

ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS NOS ATERROS DE CAIEIRAS E SANTO ANDRÉ

Elissando Rocha da Silva, elissando@yahoo.com.br¹

Giovano Candiani, gcandiani@essencis.com.br²

João Manoel Losada Moreira, joão.moreira@ufabc.edu.br¹

¹Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas - CECS, Universidade Federal do ABC – UFABC, Rua Santa Adélia, 166, Bairro Bangu, Santo André - SP, CEP 09210-170

²CTR Caieiras, Essencis Soluções Ambientais, Cx Postal 54, Franco da Rocha - SP, CEP 07803-970

Resumo: *A disposição final inadequada de resíduos sólidos urbanos e a escassez de energia elétrica constituem-se dois grandes desafios da sociedade. A estimativa da geração de biogás em aterros sanitários é importante para o aproveitamento energético e para a comercialização de créditos de carbono. Nesse contexto, realizou-se uma avaliação de vários modelos existentes e de seus coeficientes de biodegradação e potencial da produção de biogás. Este trabalho tem como objetivo estimar a produção de biogás nos aterros sanitários de Caieiras e Santo André-SP. As estimativas de produção de biogás no aterro de Santo André referem-se às deposições de resíduos realizadas entre 1986 e 2009 e no aterro de Caieiras referem-se às deposições entre 2002 e 2009. As simulações da produção de biogás mostraram que em 1987 o aterro de Santo André produziu entre 225 e 560 toneladas metano/ano e em 2010 a produção de metano é estimada em 7000 e 16000 toneladas de metano/ano. O aterro de Caieiras em 2003 produziu entre 2000 e 5000 toneladas de metano/ano e em 2010 produzirá algo entre 24000 e 60.000 toneladas de metano/ano. Os resultados de eficiência mostraram que a constante de biodegradação do aterro de Caieiras deve estar próxima de 0,05 ano⁻¹.*

Palavras-chave: *Aterro sanitário, resíduos sólidos urbanos, biogás, estimativa.*

1. INTRODUÇÃO

O aterro sanitário é um meio poroso contendo fases sólida, líquida e gasosa. Em sua parte superior, região não-saturada apresenta vazios por onde podem circular o biogás produzido nas reações de biodegradação, ar e outros gases. A biodegradação é a conversão mediada por microorganismos vivos de um composto orgânico em produtos mais simples. Na sua parte inferior, o aterro pode ser considerado um meio poroso saturado devido à presença de líquido (Tchobanoglous et al., 1993; Miller e Clesceri, 2003). Os microorganismos se encontram na fase sólida da parte superior e se alimentam do substrato disponível na fase líquida que percola ao seu redor e, portanto, a reação de produção de biogás ocorre na parte superior do aterro sanitário. O biogás produzido é uma mistura de gases que varia ao longo do processo anaeróbio e, ao final, possui entre 40 e 70 % de metano e 30 a 60 % de gás carbônico e outros gases em menor proporção - medidas volumétricas (Tchobanoglous et al., 1993).

O metano é o principal componente do biogás, sendo um importante combustível (Candiani et al., 2008 e Silva, 2010), entretanto possui potencial de aquecimento global 21 vezes maior que o dióxido de carbono. A emissão para a atmosfera do gás metano gerado em aterros sanitários contribui para o agravamento do efeito estufa. As emissões de metano para a atmosfera, proveniente da decomposição de resíduos sólidos urbanos depositados em aterros sanitários é estimada em 17 % das emissões antropogênicas (Börjesson et al., 2007). Dada a importância de controlar as emissões atmosféricas de CH₄ a partir de aterros sanitários, existe um interesse renovado na quantificação da produção e emissão de metano pelos aterros sanitários.

Este artigo tem como objetivo estimar o potencial de produção de biogás dos aterros sanitários de Caieiras e Santo André - SP.

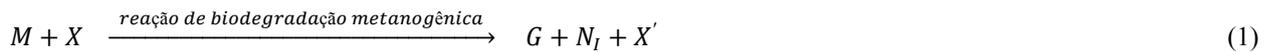
2. PRODUÇÃO DE BIOGÁS EM ATERROS SANITÁRIOS

Os processos de produção de biogás em aterros sanitários são sensíveis ao meio-ambiente e, portanto, há numerosas condições naturais e antrópicas que afetam a população microbológica e, dessa forma, a taxa de produção do biogás. Há quatro fases de produção do biogás em aterros sanitários, em função da biodegradabilidade do resíduo e sua composição muda em cada fase.

