

## **AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE METANO EM FUNÇÃO DO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) NO MUNICÍPIO DE INCONFIDENTES - MG**

**Luiz Flávio REIS FERNANDES<sup>(1)</sup>**

Professor do Instituto Federal do Sul de Minas campus Inconfidentes-MG. Mestre pela Universidade Federal de Itajubá-MG. Coordenador do Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos – GPRES/IFSULDEMINAS.

**Natália Frazão REIMBERG**

Graduanda em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Campus Inconfidentes

**Elis Rose Chiarini CHAVES**

Graduanda em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Campus Inconfidentes

**Thais Aparecida Costa SILVA**

Graduanda em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Campus Inconfidentes

**Rafael Rezende dos SANTOS**

Graduando em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Campus Inconfidentes

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Praça Tiradentes, 416, Centro. Inconfidentes, Minas Gerais, CEP 37.576-000. Fone: (35) 3464-1188. e-mail: luiz.flavio@ifs.ifsuldeminas.edu.br

### **RESUMO**

Devido à crescente produção de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados nos municípios e a conseqüente necessidade de avaliar os impactos negativos causados pelos seus subprodutos, esse estudo objetiva determinar a geração de metano a partir dos RSU do município de Inconfidentes – MG e identificar práticas de manejo adequadas para os RSU. O estudo levou em consideração dados da média nacional da composição gravimétrica, localização geográfica da sede urbana e bacia hidrográfica na qual está inserida. A partir da criação de cenários de práticas de gestão, é possível identificar que a educação ambiental voltada para a redução de resíduos na fonte apresenta resultados que remetem a diminuição de RSU gerado no município e propicia o aproveitamento energético do metano produzido no lixão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos Urbanos, Metano, Lixão, Inconfidentes-MG,

### **INTRODUÇÃO**

A geração de RSU tem crescido pelo fato de que novos produtos foram criados para atender os anseios de consumo das populações. O crescimento populacional e a distinção de classes sociais, dentre outras variáveis, influenciam diretamente na quantidade e no tipo de resíduo lançados ao meio ambiente, de modo que atualmente se faz necessário destinar de maneira correta esses resíduos.

Dentre os problemas enfrentados pela gestão adequada dos RSU, a ausência de áreas adequadas para disposição final de resíduos sólidos é a que merece mais atenção, já que segundo o IBGE em 2002, apenas 22,3% dos municípios brasileiros destinavam seus resíduos em aterros sanitários, 47,1 % em aterros controlados e 30,5% em lixões para uma produção diária de 125.281 toneladas de resíduos sólidos no Brasil.

Diante desses fatores, a gestão adequada dos RSU, visando seu aproveitamento energético poderia resolver um outro entrave socioeconômico: a escassez de energia elétrica.

Visando esses fatos no ano de 2002, foi criado pelo governo federal, o *Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica* (PROINFA) que tem o objetivo de aumentar a participação da energia elétrica gerada por empreendimentos de produtores independentes autônomos, concebidos com base em fontes eólicas, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa no sistema elétrico interligado nacional.

Verificando o contexto do município de Inconfidentes-MG, onde os RSU são encaminhados para o lixão municipal, o presente trabalho pretende analisar e avaliar a produção de gás metano gerado no município a partir da decomposição da matéria orgânica nos RSU.

## METODOLOGIA UTILIZADA

O município de Inconfidentes apresenta uma área de 145 Km<sup>2</sup>, a uma altitude de 892m, nas coordenadas de -22°31' e -46°33', com um índice pluviométrico anual médio de 1420 mm, com o clima tropical de altitude, com média anual de 18°C, sendo registradas no inverno temperaturas mínimas inferiores a zero graus (0°) nos lugares mais altos e temperaturas inferiores a 22°C em outras áreas. Apresenta um relevo acidentado o que propicia a existência de um grande número de nascentes, pertencentes a drenagem principal representadas pelo Rio Mogi Guaçu. Os afluentes mais importantes do Rio Mogi Guaçu são: pela margem direita o Ribeirão Santa Isabel e o Córrego da Onça, e pela margem esquerda o Rio Espreado, Córrego do Pessegueiro e o Córrego Grande. Outros cursos de água importantes e afluentes indiretos do Rio Mogi são: o Córrego da Grama e o Ribeirão dos Leites.

O sistema de disposição final de RSU no município de Inconfidentes/MG é o lixão, uma alternativa inviável pelo fato de não haver planejamento ou cuidados com a saúde pública e meio ambiente.

