

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRYZZA LAYANNE CAVALCANTE REIS

ESTUDO DE CASO: APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO BIOGÁS DE  
ATERRO DO MUNICÍPIO DE BARRA DO GARÇAS-MT

CURITIBA

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRYZZA LAYANNE CAVALCANTE REIS

ESTUDO DE CASO: APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO BIOGÁS DE  
ATERRO DO MUNICÍPIO DE BARRA DO GARÇAS-MT

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Projetos sustentáveis, mudanças climáticas e gestão corporativa de carbono do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como requisito para obtenção do título de especialista.

Orientador: Prof.Ms.Alexandre Dullius.

CURITIBA

2015

# ESTUDO DE CASO: APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO BIOGÁS DE ATERRO DO MUNICÍPIO DE BARRA DO GARÇAS - MT

Bryzza Layanne Cavalcante Reis<sup>1</sup>

Orientador: Alexandre Dullius

<sup>1</sup>Eng. de produção, bacharel, UNEMAT, bryzza\_17@yahoo.com.br.

## RESUMO

O presente trabalho aborda a problemática ambiental urbana originada pela má disposição final dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Barra do Garças, Estado de Mato Grosso, no qual objetivou-se analisar o aproveitamento energético dos resíduos dispostos no aterro sanitário do município. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica acerca do biogás e seus benefícios energéticos, para a melhor compreensão da área de estudo pretendida. Fez-se um estudo de caso no aterro municipal, onde quantificou-se a produção de biogás ali gerado. A estimativa da geração do biogás seguiu a metodologia de Inventário do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), obtendo-se o valor de geração de biogás igual a 2.724,42 m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub> e uma capacidade de geração de energia elétrica equivalente a 25,34 MWh.

Palavras-Chave: Resíduos Sólidos Urbanos; Geração de Metano; Energia Renovável.

## ABSTRACT

This paper deals with urban environmental problems caused by poor final disposal of municipal solid waste in the city of Barra do Garças, Mato Grosso, which aimed to analyze the energy use of waste disposed in the landfill of the municipality. For this, a literature review was conducted on biogas and its energy benefits, for a better understanding of the intended field of study. There was a case study in the municipal landfill, where quantified the biogas generated there. The estimation of biogas generation followed the IPCC inventory methodology ( Intergovernmental Panel on Climate Change ) , obtaining biogas generation value of 2724.42 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> and a capacity of power generation equivalent to 25,34 MWh .

Keywords : Municipal Solid Waste ; Methane generation ; Renewable energy.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	5
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	7
<b>2.1. Biogás de Aterro</b> .....	7
<b>2.2. Aproveitamento Energético do Biogás</b> .....	7
<b>2.3. Geração de Energia Elétrica com Biogás</b> .....	7
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	8
<b>3.1. Local de Estudo</b> .....	8
<b>3.2. Abordagem do Estudo</b> .....	9
<b>3.3. Metodologia</b> .....	9
3.3.1. Coleta de Dados.....	10
3.3.2. Estimativa de Geração de Biogás.....	11
3.3.3. Conversão do Biogás em Energia Elétrica.....	12
3.3.4. Payback Simples.....	12
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	13
<b>4.1. Estudo de Caso: Aterro Sanitário de Barra do Garças/MT</b> .....	13
<b>4.2. Cálculo de Geração de Biogás no Aterro</b> .....	14
<b>4.3. Cálculo de Geração de Energia Elétrica por Metano</b> .....	15
<b>4.4. Payback Simples</b> .....	15
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	16
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	16

## 1. INTRODUÇÃO

O meio ambiente é imprescindível a sobrevivência da humanidade. Cuidar, preservar, manter o equilíbrio, é fundamental para garantir não só a nossa existência, mas também das futuras gerações. A Constituição Federal art. 225, dispõe que o meio ambiente é bem de uso comum do povo e um direito de todos os cidadãos, estando o Poder Público e a coletividade, obrigados a preservá-lo e a defendê-lo. Infelizmente, a aplicação das leis não são tão rigorosas como deveriam, pois ainda há inúmeros casos de queimadas, animais em extinção, anomalias no clima, poluição do ar, destinação incorreta dos resíduos gerados, dentre outros tantos impactos ambientais existentes.