A duração de cada fase depende de fatores, como: tipo de resíduo, teor de umidade, matéria orgânica, acidez e temperatura. A composição dos resíduos afeta quantitativamente e qualitativamente a produção de biogás. Os resíduos com grande presença de matéria orgânica como restos de alimento e resíduos de jardim apresentam uma maior quantidade de substrato para a atuação de microorganismos e, portanto, maior potencial de produção de gases (Durmusoglu et al., 2005 e Silva, 2010). A entrada de oxigênio para o interior da massa de resíduo permite que este se recombine com o metano ou iniba as atividades dos microorganismos anaeróbios. O pH é outro fator que apresenta alto potencial de modificação das condições microbióticas, uma vez que alguns tipos de microorganismos, como as bactérias metanogênicas, são bastante sensíveis às variações de pH (Duarte, 2006).

Para se obter a taxa de produção de biogás com precisão seria necessário resolver as equações de biodegradação dos resíduos sólidos urbanos (RSUs) e microorganismos considerando-se as várias fases envolvidas. Este procedimento é simplificado assumindo que a produção total de biogás é obtida a partir da propensão de produção de gás das diversas substâncias orgânicas que compõem os resíduos sólidos urbanos (Silva, 2010).

A reação de biodegradação produtora de biogás pode ser representada de forma simplificada como



onde M representa a massa de RSU depositada, X e X' representam a massa de microorganismos responsáveis pela decomposição dos resíduos orgânicos, antes e depois da reação de biodegradação, N_I representa a massa de produtos biodegradados inertes (que não produzem mais gás) e, G representa a massa de gás produzida (Silva, 2010). Considerando que a taxa de reação de biodegradação seja proporcional a massa de RSU depositada (cinética de 1ª. ordem) e que k seja a probabilidade por unidade de tempo de ocorrer à reação de biodegradação [ano⁻¹] (constante da reação), pode-se escrever

$$\frac{dM}{dt} = -kM(t) \quad (2)$$

A solução da Eq. (2) fornece a massa de RSU ainda passível de biodegradação no ano t. Resolvendo esta equação, supondo que no ano t' tenha sido depositado M(t'), no ano t teremos (Silva, 2010)

$$M(t) = M(t')e^{-k(t-t')} \quad (3)$$

A maioria dos modelos de biodegradação metanogênica considera que o material biodegradável seja caracterizado pela constante de biodegradação, k, do RSU depositado e por um potencial de produção de biogás, L, do RSU. A taxa de produção de biogás por ano t devido a uma deposição de material no ano t', r(t', t), expressa em [mol de metano/ano] ou [kg de metano/ano] ou [m³ de metano/ano], pode ser obtida como

$$r(t', t) = kLM(t) = kLM(t')e^{-k(t-t')} \quad (4)$$

As metodologias do IPCC (IPCC, 1996), Banco Mundial (Banco Mundial, 2003) e USEPA (LandGEM, 2005) e outras seguem este formalismo de taxa de reação de primeira ordem com apenas uma categoria efetiva de biodegradação. A Tabela (1) apresenta os parâmetros k adotados por várias metodologias. Os valores de k na maioria dos casos está em torno de 0,05 ano⁻¹. A USEPA apresenta valores específicos de k para aterros com diferentes graus de umidade. Aterros com maior umidade favorecem as reações metanogênicas e possuem um valor maior de k.

Nesse trabalho foi considerado também o valor de k utilizado pela empresa Essencis S.A. responsável pela operação do aterro sanitário de Caieiras, que realizou uma adaptação da metodologia do IPCC sugerindo um valor de k de 0,12 ano⁻¹.

A USEPA também considera valores diferentes para k de acordo com o objetivo de sua utilização. Para determinação das taxas de emissão de gás em aterros para fins de análise de impactos ambientais, o valor k sugerido é superior. Para estimativa de taxas de produção de biogás visando aproveitamento energético, devem-se utilizar os valores sugeridos na Tabela (1). Aterros que recirculam o chorume para aumentar a umidade apresentam maior biodegradação e sugere-se o valor para k de 0,7 ano⁻¹. Para sistemas áridos sugere-se o valor de k de 0,02 ano⁻¹. Sistemas áridos são aqueles com precipitação pluviométrica anual inferior a 500 mm. O valor da constante de biodegradação utilizada para estimar a produção de biogás pela Essencis, k = 0,12 ano⁻¹, que é um valor mais elevado que as outras referências e apenas menor que a condição de aterros de grande umidade. Este valor elevado indica condições de umidade mais elevada no aterro considerado que a comumente considerada nas outras referências.

Tabela 1. Valores da constante de biodegradação sugeridos por várias metodologias.

