



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO TEÓRICA DO METANO GERADO NO ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS-TO

Thaysi Castro Coelho<sup>1</sup>; Rafael Montanhini Soares de Oliveira<sup>2</sup>

### RESUMO

A intensificação das atividades humanas e o aumento da população juntamente com o poder aquisitivo da mesma têm provocado o aumento acelerado da geração de resíduos sólidos. Em contrapartida a dificuldade da administração pública aliada à falta de ações corretas de manejo de resíduos e o preço elevado para que ocorra o correto gerenciamento dos resíduos são algumas das maiores dificuldades ocorridas atualmente para o setor. Dentre as soluções encontradas para a disposição dos resíduos sólidos urbanos os aterros sanitários têm sido de maior viabilidade econômica, por mais que seja oneroso todo o processo torna-se em relação aos demais sistemas de tratamento de resíduos sólidos o mais viável para trabalho. A decomposição anaeróbia da matéria orgânica promove a liberação do biogás, cujos principais constituintes são o metano e dióxido de carbono, sendo que aquele corresponde de 40 a 60% do biogás gerado. A partir de uma estimativa teórica que leva em consideração a quantidade de resíduos gerados em um dado período de tempo, a relação de componentes dos resíduos sólidos, o início de deposição e o ano atual para o qual se pretende estimar a geração de metano e demais variáveis chegou-se ao total de metano gerado nos os anos de 2008, 2009 e 2010. Logo, esse estudo realizou-se a estimativa teórica da geração do metano para o Aterro Sanitário de Palmas – TO.

**Palavras-chaves:** Resíduos Sólidos Urbanos; Aterro Sanitário; Metano.

### THEORETICAL ESTIMATION OF THE GENERATING OF METHANE IN LANDFILLS IN PALMAS-TO

### ABSTRACT

There has been an increase of solid waste due to the intensification of human activities and population increase along with the acquisition of purchasing power which has resulted in the need of getting rid of this solid waste. Some of the major difficulties are in the public administration along with the lack of correct actions for getting rid of it and also the high price that is required for the proper management of getting rid of such waste currently occurring in this sector. Among the proposed solutions for the disposal of municipal solid waste are landfills which are of great economic viability but are more costly in relation to other systems of treatment for solid waste, however it is the most feasible for the job. The anaerobic decomposition of organic matter promotes the release of biogas of which the main constituents are methane and carbon dioxide and which represents an estimate of 40% to 60% of biogas generated. From a theoretical estimate that takes into account the amount of waste generated in a given period of time, a list of the solid waste components, from the beginning of the deposition, and the current year for which it intends to estimate the generation of methane and other variables came to the total of methane generated in the years of 2008, 2009, and 2010. Therefore, this study was conducted on the theoretical estimate of the generation of methane for landfills in Palmas-TO.

**Keywords:** Municipal Solid Waste, Landfills, Methane.

---

Trabalho recebido em 30/07/2011 e aceito para publicação em 27/04/2012.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins

<sup>2</sup> Professor Doutor da Universidade Federal do Tocantins. Endereço(1): Quadra 1006 Sul Alameda 15 Lote 09, centro - Palmas - Tocantins - CEP: 77.023-600 - Brasil - Tel: +55 (63) 8408-8807- e-mail: coelho.ambiental@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com dados das Nações Unidas, no ano de 2007 atingiu-se um marco emblemático referente à população mundial urbana. Pela primeira vez, uma em cada 2 pessoas vive em cidades. Entre 2005 e 2030, a população das cidades deve crescer em uma média anual de 1,78% ao ano, quase o dobro do crescimento esperado para a população mundial como um todo. Esse aumento da população urbana – que se acelerou nos últimos 50 anos graças às inovações tecnológicas na área da saúde e da produção de alimentos – deverá ocorrer principalmente nos países em desenvolvimento (ICLEI, 2009).

