opção Todos. Após a aplicação destes filtros, gerou-se a planilha na qual as colunas de Município, Tipo

de unidade e Quantidade total de resíduos recebida na unidade; demonstraram-se de interesse para o estudo, que por sua vez classificou em arquivos separados por ano e ordenados por sua vez entre lixão e aterro sanitário.

Para estimar o volume gerado por ano, segundo Henriques (2004), conforme a constituição e as condições em que encontram-se os resíduos sólidos urbanos (RSU), durante a decomposição, produzem-se, por tonelada, cerca de 100 a 200 m<sup>3</sup>. Deste modo, para as análises e indagações, neste estudo considera-se o valor de 100 m<sup>3</sup> por tonelada de RSU, sendo enfatizado que tratam-se de apenas de RSU domésticos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A geração de resíduos sólidos em Minas gerais apresenta-se crescente tomando-se de base o período entre 2014 e 2017, onde apenas em 2016 houve uma moderada redução no volume gerado. Esses resíduos possuem destinações diversas; porém, no Estado, ainda ocorre a destinação destes para lixões. Tal descarte, além dos danos ambientais, sociais e estéticos já amplamente discutidos e debatidos, também implica na perda do potencial energético do gás metano liberado no processo de decomposição natural da matéria orgânica ali contida. Este potencial de geração de energia elétrica ou térmica (na forma de vapor d'água via queima em caldeiras).

Ao observa-se pela Tabela 1, o valor médio de 88,6% dos resíduos no período apurado destinam-se aos aterros sanitário e outros 11,4% para lixões (valores pra quando analisados apenas essas duas modalidades de destinação).

A partir dessas observações, e correlacionando com a projeção mínima apontada por Henriques (2004), caso ocorre-se a utilização do potencial energético dos gases emitidos, e esta fosse no cenário ideal de 100%, a média no período indicaria 31.841,58 m<sup>3</sup>/ano; em um cenário de 20% de aproveitamento o volume gerado é de 6.368,32 m<sup>3</sup>; como mostra a Tabela 2.

A participação dos lixões no potencial de geração não ocorre devido as condições locais, já que essas instalações emitem sem controle e assim de inviável captação o gás metano que dá origem, principalmente, ao biogás. E os gases nesses locais gerados são

emitidos diretamente para a atmosfera. Ainda que os volumes sejam menores que os de aterro (conforme Tabela 3), afetam a atmosfera devido ao gás metano ser um dos gases de efeito estufa, além de outros danos.

Tabela 1. Destinação entre aterro sanitário e lixão de resíduos gerados em Minas Gerais

ANO	Total anual	Aterro Sanitário		Lixão	
		Quantidade (t)	Participação (%)	Quantidade (t)	Participação (%)
2014	3.472.896,00	3.072.694,80	88,48%	400.201,20	11,52%
2015	3.675.363,20	3.309.152,20	90,04%	366.211,00	9,96%
2016	3.533.307,40	3.128.408,40	88,54%	404.899,00	11,46%
2017	3.689.013,50	3.226.375,90	87,46%	462.637,60	12,54%
<i>Total no período</i>	<i>14.370.580,10</i>	<i>12.736.631,30</i>	<i>N/A</i>	<i>1.633.948,80</i>	<i>N/A</i>
<i>médias</i>	<i>3.592.645,03</i>	<i>3.184.157,83</i>	<i>88,6%</i>	<i>408.487,20</i>	<i>11,4%</i>

N/A: Não se aplica

Fonte: O autor – baseado em dados de SNIS.

Tabela 2. Aproveitamento geração hipotética de biogás por faixa de aproveitamento em nos aterros sanitários de Minas Gerais

ANO	Faixas de aproveitamento do biogás gerado (m <sup>3</sup> /ano)				
	100%	80%	60%	40%	20%
2014	30.726,95	24.581,56	18.436,17	12.290,78	6.145,39
2015	33.091,52	26.473,22	19.854,91	13.236,61	6.618,30
2016	31.284,08	25.027,27	18.770,45	12.513,63	6.256,82
2017	32.263,76	25.811,01	19.358,26	12.905,50	6.452,75
<i>Total no período</i>	<i>127.367,31</i>	<i>101.893,85</i>	<i>76.420,39</i>	<i>50.946,93</i>	<i>25.473,46</i>
<i>médias</i>	<i>31.841,58</i>	<i>25.473,26</i>	<i>19.104,95</i>	<i>12.736,63</i>	<i>6.368,32</i>

Fonte: O autor.

Tabela 3. Aproveitamento geração hipotética de biogás por faixa de aproveitamento em nos lixões de Minas Gerais

ANO	Faixas de aproveitamento do biogás gerado (m <sup>3</sup> /ano)				
	100%	80%	60%	40%	20%
2014	4.002,01	3.201,61	2.401,21	1.600,80	800,40
2015	3.662,11	2.929,69	2.197,27	1.464,84	732,42
2016	4.048,99	3.239,19	2.429,39	1.619,60	809,80
2017	4.626,38	3.701,10	2.775,83	1.850,55	925,28
<i>Total no período</i>	<i>16.340,49</i>	<i>13.072,39</i>	<i>9.804,29</i>	<i>6.536,20</i>	<i>3.268,10</i>
<i>médias</i>	<i>4.084,87</i>	<i>3.267,90</i>	<i>2.450,92</i>	<i>1.633,95</i>	<i>816,97</i>

Fonte: O autor.