Referência	k (ano ⁻¹)
IPCC	0,05
Banco Mundial	0,06
LandGEM (USEPA) dimensionamento de emissões (valor maior)	0,05
LandGEM (USEPA) dimensionamento realista de produção de gás	
• Aterros convencionais	0,04
• Aterros áridos	0,02
• Aterros úmidos (biorreator)	0,7
Aterro Essencis	0,12

A Tabela (2) apresenta os valores de L sugeridos por várias metodologias e autores. O valor maior sugerido pela USEPA destina-se a determinação de emissões visando análises de impactos ambientais. Para dimensionamento de taxas de produção de biogás devem-se utilizar os outros valores.

Tabela 2. Valores do potencial de geração de biogás sugeridos por várias metodologias e autores.

Referência	L metano	
	(kg/t RSU)	(Nm ³ /t RSU)
IPCC	76	107*
Banco Mundial	121	170
LandGEM (USEPA) dimensionamento de emissões (valor maior)	121	170
LandGEM (USEPA) dimensionamento realista de produção de gás		
• Aterros convencionais	72	100
• Aterros áridos	72	100
• Aterros úmidos (biorreator)	68	96
Nastev et al., (2001)	67	94,6
Themelis e Ulloa (2007)	38-77	54-108
Zamorano et al., (2007)	59	82,4
Aterro Essencis	63	88

3. TAXA DE PRODUÇÃO DE METANO EM ATERROS SANITÁRIOS

A Equação (4) permite que se obtenha a taxa de produção de gás no ano t devido à deposição unitária de material orgânico em um aterro sanitário durante um período de tempo entre T_i e T_f anterior a t. Integrando a Eq. 4, a taxa de produção de metano pode ser dada (Silva, 2010) por

$$R(t) = \int_{T_i}^{T_f} kLM(t')e^{-k(t-t')} dt' \quad (5)$$

onde M (t') é a taxa de deposição de material no aterro sanitário no instante t' expressa em [t RSU/ano]. R(t) representa a taxa de produção total de metano no instante t obtida a partir da taxa de deposição de RSU, M (t'). A Equação (5) permite obter a taxa de produção de gás em t devido a uma taxa de deposição de M (t') durante o intervalo de tempo entre T_i e T_f. A Equação (5) pode ser utilizada para se obter a taxa de produção de gás em duas situações diferentes que ocorrem frequentemente: a) a produção de gás durante o período de deposição de RSU no aterro e b) a produção de gás após ser encerrada a deposição de RSU no aterro. Para estimar a produção de biogás em aterros sanitários que possui deposições variáveis de RSU, Silva (2010) resolveu Eq. (5) para o intervalo de tempo de interesse. Para resolver a Eq. (5) a variável tempo foi discretizada em intervalos de tempo iguais, $\Delta t = t_n - t_{n-1}$, conforme ilustrado na Figura (1).

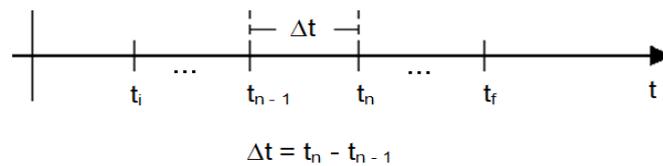


Figura 1. Representação da discretização da variável tempo.

Silva (2010) considerou que em cada intervalo, a taxa de deposição de RSU seja constante e igual a $\dot{M}_n = \dot{M}(t')$, a taxa de produção de biogás para o intervalo de tempo Δt pode ser obtida integrando a Eq. (5) para cada intervalo de tempo e fazer um somatório das integrais, I_n (I_n é a integral em cada intervalo de tempo Δt). Assim a solução desse problema é dada por

$$R(t) = \sum_{n=0}^N I_n = \sum_{n=0}^N L \dot{M}_n e^{-k(t-t_n)} (1 - e^{-k\Delta t}) \quad (6)$$

A Equação (5) fornece a taxa de produção de metano em aterros sanitários, devido deposições variadas de RSU entre os intervalos de tempos entre T_i e T_f (Silva, 2010). Nesse contexto, um programa foi desenvolvido utilizando o sistema MATLAB para determinar a taxa de produção de metano em aterros sanitários, de acordo com a Equação (6).

4. AVALIAÇÃO DOS MODELOS DE BIODEGRAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE METANO

Como há vários modelos para estimar a produção de metano em aterros sanitários faz-se necessário realizar uma avaliação dos resultados que eles produzem. A Figura (2) apresenta os resultados que se obtêm com a Eq. (4) para a deposição de uma tonelada de material orgânico depositado em aterros sanitários de acordo com algumas das metodologias citadas acima. Foram utilizados os valores de k e L , sugeridos nas Tab. (1 e 2).