Os novos hábitos de consumo aliados ao crescimento populacional e às melhorias na situação econômica do pós-guerra causaram um aumento vertiginoso na geração de resíduos. Dentre as soluções, os aterros sanitários, respeitadas as normas ambientais, são uma alternativa viável para reduzir os impactos decorrentes da disposição sem controle de resíduos nos países em desenvolvimento, principalmente aqueles com grande extensão territorial e densidade populacional mais baixa (ICLEI, 2009).

A disposição final do lixo urbano é um dos graves problemas ambientais enfrentados pelos grandes centros urbanos

em todo o mundo e tende a agravar-se com o aumento do consumo de bens descartáveis, que passam cada vez mais a compor os grandes volumes de lixo gerados pela população (ENSINAS, 2003).

No Brasil, grande parte dos resíduos sólidos ainda é descartada sem nenhuma forma de tratamento. Despejos clandestinos estão presentes na maioria dos municípios e os aterros verdadeiramente sanitários são poucos. Além dos diversos impactos ambientais locais e sobre a saúde e qualidade de vida dos cidadãos, os resíduos sólidos urbanos sem disposição adequada consistem uma fonte significativa das emissões de metano ( $\text{CH}_4$ ) (ICLEI, 2009).

O processo de biodegradação dos resíduos sólidos urbanos no interior do aterro sanitário produz gases tóxicos, que além de prejudicar a saúde humana provocam impactos para o meio ambiente. Os principais gases gerados durante esse processo são dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) representado por aproximadamente 45%, metano ( $\text{CH}_4$ ) contribuindo com 60%, gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), mercaptanas dentre outros. Ao conjunto desses gases dá-se o nome de biogás. Esses gases são preocupantes do ponto de vista local (odores e efeitos sobre a saúde), regional e global (o metano contribui para o aumento do efeito estufa). A produção de metano

em aterros municipais em todo o mundo representa de 5 a 15% do metano total lançado na atmosfera. Além disso, o metano é de 20 a 25 vezes mais efetivo que o CO<sub>2</sub> na absorção da energia infravermelha, contribuindo significativamente para o aumento do efeito estufa (CATAPRETA; SIMÕES, 2009).

Atualmente, a sociedade e a administração pública, se deparam com um grande desafio quanto à gestão dos resíduos sólidos. Sua produção vem aumentando devido à intensificação das atividades humanas nas últimas décadas, dificultando o manejo e disposição correta dos mesmos. Quando os resíduos sólidos são dispostos de forma inadequada, o gás metano produzido ao invés de ser captado e aproveitado para algum tipo de aproveitamento ou até mesmo a queima para minimizar seu dano ao meio ambiente, é emitido à atmosfera, causando sérios danos, por se tratar de um gás de efeito estufa.

Por ser um gás altamente combustível, o biogás necessita ser continuamente drenado para evitar explosões no interior do aterro sanitário. No Brasil, a maioria dos aterros utiliza o sistema de drenos abertos, onde é mantida acesa uma chama para promover a queima imediata do biogás que continuamente é

drenado. Esse sistema apresenta uma baixa eficiência e estima-se que apenas 20% do biogás drenado seja efetivamente destruídos pela queima. O restante é simplesmente emitido para a atmosfera (ICLEI, 2009).

A cidade de Palmas há 9 anos conta com a existência de um aterro sanitário, mais precisamente desde Novembro de 2001, local onde são dispostos os resíduos sólidos gerados em todo território urbano do município. Dentre as instalações que devem compor um aterro sanitário para que seu tratamento seja completo é o sistema de coleta e queima do biogás, caso não seja aplicada atividade de beneficiamento do biogás para uso mais nobre de sua capacidade energética. O aterro sanitário de Palmas desde a sua implantação não realiza a queima do biogás, sendo que o gás é somente coletado por meio de drenos abertos e liberado diretamente para a atmosfera.