O lixão está localizado a uma altitude de 899m, situa-se a 5 km da zona urbana de Inconfidentes, com uma área de 3,77 hectares. O empreendimento entrou em operação no ano de 1992 e tem data prevista para encerramento no ano de 2013. O lixão está localizado na sub-bacia hidrográfica do Rio das Furnas de Pitanga, afluente do Rio Mogi Guaçu. O distrito de Pinhalzinho dos Góes é o núcleo populacional mais próximo do local (PMI, 2010).

Esse sistema de disposição final de RSU é de responsabilidade da Prefeitura Municipal, que assim como muitos municípios brasileiros, não dispõe de informações técnicas suficientes para a gestão integrada de RSU. Cabe ressaltar que o lixão municipal não realiza a recuperação do biogás, seja para a queima ou para o aproveitamento energético do metano (CH<sub>4</sub>) produzido a partir da decomposição anaeróbia do material orgânico presente na massa de RSU.

Não existe um modelo padrão que represente a geração de biogás. As variáveis mais importantes na avaliação da produção de CH<sub>4</sub> são a constante de decaimento *k* (1/ano) e o potencial para geração de metano *L*<sub>0</sub> (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/ton RSU). Esses valores variam de acordo com diversos fatores, dos quais merece destaque a composição de matéria orgânica presente na massa de resíduos e também a precipitação local, conforme representado no Quadro 1.

**Quadro 1. Valores de *L*<sub>0</sub> (m<sup>3</sup>/ton RSU) e *k* (1/ano).**

<u>Precipitação e Degradabilidade</u>		<u>Composição do RSU</u>	<b>Relativamente Inerte</b>	<b>Moderamente Degradável</b>	<b>Altamente Degradável</b>
		<b>k</b>	<b>P &lt; 250 mm</b>	0,01	0,02
	<b>250 &gt; P &lt; 500 mm</b>	0,01	0,03	0,05	
	<b>500 &gt; P &lt; 1000 mm</b>	0,02	0,05	0,08	
	<b>P &gt; 1000 mm</b>	0,02	0,06	0,09	
<b>L<sub>0</sub></b>	<b>Valor Mínimo</b>	5	140	225	
	<b>Valor Máximo</b>	25	200	300	

Adaptado de BANCO MUNDIAL (2003).

Na intenção de avaliar a geração de CH<sub>4</sub> no município de Inconfidentes/MG foram criados três cenários tidos como referência (CR), pouco otimista (CPO) e otimista (CO). Esses cenários, representados na TABELA 2. têm o objetivo de apoiar a administração pública municipal na gestão do RSU, já que permitem visualizar os efeitos que poderão ocorrer com a adoção das práticas sugeridas.

Nesse sentido, utilizou-se a média nacional da composição gravimétrica, de acordo com estudos de Philippi Junior (1999), para a criação dos cenários de práticas de manejo de RSU, representado na TABELA 3., além de dados do IBGE (2002) que relata que cada habitante brasileiro gerou 0,74Kg de resíduos no ano 2000.

Tabela 2. Cenários de Gestão de RSU

Descrição	Referência	Pouco Otimista	Otimista
<b>Ano</b>	2007	2010	2012
<b>População (hab)</b>	7.253	7.629	7.890
<b>Produção per capita (kg/hab.dia)</b>	0,74	0,72	0,66
<b>Quantidade (ton/ano)</b>	19,6	20	19,06
<b>L<sub>0</sub> e k</b>	0,17 e 0,06	0,17 e 0,06	0,17 e 0,06
<b>Linha de base na queima</b>	-	20%	20%
<b>Eletricidade evitada</b>	-	0,2782	0,2782
<b>Eficiência na coleta de CH<sub>4</sub></b>	-	50%	75%
<b>Eficiência na queima do CH<sub>4</sub></b>	-	90%	95%

O CR foi adotado para o ano de 2007 e é tido como o cenário referência. CPO foi criado para o ano de 2010 tendo em vista a possibilidade de redução na geração per capita de RSU a nível de 3% no intervalo 2007 – 2010 com o fomento de um programa voltado para os 3R's. O CO foi elaborado para o ano de 2012 por acreditar que é possível reduzir a taxa de geração a nível de 10% no intervalo de 5 anos, mediante o fortalecimento de um programa de redução na fonte geradora.