Nota-se que há bastante variação entre os resultados produzidos pelos vários modelos. A taxa de produção inicial ou no curto prazo é proporcional ao produto kL e a duração da produção de metano é proporcional ao inverso da constante de biodegradação, k . Os parâmetros do Banco Mundial fornecem as maiores taxas de produção de metano. Em seguida aparecem os parâmetros do IPCC. Em seqüência aparecem os parâmetros USEPA (aterro convencional) e finalmente os parâmetros áridos da USEPA fornecem as menores taxas de produção de metano.

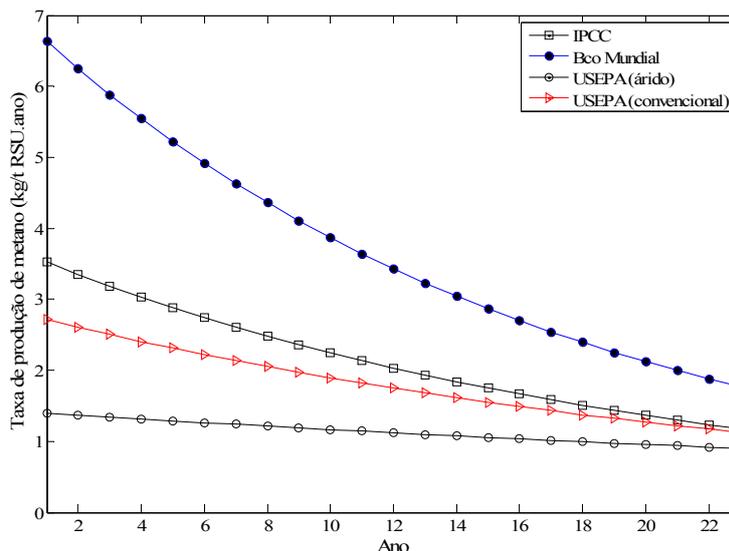


Figura 2. Taxa de produção de CH_4 de acordo com a Eq. (4) e os vários modelos.

Neste trabalho, para dimensionamento de potenciais de geração de metano consideramos os parâmetros da USEPA (aterro convencional) como aqueles que fornecem uma taxa de produção de metano que representa um limite inferior (mínimo) e os parâmetros do Banco Mundial como aqueles que fornecem um limite superior (máximo).

5. PRODUÇÃO DE METANO NO ATERRO SANITÁRIO DE SANTO ANDRÉ

O aterro de Santo André é hoje um complexo de tratamento e destinação final de resíduos sólidos produzidos no município. Possui uma área de 217.000 m², destinado a receber os resíduos sólidos produzidos em Santo André, teve as atividades iniciadas no ano 1986 e tem previsão para encerrá-las em 2016, está localizado no bairro Cidade São Jorge, em Santo André-SP. Atualmente o complexo opera com a capacidade de recepção de aproximadamente 20.000 toneladas/mês de resíduos sólidos.

Os resultados foram obtidos considerando taxa de deposição real de RSU no aterro Santo André. Foram utilizados os parâmetros da USEPA para aterros convencionais e Banco Mundial que produzem estimativas realistas e superiores de taxa de produção de gás. Há registros de deposição dos RSU no aterro de forma que são conhecidas as características, data e local de deposição. A Figura (3) mostra a taxa de deposição de RSU no aterro de Santo André em função do tempo, onde todos os dados foram obtidos de registros realizados no aterro, exceto o dado referente ao ano de 2009 que foi estimado.