Tendo em vista que a maior parte do biogás é formado de metano (CH<sub>4</sub>) além de existir a necessidade de estudos sobre o tema para a cidade de Palmas que conta com um aterro sanitário, e sendo possível agregar informações para a possível instalação de equipamentos que promovam a queima do biogás gerado, o presente trabalho visa estimar a quantidade de metano gerado no aterro sanitário de

Palmas, para que, futuramente seja possível a realização da queima ou beneficiamento do mesmo, uma vez que o biogás gerado em aterro sanitário possui uma vasta gama de utilização energética.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A primeira etapa foi caracterizar os resíduos gerados no município de Palmas através de um estudo gravimétrico, enfocando parâmetro quantitativo, uma vez que esse traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de resíduo analisado.

O objetivo de realizar-se a determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Palmas é o fato de ser necessário calcular a fração de carbono orgânico contido no resíduo que é depositado no aterro.

Adotou-se como referência metodológica para a determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos elaborado pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM).

Para tanto, utilizou-se os seguintes materiais:

- Balança com capacidade para pesar 300 Kg;
- 1 Tambor em material metálico 200 L;

- 2 Enxadas;
- 1 Pá;
- Máscara de proteção respiratória com filtro;
- Luva sanitária para o manuseio dos resíduos;
- Bota de borracha.

Para cada período de rotas dos caminhões coletores obteve-se uma amostra significativa do resíduo da região. Totalizando-se a realização de quatro determinações de composição gravimétrica, com uma composição para cada período de rota dos caminhões.

Realizou-se o preparo da amostra, de forma que foram coletadas as amostras iniciais com cerca de 2m<sup>3</sup> de volume a partir do resíduo que chegava ao aterro. De forma aleatória escolheu-se um caminhão de cada período de rota da cidade que havia realizado a coleta e utilizou-se parte do resíduo desse para determinar a composição gravimétrica.

A amostra inicial foi colocada em terreno plano e misturada com o auxílio de pás e enxadas, até se obter um único lote homogêneo, rasgando-se os sacos plásticos, caixas de papelão, caixotes e outros materiais utilizados no acondicionamento dos resíduos, dividia-se a massa de resíduo e misturava-se novamente até obter uma massa única

homogênea e armazenada em tambor de 200 L. A Figura 1 abaixo ilustra o

procedimento.



**Figura 1.** Mistura dos sacos que acondicionam os resíduos

Os componentes separados e determinados na realização da composição gravimétrica foram: matéria orgânica, papel/papelão, plásticos, vidros, metais e outros, sendo que o componente outros, corresponde aos demais tipos de lixo que não se enquadram nos descritos (tecido, borracha). O procedimento supracitado foi realizado 4 vezes, alcançando-se assim um percentual de todo o município

Para estimar o potencial de geração de metano utilizou um modelo teórico de estimativa como ferramenta de previsão do volume de metano a ser gerado pelo período de tempo considerado. O método utilizado foi desenvolvido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 1996).

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

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

Entretanto, será necessário primeiro calcular a fração de carbono orgânico degradável no lixo (COD) depositado no aterro utiliza-se a Equação 2:

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

O COD<sub>i</sub> depende da composição do material depositado no aterro, apresentado na Tabela 1 em conformidade com o guia do IPCC. O W<sub>i</sub> será de acordo com a análise gravimétrica do resíduo em porcentagem dos componentes presentes no lixo, ou seja, matéria orgânica, papel/papelão, vidros, outros.

**Tabela 1** - Teor de carbono orgânico degradável para cada componente do lixo.

Componente	Porcentagem COD (em massa)
Papel papelão	40
Restos de alimentos	15
Resíduos de parques e jardins	17
Tecidos	40
Madeiras	30

Fonte: IPCC (1996)

Após o cálculo do COD, é necessário calcular o potencial de geração de metano no resíduo ( $L_0$ ), observado na Equação 3:

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

(3)

A fração de COD dissociada ( $COD_f$ ), segundo Birgmer (1987) citado por Ensinas (2003, p.29) indica a fração de carbono que é disponível para a decomposição bioquímica, e pode ser obtida pela Equação 4.

$$COD_f = 0,014 T + 0,28 = 0,77 \quad (4)$$

O Fator de Correção do Metano (FCM) recomendado pelo IPCC para este fator é de 1,0 para aterro adequado caracterizando aterro bem gerenciado.