No que diz respeito à destinação incorreta dos resíduos gerados, existe uma política específica, a Lei de nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), alterando a Lei 9.605/98 (Lei de crimes ambientais). A Lei 12.305/10 prevê a prevenção e a redução de geração de resíduos, propondo práticas e hábitos de consumo sustentável, além de instrumentos que propiciam o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente correta dos rejeitos, além de, instituir responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos e criar metas de redução a fim de eliminar os lixões (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

No que tange a disposição dos resíduos sólidos urbanos, dentre as várias formas de descarte, tais como o lixão, o aterro controlado, os métodos de incineração, os aterros sanitários são os que se apresentam mais adequados à disposição final dos resíduos. Porém, se mal gerenciados podem causar danos graves ao meio ambiente e a população. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2013), no Estado do Mato Grosso, onde se encontra o município objeto de estudo, quanto à coleta, do total de resíduos gerados, 86,30% foi coletado, porém, apenas 25,4% foi destinado adequadamente.

No entanto, o problema maior está nos impactos ambientais gerados, uma vez que os resíduos orgânicos em decomposição produzem uma mistura gasosa denominada biogás, composta principalmente pelos gases CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) e CH<sub>4</sub> (metano), conhecidos também por Gases de Efeito

Estufa (GEE), que quando lançados à atmosfera excessivamente, destroem a camada de ozônio, tornando o planeta vulnerável aos raios ultravioletas do Sol (CARNEIRO, 2009). Resultante dessa composição também está o chorume. Esses componentes oriundos da decomposição dos resíduos orgânicos, além de causar danos ao meio ambiente, como contaminação do solo, nascentes de rios, ar e alterações no clima, colocam em risco a saúde da atual sociedade e das gerações futuras (IPCC, 2006).

O biogás produzido em aterros sanitários por meio da decomposição da matéria orgânica apresenta-se como fonte alternativa de geração de energia elétrica, limpa e renovável. O aproveitamento oferece significantes benefícios econômicos e ambientais. Esses benefícios podem ser aproveitados por muitos atores, incluindo o proprietário e/ou operador do aterro sanitário, as firmas desenvolvedoras de projetos e/ou vendedoras de equipamentos, os distribuidores e consumidores de energia e a comunidade residente próxima ao aterro sanitário (LINDEMEYER, 2008).

A produção de energia do biogás em aterros sanitários representa ganhos para a sociedade (qualidade de vida, geração de empregos e redução de subempregos), para as prefeituras (representam uma fonte extra de renda com a comercialização da energia gerada pelo biogás) e para o meio ambiente (com redução de emissões de CH<sub>4</sub>, possível redução de consumo de combustíveis fósseis, no caso de aproveitamento energético, redução de odores e vetores nos aterros devido a boas práticas de gerenciamento, dentre outras) (LEITE, 2008). Levando em conta a atual crise energética do país, a maioria da energia disponível é proveniente de hidrelétricas e a escassez de chuvas dos últimos tempos provocou o baixo nível em seus reservatórios, energias sustentáveis tornaram-se mais atraentes, entre elas o biogás.

Diante do exposto, vê-se que a realização deste trabalho, cujo objetivo principal é analisar o aproveitamento energético do biogás gerado a partir dos resíduos sólidos urbanos dispostos no aterro sanitário de Barra do Garças, mostra-se pertinente à problemática quanto a emissão dos gases de efeito estufa gerados na decomposição da matéria orgânica dos resíduos.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Biogás de Aterro**

Segundo Felipetto (2007), o biogás é uma mistura gasosa oriunda da decomposição anaeróbia da matéria orgânica, proveniente dos mais diversos tipos de resíduos, como esterco de animais, lodo de esgoto, resíduos sólidos urbanos, resíduos agrícolas, efluentes industriais, plantas aquáticas, entre outros. A sua composição varia conforme as características do resíduo e as condições do processo de fermentação. O biogás produzido em aterros sanitários é composto principalmente de metano ( $\text{CH}_4$ ) (valor entre 50 e 80%) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), compondo aproximadamente 99% do total produzido. A presença de outros componentes, como monóxido de carbono, hidrogênio, nitrogênio, ácido sulfídrico e amônia, apresentam-se em pequenas porções (ELK, 2007).

### **2.2. Aproveitamento Energético do Biogás**

Para realizar a conversão energética do biogás, a energia química encontrada nas moléculas do metano é geralmente convertida em energia mecânica num processo de combustão controlada (FELIPETTO, 2007). A energia mecânica gerada, por sua vez, aciona um gerador convertendo-a em energia elétrica.

No processo realiza-se a captação forçada do biogás gerado no aterro, promovendo a sua combustão (ALVES, 2000). O biogás captado pode ser utilizado para os mais variados propósitos, não só a geração de energia elétrica, como a geração de energia térmica, o uso em veículos, iluminação e até mesmo em fogões a gás (PECORA, 2006).