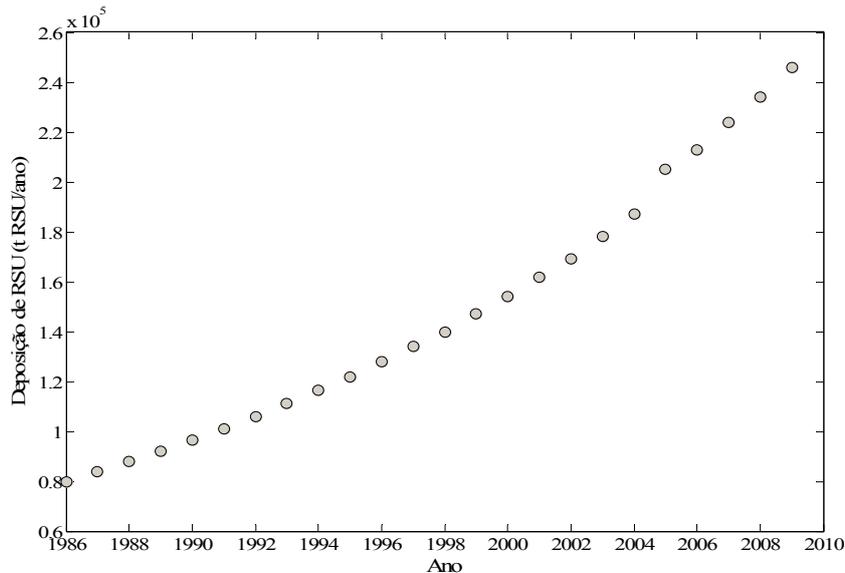


Figura 3. Taxa de deposição de RSU no aterro sanitário de Santo André.
Fonte: SEMASA.

As estimativas são baseadas na Eq. (6). Na Figura (4) são apresentadas as estimativas da produção de metano no aterro sanitário de Santo André de acordo com os modelos da USEPA convencional e Banco Mundial, por apresentarem valores maiores e menores de taxa de produção de metano.

Os resultados desta estimativa de produção de metano referem-se às deposições de resíduos realizadas entre os anos de 1986 e 2009. As simulações de produção de biogás no aterro de Santo André mostraram que em 1987 o aterro produziu menos que 560 toneladas metano/ano e em 2010 produzirá algo entre 7.124 e 15.419 toneladas de metano/ano.

6. PRODUÇÃO DE BIOGÁS NO ATERRO SANITÁRIO DE CAIEIRAS

A Central de Tratamento de Resíduos de Caieiras (CTR-Caieiras) localiza-se a noroeste da Região Metropolitana de São Paulo. A área do aterro é de 3,5 milhões de m² e as atividades no aterro iniciaram-se em 2002. Atualmente o aterro de Caieiras opera com a capacidade de recepção de aproximadamente 240.000 toneladas/mês de resíduos sólidos urbanos.

As estimativas de produção de metano no aterro de Caieiras foram realizadas considerando taxa de deposição real. Foram utilizados os parâmetros da USEPA para aterros convencionais, Banco Mundial e do Projeto da Essencis. A Figura (5) mostra a taxa de deposição de RSU no aterro de Caieiras em função do tempo.

Na Figura (6) é apresentado as estimativas de produção de metano no aterro sanitário de Caieiras de acordo com os modelos da USEPA convencional, Banco Mundial e o estimado do Projeto Essencis. Os resultados desta estimativa de produção de biogás referem-se às deposições de resíduos realizadas entre os anos de 2002 e 2006 e, apresentadas na Fig. (5). Entre 2007 e 2010 foram utilizados valores estimados no projeto da empresa Essencis, conforme mostra a Tab. (3). As simulações de produção de biogás no aterro de Caieiras mostram que a metodologia utilizada pelo projeto Essencis é superior ao limite superior proposto neste trabalho.

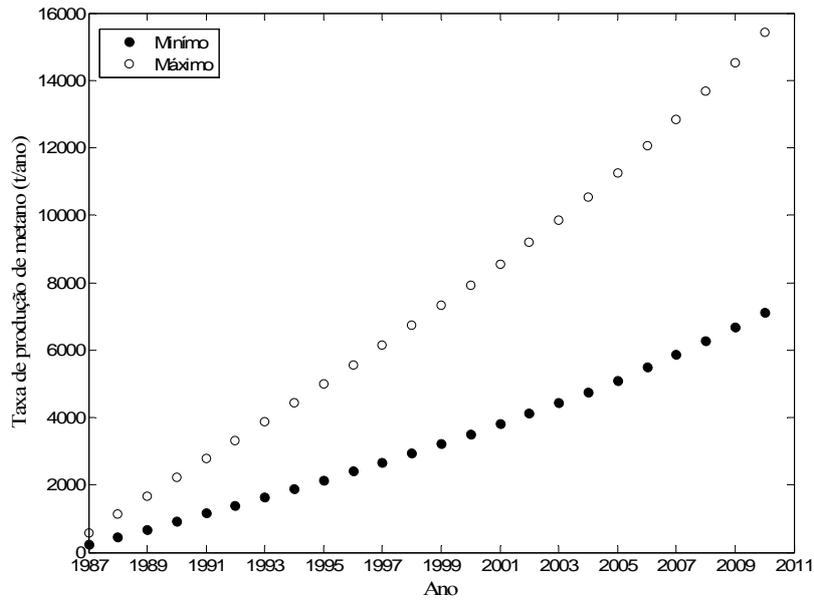


Figura 4. Produção de metano no aterro de Santo André.