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).

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).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de estudo compreendeu o intervalo de tempo entre 13 e 16 de Setembro de 2010, havendo o cuidado de não realizar o procedimento durante feriados, sábados e domingos. Esse procedimento teve por finalidade evitar a influência desses períodos sobre a quantidade e a qualidade dos componentes da amostra.

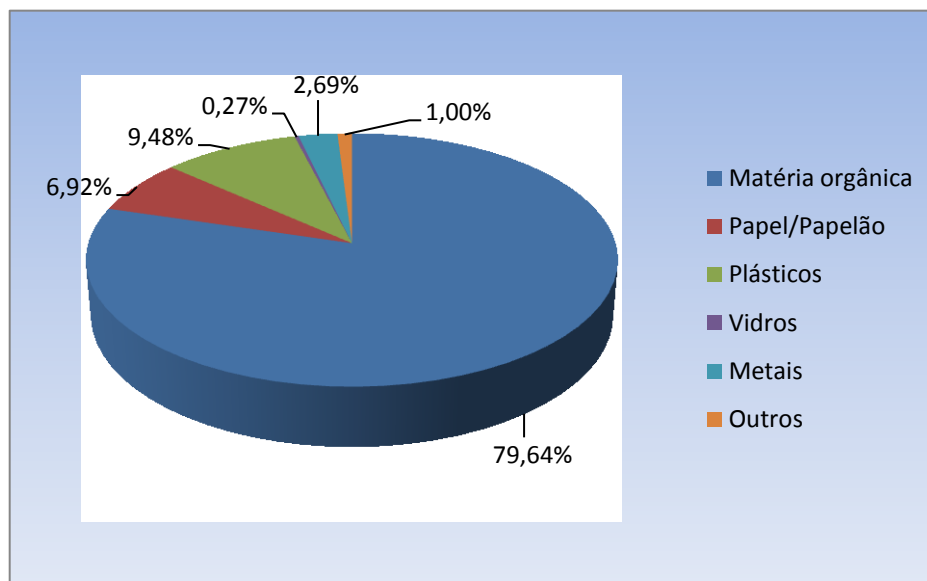
A amostra final composta pela média aritmética das 4 amostras primárias esta representada na Tabela 2. O significado desses dados (Figura 2) representa a realidade do município de Palmas, onde a grande maioria de seus resíduos é formada por materiais orgânicos compondo-se de 79,64 %, 6,92% de

papel/papelão, 9,48% de plásticos, 0,27% de vidros, 2,69% de metais e 1% de outros

tipos de resíduos que não se enquadrem nos supracitados.

**Tabela 2** - Análise Gravimétrica dos Resíduos Sólidos de Palmas.

Quarteamento dos resíduos de Palmas - TO	
Material	
Matéria orgânica	29,57
Papel/Papelão	2,57
Plásticos	3,52
Vidros	0,1
Metais	1,0
Outros	0,37



**Figura 2** - Análise gravimétrica dos resíduos sólidos de Palmas.

O método apresentado neste trabalho é uma estimativa teórica. Esse método envolve a estimativa da quantidade de carbono orgânico degradável presente no lixo, calculando assim a quantidade de metano que pode ser gerada por

determinada quantidade de resíduo depositado, considerando categorias de resíduos sólidos domésticos.

- Cálculo de COD

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

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

Onde:

A: papel/papelão = 6,92%

B: restos de alimentos = 79,64%

E: madeira = 1%

$$COD = 15,014$$

$$COD = 0,15014$$

Dividi-se o valor obtido por 100, em função das porcentagens. Os valores referentes a  $W_i$  foram obtidos a partir da composição gravimétrica dos resíduos. De forma que se levou em consideração no presente estudo o cálculo referente a papel/papelão, matéria orgânica e considerou-se o valor de 1% para os resíduos de madeira, uma vez que não foram levados em consideração os resíduos da madeira na composição gravimétrica e embora não tenham sido encontrados durante a realização da composição gravimétrica. Segundo Birgemer (1987) citado por Ensinas (2003, p.81) somente 70% da madeira é passível de ser biodegradada, pois os outros 30% são compostos por lignina que não degrada ou degrada a taxas muito pequenas.