Tabela 3. Estimativa da Composição Gravimétrica dos RSU gerados em Inconfidentes

Material	Cenários		
	Referência	Pouco Otimista	Otimista
<b>Matéria Orgânica (ton)</b>	2,82	2,88	2,74
<b>Papel/papelão (ton)</b>	1,32	1,34	1,28
<b>Vidro (ton)</b>	0,08	0,09	0,08
<b>Metal (ton)</b>	0,12	0,13	0,12
<b>Plástico (ton)</b>	0,15	0,16	0,15
<b>Outros (ton)</b>	0,87	0,89	0,84

Para realizar a estimativa da geração do biogás e auxiliar a avaliação de viabilidade do uso energético do mesmo, os cenários foram simulados no software “Biogás - Geração e Uso Energético” Aterros. Esse aplicativo é fruto de um convênio firmado entre a CETESB/SP, a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo - SMA-SP e o Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT.

O aplicativo apresenta em sua página inicial (Figura 1) a opção novo projeto, que permite a criação do projeto para lançamento de dados.



**Figura 1: Página do Programa Biogás**

A segunda página do aplicativo apresenta uma seqüência de etapas que devem ser seguidas para que os dados lançados sejam concluídos na forma de gráficos e relatórios para a demonstração dos resultados obtidos de acordo com os dados.



**Figura 2: Etapas do aplicativo Biogás**

A primeira etapa do aplicativo que denomina-se “caracterização do aterro”, exige o lançamento de dados que identifiquem a localização (nome do aterro, endereço, presença ou não de drenos no local, distâncias mais próximas de locais como indústrias, bairros e gasoduto e área do aterro);o gerenciamento, (análise energética que se estende em uso interno e uso externo; contatos e registros fotográficos). A segunda etapa denominada “Estimativa de geração de biogás no aterro – entrada de dados” conta com o lançamento de dados que são solicitados para que possam ser processados através da equação de primeira ordem, cujas variáveis são: “k” (constante de decaimento) que varia entre os valores de 0,003 a 0,15 e “Lo” (potencial de geração do biogás) que varia entre os valores de 0,001 a 0,312, “Rx” (fluxo de resíduos diários) e o ano a ser avaliado a produção de biogás . Em seguida, é necessário o lançamento de dados da datas de fechamento e abertura do lixão e se há conhecimento do histórico do lixão. A terceira etapa “Estimativa de geração de biogás no aterro- resultados” se divide em gerar gráficos que demonstram os resultados da vazão e da potência energética do biogás.

A partir do processamento dos dados criados e representados nos cenários de gestão de RSU são obtidas as Figuras 3, 4 e 5, que representam a vazão total de metano gerada na linha (a) e a vazão captada na linha (b) de acordo com a eficiência na coleta de metano.

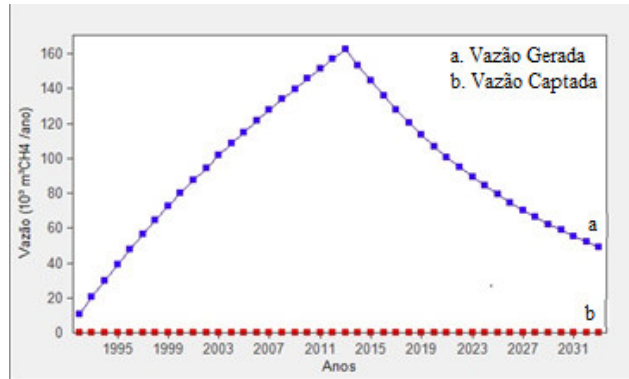


Figura 3: Gráfico Vazão x Ano – Cenário REFERÊNCIA (2007)

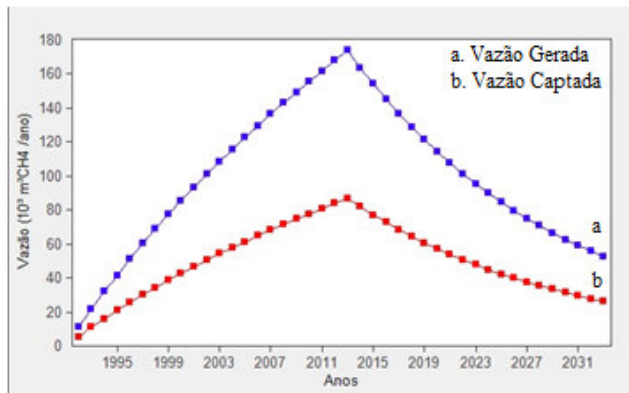


Figura 4: Gráfico Vazão x Ano – Cenário POUCO OTIMISTA (2010)