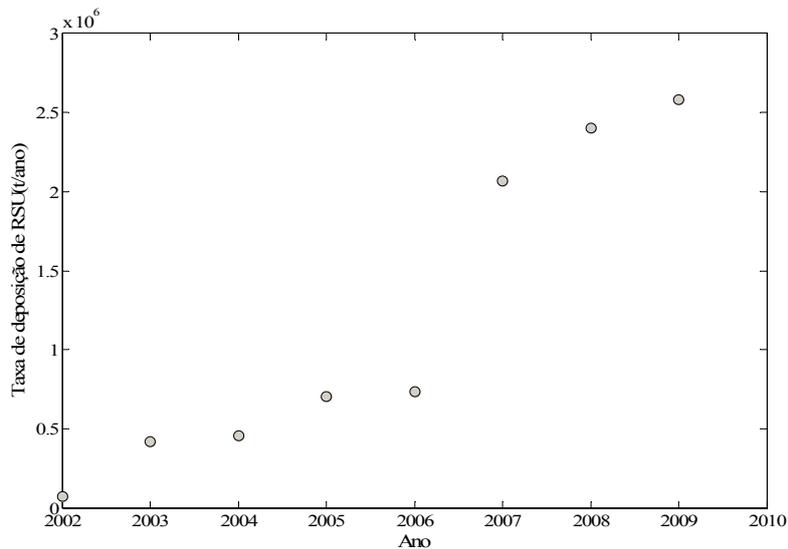


Figura 5. Taxa de deposição de RSU no aterro sanitário de Caieiras.
Fonte: ESSENCIS.

Em 2003 a estimativa da Essencis foi superior quase 5000 toneladas de metano/ano e em 2010 um pouco mais que 5000 toneladas de metano por ano que o limite superior deste trabalho.

Tabela 3. Estimativa de deposição de RSU entre 2007 e 2010 do projeto da empresa Essencis S.A.

Ano	2007	2008	2009	2010
Deposição (t RSU)	2.110.000	2.880.000	2.400.000	2.400.000

Na Figura (7) é apresentado as estimativas de produção de metano no aterro sanitário de Caieiras de acordo com os modelos da USEPA convencional (limite inferior), Banco Mundial (limite superior) e o medido no aterro Caieiras. Para tal foram utilizadas taxas de deposição real apresentada na Fig. (5). Os resultados mostram que os valores medidos ficam entre as estimativas superior e inferior deste trabalho, contudo deve-se notar que nem todo gás é coletado pelo sistema de sucção da instalação. Parte do gás escapa para a atmosfera e parte é oxidada dentro do aterro.

Comparando os resultados de produção de gás das Fig. (6 e 7) com os valores medidos de coleta entre 2007 e 2009, é possível determinar eficiências de coleta de metano para cada ano. A eficiência é definida aqui como a razão entre a taxa de coleta de gás medida e a taxa de produção de gás estimada. A Tabela (4) apresenta as eficiências de coleta de metano do aterro de Caieiras no período de 2007 a 2009 considerando estimativas da Essencis e deste trabalho, neste caso, o valor da estimativa superior. Em 2007 a eficiência de coleta foi mais baixa. Em 2008 e 2009, quando o aterro já recebia taxas elevadas de RSU, os valores estimados de eficiência deste trabalho ficaram entre 86 e 88 %, enquanto os valores obtidos pela Essencis ficaram entre 60 e 70 %.

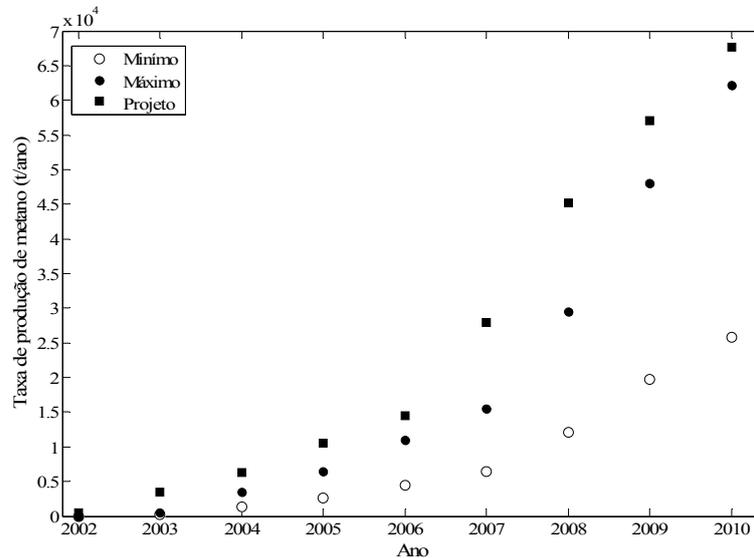


Figura 6. Estimativa da taxa de produção de metano com a deposição estimada no projeto do aterro de Caieiras.