Os valores referentes a resíduos de parques e jardins não foram considerados, pelo fato dos mesmos não serem depositados nos mesmos locais que os

resíduos sólidos domésticos, havendo aqueles deposição diferenciada.

- Cálculo de  $L_0$

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

$$L_0 = 0,8 \times 0,15014 \times 0,77 \times 0,5 \times \frac{16}{12}$$

Portanto:

$$L_0 = 0,061 \text{ Kg } CH_4 / \text{Kg RSD}$$

Considerando a densidade do  $CH_4$  ( $0^\circ\text{C}$  e 1,013 bar) como 0,0007168 t/m<sup>3</sup> (FIGUEIREDO, 2007). Tem-se:

$$L_0 = \frac{0,061 \text{ Kg } CH_4 / \text{Kg RSD}}{0,0007168 \text{ t/m}^3}$$

$$L_0 = 85,1 \text{ m}^3 CH_4 / \text{t RSD}$$

- 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



$$R_{x_{2010}} = 55.202,080 \text{ t}$$

$$E_{CH_4_{2010}} = k \times Rx \times L_0 \times e^{-k(x-T)}$$

$$E_{CH_4_{2010}} = 0,09 \times 55.202,080 \times 85,1 \\ \times e^{-0,09(2010-2001)}$$

$$E_{CH_4_{2010}} = 188.082,756 \text{ m}^3 CH_4 / \text{ano}$$

$$E_{CH_4_{2010}} = 21,47 \text{ m}^3 CH_4 / h$$

O valor de Rx refere-se ao fluxo de resíduo no ano, de forma que os cálculos acima são referentes ao ano de 2010 com resíduos recebidos até o mês de Setembro. Para os anos de 2008 e 2009 os cálculos são similares, ocorrendo apenas a modificação do valor de Rx. Torna-se necessário ressaltar ainda que se considerou os mesmos valores da composição gravimétrica realizada em 2010 para os anos de 2008 e 2009, uma vez que os referidos anos não houve

determinação da composição gravimétrica dos resíduos.

$$R_{x_{2009}} = 49.165,923 \text{ t}$$

$$R_{x_{2008}} = 43.430,348 \text{ t}$$

Sendo assim, para os anos de 2008 e 2009 a emissão de metano foi respectivamente:

$$E_{CH_4_{2008}} = 177.157,627 \text{ m}^3 CH_4 / \text{ano}$$

$$E_{CH_4_{2008}} = 20,22 \text{ m}^3 CH_4 / h$$

$$E_{CH_4_{2009}} = 183.292,307 \text{ m}^3 CH_4 / \text{ano}$$

$$E_{CH_4_{2009}} = 20,92 \text{ m}^3 CH_4 / h$$

A quantidade de metano gerado nos anos de 2008, 2009 e 2010 até o mês de Outubro calculado segundo a metodologia descrita anteriormente, obtida por meio do IPCC é representado na Figura 3.