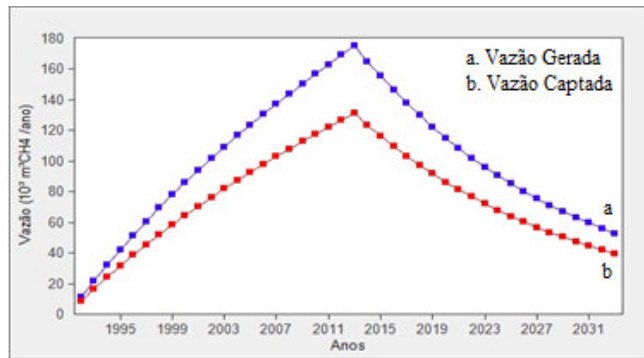


Figura 5: Gráfico Vazão x Ano – Cenário OTIMISTA (2012)

## RESULTADOS OBTIDOS

Observando os gráficos, pode-se analisar que em CR a vazão captada de metano é nula, pois o lixão não apresenta sistema de recuperação do metano gerado. No gráfico referente ao CPO percebe-se que a vazão máxima de metano chega a  $180 \times 10^3 \text{ m}^3\text{CH}_4$  no ano de 2013, sendo que se houvesse um sistema de captação e queima, o aproveitamento seria de aproximadamente  $80 \times 10^3 \text{ m}^3\text{CH}_4$  para o mesmo ano. Com isso o lixão deixaria de emitir na atmosfera  $75 \times 10^3 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{ano}$  ou 46,87%, lembrando que o  $\text{CH}_4$  é 21 vezes mais poluente do que o  $\text{CO}_2$  que será emitido após a queima. Já no gráfico do cenário otimista (2012), a vazão máxima é de  $180 \times 10^3 \text{ m}^3\text{CH}_4$ , podendo ser aproveitado cerca de  $130 \times 10^3 \text{ m}^3\text{CH}_4$  para geração de energia ou 72,22% do gás gerado no lixão. Com isso, tem-se que mais de 70% do metano não seria lançado na atmosfera.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A falta de um sistema de recuperação de gases causa grandes impactos ambientais negativos, por isso, recomenda-se que seja viabilizado a determinação da composição gravimétrica dos RSU municipal, assim como o estudo da viabilidade econômica, social e ambiental da implantação de um aterro sanitário. Analisando os dados, comprova-se que a adoção do cenário otimista evitaria que grande parte do gás metano gerado a partir da decomposição da matéria orgânica no lixão da cidade de Inconfidentes, seria emitido na atmosfera. A partir de todos os resultados obtidos durante a observação dos três cenários, percebe-se que com a falta de uma tecnologia de captação de metano, o município deixa de gerar energia e emite esse metano à atmosfera.

Para que as hipóteses de gerenciamento integrado de RSU sejam criadas de acordo com o cenário real não se deve abrir mão de dados coletados na prática, pois os valores apresentados na literatura para o potencial de geração de gases ( $L_0$ ) e a taxa de produção do (k), não substituem os valores evidenciados em medições realizados “in loco”. O processo de avaliação da geração do biogás não deve se apoiar apenas nas quantidades de metano gerada, mas sim, nos diversos fatores existentes, o que faz com que estudos futuros possam indicar as características peculiares dos municípios brasileiros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/previdencia/noticias/27032002pnsb.shtm>. Acessado em: 03/03/2010.
2. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico, 2000. Rio de Janeiro, 2002. [On-line]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm> Acessado em: 03/03/2010.
3. PREFEITURA MUNICIPAL DE INCONFIDENTES. Prefeitura Municipal de Inconfidentes, 2010;
4. PHILIPPI JÚNIOR, A. (1999). Agenda 21 e resíduos sólidos. In: RESID'99 - SEMINÁRIO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS, São Paulo, 1999. Anais. São Paulo, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. p.15-26.
5. BANCO MUNDIAL. **Manual para a Preparação de Gás de Aterro Sanitário para Projetos de Energia na América Latina e Caribe Banco Mundial**: Compreendendo o Recurso do Gás de Aterro Sanitário e as Aplicações Potenciais. Disponível em: <http://www.bancomundial.org.ar/lfg/Archivos/Brasil/section2.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2009.