Desde 2014, com exceção de 2016, percebe-se redução da participação das Prefeituras/SLU, na quantidade de unidades operadas por elas. Em contra ponto, seguindo mesma tendência (e exceção), as empresas privadas vem operando mais unidades no Estado; dentro das cinco classificações previstas pelo SNIS, apenas a fração de consórcio intermunicipal tem representatividade junto as citadas, sendo que este operador vem cresceu até 2016, quando se estabilizou (Tabela 4). Através da Tabela 5, observa-se que a gestão dos aterros sanitários, competem predominantemente a empresas privadas enquanto os lixões tem como operadores principais as Prefeituras ou SLU (Serviço de Limpeza Urbana). Devido a custos de implantação de sistemas de geração de energia, a parcela que está sobre operação de empresas privadas tem maiores possibilidades de investimentos para geração de biogás e assim energia.

Tabela 4. Distribuição quanto ao operador da unidade em valores unificados

Operador da unidade	2014	2015	2016	2017
Prefeitura ou SLU	157,00 (58,80%)	122,00 (40,53%)	149,00 (52,84%)	119,00 (39,40%)
Empresa privada	92,00 (34,46%)	150,00 (49,83%)	102,00 (36,17%)	150,00 (49,67%)
Consortio intermunicipal	16,00 (5,99%)	22,00 (7,31%)	28,00 (9,93%)	28,00 (9,27%)
Associação de catadores	1,00 (0,37%)	2,00 (0,66%)	2,00 (0,71%)	0,00 (0,00%)
Outro	1,00 (0,37%)	5,00 (1,66%)	1,00 (0,35%)	5,00 (1,66%)
<i>Total de operadores no ano</i>	<i>267,00</i>	<i>301,00</i>	<i>282,00</i>	<i>302,00</i>

Fonte: O autor – baseado em dados de SNIS.

Tabela 5. Distribuição da competência/participação quanto ao tipo e operador da unidade

	Prefeitura ou SLU		Empresa privada		Consortio intermunicipal		Associação de catadores		Outro	
	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L
2014	60 (38,2%)	97 (61,8%)	92 (100%)	0 (0,0%)	15 (93,8%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)	1 (100%)	1 (100%)	0 (0,0%)
2015	50 (41,0%)	72 (59,0%)	148 (98,7%)	2 (1,3%)	22 (100%)	0 (0,0%)	1 (50,0%)	1 (50,0%)	4 (80,0%)	1 (20,0%)
2016	66 (44,3%)	83 (55,7%)	101 (99,0%)	1 (1,0%)	27 (96,4%)	1 (3,6%)	1 (50,0%)	1 (50,0%)	1 (100%)	0 (0,0%)
2017	51 (42,9%)	68 (57,1%)	149 (99,3%)	1 (0,7%)	28 (100%)	0 (0,0%)	0 (N/A)	0 (N/A)	3 (60,0%)	2 (40,0%)
<i>Média</i>	<i>56,75 (41,6%)</i>	<i>80 (58,4%)</i>	<i>122,5 (99,3%)</i>	<i>1 (0,7%)</i>	<i>23 (97,5%)</i>	<i>0,5 (2,5%)</i>	<i>0,5 (33,3%)</i>	<i>0,75 (66,7%)</i>	<i>2,25 (85,0%)</i>	<i>0,75 (15,0%)</i>

A: Aterro Sanitário. L: Lixões. N/A: Não se aplica

Fonte: O autor

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geração de resíduos sólidos urbanos continua sendo um problema nacional, uma vez que essa geração acarreta em maior uso e ocupação de áreas para esse fim além de custos de implementação, manutenção e tratamento do mesmo. Entretanto, os aterros sanitários também são potenciais geradores de energia uma vez que são fontes emissoras de biogás que podem ser introduzidos como fonte de energia.

No período analisado, Minas Gerais demonstrou um volume médio de mais de três milhões de metros cúbicos por ano, possuindo capacidade de geração de bioenergia deste modal quando em visão estadual, porém a quantidade gerada por cada município tem forte variação, fazendo assim com que alguns tenham aptidão a essa geração e outros não, logo, em uma visão mais ampla e detalhada, deve-se avaliar o potencial municípios para então caracterizar um cenário mais realista do estado.

## REFERÊNCIAS

ANEEL, A. N. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA–ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**, 1 ed. Brasília, DF: ANEEL, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Aproveitamento Energético do Biogás de Aterro Sanitário**. 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 27 mai. 2018.

HENRIQUES, Rachel Martins. **Aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos: uma abordagem tecnológica**. Rio de Janeiro–RJ, Planejamento Energético–COPPE/UFRJ, 2004.

ROYA, B. Biogás - uma energia limpa. **Revista Eletrônica Novo Enfoque**, v. 13, n. 13, p. 142-149, 2011.

ZILOTTI, H. A. R. **Potencial de produção de biogás em uma estação de tratamento de esgoto de cascal para a geração de energia elétrica**. UNIOESTE, 2012.

WBA. World Bioenergy Association – WBA. **Global Bioenergy Statistics**. 2017.