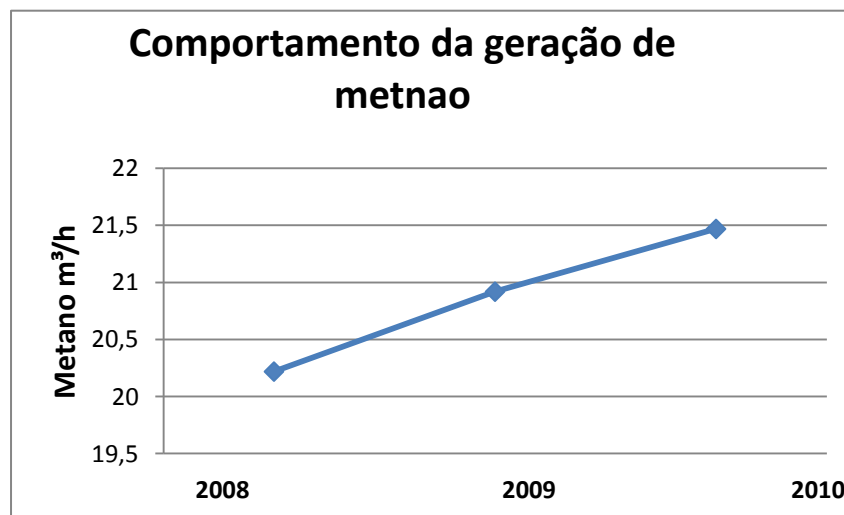


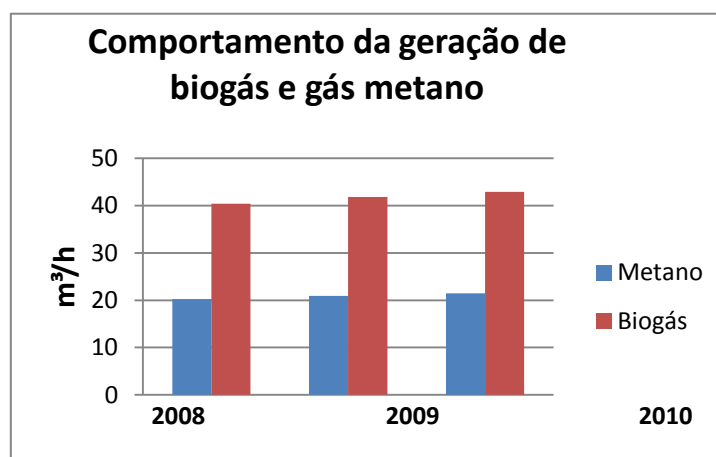
Figura 3 - Comportamento da geração de metano.

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)

Sendo assim a estimativa teórica da geração de biogás encontra-se expressa na Tabela 3 e na Figura 4.

**Tabela 3** - Comportamento da geração de gás metano e biogás

Cálculo da geração de gás metano e biogás			
(m <sup>3</sup> / h)	2008	2009	2010
Metano	20,22	20,92	21,47
Biogás	40,44	41,84	42,94



**Figura 4.** Comportamento da geração de biogás e gás metano

A partir da metodologia adotada foi possível calcular a vazão teórica de gás metano e biogás para o Aterro Sanitário de Palmas. Acredita-se que parte do fluxo de biogás gerado no aterro de Palmas não esteja sendo conduzido aos drenos verticais de captação, escapando pela superfície por meio de trincas e fissuras na camada de cobertura. Chega-se a essa constatação apenas pela observação da presença desses

elementos na estrutura do aterro, e tendo em vista que demais trabalhos na literatura abordam a possibilidade de vazamento de gases por essas falhas na estrutura. Outra via possível de vazamento de biogás são os drenos horizontais de chorume que são interligados aos drenos verticais de biogás.

#### 4. CONCLUSÃO

Foi possível perceber através dos resultados de emissão de metano para os anos de 2008, 2009 e 2010 que a quantidade de Resíduos gerados em Palmas tem aumentado em função do número de habitantes, uma vez que a geração de resíduos sólidos esta diretamente relacionado à população e ao poder aquisitivo da mesma. De forma que para o ano de 2008 em que a população foi de 184.010 habitantes a geração total de resíduos foi de 43.430,348 toneladas. O ano de 2009 teve um crescimento de 2,5 % da população saltando-se para 188.645 habitantes, em contra partida a geração de resíduos sólidos obteve um aumento de 13,2%, atingindo-se para o ano de 2009 o total de 49.165,923 toneladas. Durante o corrente ano os dados quanto à geração de resíduos foram coletados até o mês de Outubro, de forma que têm-se até então o total de 55.202,080 toneladas, com aumento na geração de resíduos de 12,27% em relação ao ano anterior, sabendo que esse valor não coincide com o ano total, fazendo-se um cenário do total de resíduos para o ano completo adotando-se o valor de 6.000,000 toneladas por mês se chegaria ao total de 67.202,080 toneladas, o que significaria um aumento de 36,68% de crescimento na geração de resíduos durante o ano de 2010 para a cidade de Palmas. A

população cresceu em um ritmo menor a geração de resíduos tendo-se um aumento de 18,64% totalizando 223.817 habitantes.