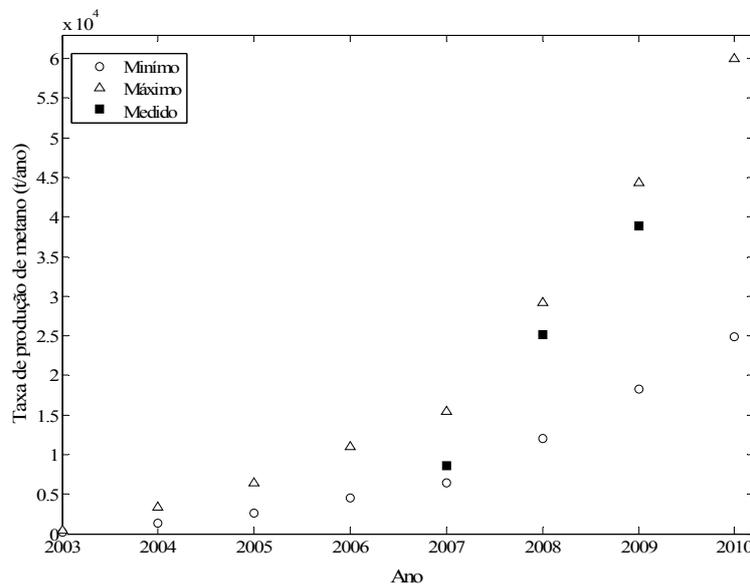


Figura 7. Estimativa da taxa de produção de metano e valores medidos no aterro de Caieiras.

Os valores de eficiência obtidos pela Essencis são mais próximos das expectativas de técnicos que operam aterros sanitários. Contudo os valores similares das eficiências de 2008 e 2009 obtidos pelas estimativas deste trabalho indicam que o modelo está representando melhor o comportamento temporal da produção de metano dentro do aterro. O parâmetro responsável por este comportamento é a constante de biodegradação, k . Considerando que as condições de oxidação e escape para atmosfera permaneceram inalteradas em 2008 e 2009, estes resultados mostram que a constante de

biodegradação de $0,05 \text{ ano}^{-1}$ pode ser representativa do aterro de Caieiras. Há ainda dúvidas quanto ao valor do potencial de geração de metano, L.

Tabela 4. Eficiências de coleta de metano no período de 2007 a 2009 do aterro de Caieiras.

Estimativa	Eficiência de coleta de metano (%)		
	2007	2008	2009
Projeto Essencis	31,0	60,0	70,0
Valor superior Fig. (7)	55,6	86,0	87,7

7. CONCLUSÃO

Neste trabalho foram avaliadas várias metodologias de estimativa de produção de metano em aterros sanitários e pôde-se estabelecer que a metodologia da USEPA convencional fornece um limite inferior de valor de produção de gás e a metodologia do Banco Mundial fornece um limite superior. Dadas as grandes incertezas envolvidas nestas estimativas, esses resultados podem ser utilizados como limites inferior e superior da taxa de produção de metano em aterros sanitários. Foi elaborado um programa de computador utilizando o sistema MATLAB para realizar estas estimativas.

As taxas de produção de metano para os aterros sanitários de Santo André e Caieiras foram determinadas utilizando deposição real de RSU ao longo do tempo. As simulações realizadas mostraram que em 1987 o aterro sanitário de Santo André produziu entre 225 e 560 toneladas metano/ano e, em 2010 a produção de metano é estimada em 7.000 e 16.000 toneladas de metano/ano.

O aterro sanitário de Caieiras em 2003 produziu entre 200 e 500 toneladas de metano/ano e em 2010 produzirá algo entre 24.000 e 60.000 toneladas de metano/ano. Valores medidos de coleta de metano no aterro de Caieiras foram comparados com as taxas superior e inferior de produção de metano. Os resultados medidos ficaram entre os dois valores estimados, contudo deve-se notar que nem todo gás é coletado pelo sistema de sucção da instalação. Parte do gás escapa para a atmosfera e parte é oxidada dentro do aterro.

Os resultados de eficiência mostraram que a constante de biodegradação do aterro de Caieiras deve estar próxima de $0,05 \text{ ano}^{-1}$.

8. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Saneamento Ambiental de Santo André (Semasa) e a Essencis Soluções Ambientais por disponibilizarem os dados utilizados nos estudos.

9. REFERÊNCIAS

- Banco Mundial, 2003, "Manual para a Preparação de Gás de Aterro Sanitário para Projetos de Energia na América Latina e Caribe". Disponível em: < http://www.bancomundial.org.ar/lfg/gas_access_po.htm>. Acesso em: jan. 2009.
- Börjesson, G., Muelsson, J.; Chanton, J., 2007, "Methane Oxidation in Swedish Landfills Quantified with the Stable Carbon Isotope Technique in Combination with an Optical Method for Emitted Methane", *Environmental Science & Technology*, Vol. 41, pp.6684-6690.
- Candiani, G.; Silva, E. R.; Hoffmann, G.; Moreira, J. M. L.; Tomioka, J. "Biogás em Aterros Sanitários: Potencial Energético", VI Congresso Brasileiro Planejamento Energético, 2008, Salvador.
- Duarte, A. C. "Projetos de MDL em Aterros Sanitários no Brasil: Alternativa para o Desenvolvimento Sustentável". 2006. 125f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- Durmusoglu, E.; Corapcioglu, M. Y.; Tuncay, K., 2005, "Landfill Settlement with Decomposition and Gas Generation". *Journal of Environmental Engineering*, Vol.131, No. 9, pp. 1311 – 1321.
- IPCC., 1996, "Guidelines for National Greenhouse Inventories: Reference Manual", Vol.3. Disponível em: < <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6>>. Acesso em: mar. 2009.
- LandGEM., 2005, "Landfill Gas Emissions Model, Version 3.02 User's Guide". Disponível em: < <http://www.epa.gov/ttnatc1/dir1/landgem-v302-guide.pdf>>. Acesso em fev. 2009.
- Miller, P. A. and Clesceri, N. L., 2003, "Waste Sites as Biological Reactors: Characterization and Modeling", Ed. Lewis Publishers, Boca Raton, EUA, 383p.
- Nastev, M.; Therrien, R.; Lefebvre, R.; Gélinas, P., 2001, "Gas Production and Migration in Landfills and Geological Materials". *Journal of Contaminant Hydrology*, Vol.52, pp.187 – 211.

- Silva, E. R. “Modelagem Matemática da Produção e Transporte de Biogás em Aterros Sanitários”. 2010. 82f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade Federal do ABC, Santo André, 2010.
- Themelis, N. J.; Ulloa, P. A., 2007, “Methane Generation in Landfills”. *Renewable Energy*, Vol.32, pp.1243 – 1257.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H. and Vinil, S., 1993, “Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues”, MacGraw- Hill, 978 p.
- Zamorano, M.; Pérez, J. I.P.; Pavés, I. A.; Ridao, A. R., 2007, “ Study of the Energy Potential of the Biogas Produced by an Urban Waste Landfill in Southern Spain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.11, pp.909 – 922.

10. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído neste trabalho.

ESTIMATION OF BIOGAS PRODUCTION IN THE CAIEIRAS AND SANTO ANDRÉ LANDFILLS

Elissando Rocha da Silva, elissando@yahoo.com.br¹

Giovano Candiani, gcandiani@essencis.com.br²

João Manoel Losada Moreira, joão.moreira@ufabc.edu.br¹

¹Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas - CECS, Universidade Federal do ABC – UFABC, Rua Santa Adélia, 166, Bairro Bangu, Santo André - SP, CEP 09210-170

²CTR Caieiras, Essencis Soluções Ambientais, Cx Postal 54, Franco da Rocha - SP, CEP 07803-970

Abstract: *A proper final disposal of municipal solid waste is a major challenge to society. Correct estimates of methane generation in landfills are important for environmental reasons, energy utilization and marketing of carbon credits. In this work it is performed an evaluation of several existing models for methane generation in landfills. This study aims at estimating the methane production rate in the Santo André and Caieiras landfills located in the São Paulo state. In the Santo André site the waste disposal occurred between 1986 and 2009, and in Caieiras site, it occurred between 2002 and 2009. The results show that in Santo André the methane production rate in 1987 was in the range between 225 and 560 tons/year of methane, and in 2010 it will be between 7000 and 16000 tons/year of methane. In the Caieiras landfill the methane production rate was between 2000 and 5000 tons/year, and in 2010 it will be between 24000 and 60000 tons/year. The efficiency results indicate that the biodegradation constant for the Caieiras site is about 0.05 year^{-1} .*

Keywords: *Landfills, solid waste, biogas estimation.*