Pode-se constatar que a geração de resíduos no presente ano dobrou em geração ao crescimento da população, de forma que ao término do ano poder-se-á chegar ao número de 0,82Kg/hab.dia de Resíduos Sólidos Urbanos, para o ano de 2009 teve-se a geração de 0,71 Kg/hab.dia e para o ano de 2008 de 0,65 Kg/hab.dia. Observa-se o grande aumento na geração de resíduos por habitantes totalmente proporcional ao aumento da população.

O valor máximo atingido pela emissão do metano foi de 21,47 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/h, tendo-se a certeza de que esse valor tende a aumentar até a conclusão do ano, uma vez que os dados coletados foram até o mês de Outubro, tendo-se assim os meses de Novembro e Dezembro de descarga de resíduos sólidos no aterro. Tendo em vista o constante crescimento da cidade e o aumento significativo da geração de resíduos sólidos destinados ao aterro sanitário, a tendência para a geração de metano e biogás é de crescimento. Sendo que pode-se pressupor que em um curto espaço de tempo tornar-se-á necessária a implantação de um sistema de coleta ou queima para o biogás gerado no aterro sanitário. De forma que a implantação do sistema o quanto antes possibilitaria

facilidades no futuro, principalmente quanto ao custo para implantação do sistema que não seria tão alto, tendo em vista que a implantação se tornaria periódica a medida do crescimento do aterro.

O presente trabalho atentou-se para a estimativa da capacidade de geração de metano e de biogás para o Aterro Sanitário de Palmas, cabe agora, a realização de demais pesquisas com o propósito de se determinar a estimativa da capacidade de geração de energia elétrica a partir do presente aterro. Estudos esses que poderão dar subsídio de conhecimento às autoridades competentes para a realização de projetos de aproveitamento do biogás do Aterro Sanitário de Palmas.

Embora a implantação de um sistema para queima do biogás ou de geração de energia elétrica em um aterro tenha alto custo, essa é a solução mais eficaz para problemas provocados pela emissão de metano, reduzindo dessa forma a emissão de gases de efeito estufa.

Cabe ainda ressaltar que no caso de um sistema para geração de energia elétrica a energia gerada pelo sistema poderá ser consumida pelo próprio aterro e a excedente vendida para empresas privadas. Fazendo assim com que o retorno dos investimentos se dê em um curto intervalo de tempo, justificando a

viabilidade econômica de um projeto como esse.

Para o caso da queima direta do biogás gerado no aterro por meio de flares, poderia ser obtido recursos de créditos de carbono, através da implementação de um projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) que foi instituído pelo Protocolo de Kyoto, gerando assim Créditos Certificados de Redução de emissões antrópicas de gases de efeito estufa.

Em síntese, pode-se avaliar que o biogás é uma fonte de energia renovável, que acumula vantagens ambientais, sociais, econômicas e tecnológicas significativas. Sem captação o biogás gerado em aterros é lançado na atmosfera onde contribui com grande impacto ambiental ampliando o aquecimento do planeta. Por outro lado, para que os projetos sejam realizados é necessária a geração de linhas de crédito e que a Administração Pública invista significativamente em projetos de geração de energia ou queima.

## 5. REFERÊNCIAS

- CATAPRETA, C. A. A; SIMÕES, G. F. Monitoramento da qualidade do biogás gerado em um aterro sanitário experimental. In: **XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Recife-PE, 2009.

ENSINAS, A. V. Estudo da geração de biogás no aterro sanitário Delta de Campinas – SP. Campinas, 2003. 77 p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Mecânica) Universidade Estadual de Campinas.

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 ago. 2010.

MONTEIRO, J. H.P. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Coordenação técnica Victor Zular Zveibil, Rio de Janeiro: IBAM, 2001.