### **2.3. Geração de Energia Elétrica com Biogás**

De acordo com Pecora (2006), a energia elétrica gerada por meio do biogás de aterro, pode abastecer o próprio aterro e em caso de excedentes de energia, pode ser convertida em créditos de energia pela concessionária local

de distribuição de energia elétrica. Há também a possibilidade de venda dos excedentes de energia nos leilões da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), onde as distribuidoras contratam energia para atender ao aumento da demanda em seus mercados nos anos seguintes. Além disso, pode-se obter receita com a venda dos créditos de carbono através do Mercado Voluntário de Carbono, onde as reduções de emissões são atestadas por organizações não governamentais e adquiridas por aqueles que visam compensar voluntariamente suas emissões de GEE. Esse mercado vem ganhando força principalmente para atender as atividades de compensação de emissão em maior escala (CARBONO BRASIL, 2015).

A energia elétrica proveniente do biogás é considerada economicamente viável, desde que sejam bem avaliadas várias condições do sistema (SOUZA, 2012). De acordo com Cenbio (2005) na conversão energética do biogás, os motores de combustão interna são os que se mostram mais eficientes, além de terem custo mais baixo que os demais. Porém, as turbinas a gás possuem maior eficiência global de conversão, quando operadas em cogeração (calor e eletricidade), entretanto, é um equipamento importado e seu valor, custos de operação e manutenção são elevados.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Local de Estudo**

Barra do Garças localiza-se no Estado de Mato Grosso, região Centro-Oeste do país, possuindo 58.099 habitantes, segundo dados do IBGE (2014). O município fica no nordeste do estado e foi criado no dia 13 de junho de 1924, mas foi emancipado em 15 de setembro de 1948. A cidade é banhada pelos rios Garças e Araguaia e faz divisa com o Estado de Goiás, apresentando IDH de 0,801 conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014).

Sua área em extensão corresponde a 9.078,983 km<sup>2</sup> e dista 550 quilômetros da Capital Cuiabá. As coordenadas Geográficas na latitude 15°53'24" S e longitude 52°15'24" WGr, estando a uma altitude de 322 m (IBGE, 2014). A região integrada de desenvolvimento econômico consiste nas



transações comerciais entre as cidades mato-grossense e goianas. Um aglomerado de 8 cidades próximas a Barra do Garças que somam aproximadamente 126 mil habitantes que transitam e comercializam diariamente (BARRA DO GARÇAS, 2015). A cidade possui grande potencial turístico, com praias de água doce, cachoeiras, trilhas e o parque das águas quentes.

### **3.2. Abordagem do Estudo**

Para desenvolver este trabalho, realizou-se um estudo de caso, que Gil (1999) conceitua como “o estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado...”. O estudo de caso foi realizado no Aterro Sanitário do Município de Barra do Garças – Mato Grosso, onde usou-se também como fonte de estudo a pesquisa exploratória e a pesquisa bibliográfica.

Os dados coletados foram fornecidos pela Secretaria de Paisagismo e Urbanismo do município, responsável pelo funcionamento do aterro sanitário; e pela empresa (terceirizada) LOC SERVICE que realiza a coleta do lixo na cidade. Realizou-se uma breve entrevista com os responsáveis a fim de entender melhor sobre a problemática do aterro e como é feito o seu gerenciamento. Além das fontes de dados citadas, os dados de censo demográfico para a realização dos cálculos foi encontrado no banco de dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) de Barra do Garças.

### **3.3. Metodologia**

A metodologia utilizada neste trabalho foi a sugerida pelo IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (2006), tendo como linha de base por escopo setorial 13, a AMS-III.G – adequada para projetos de pequena escala de captura de gás de aterro e queima ou produção de energia (UNFCCC, 2006).

Os modelos de cálculo para a determinação da geração de biogás em aterros sanitários classificam-se em quatro categorias distintas: de ordem zero, de primeira ordem, multifásicos e de segunda ordem. Dos quatro modelos, o

modelo de ordem zero é o menos confiável, uma vez que indica que a taxa de geração de metano é independente da quantidade de substrato restante ou da quantidade de biogás já produzida (ABRELPE,2013). Neste trabalho será usado o modelo de Decaimento de Primeira Ordem, possibilitando um perfil de emissões que estão sujeitas ao tempo decorrido e refletem melhor as reais pautas do processo de degradação ao longo do tempo (ABREU, 2009).

### 3.3.1. Coleta de Dados

Nesta seção, serão apresentados os dados coletados e utilizados para a realização dos cálculos para estimar a produção de biogás de aterro.

Na visita *in loco* e na entrevista realizada com os responsáveis, não foi obtido nenhum dado muito confiável no que diz respeito ao histórico de resíduos sólidos depositados no aterro. Uma vez que, a empresa terceirizada que realiza a coleta (não seletiva) do município assumiu o serviço público recentemente e não possui um histórico de dados registrados.

Mediante a falta de dados registrados, foi levantado junto ao IBGE de Barra do Garças, o histórico da população ano a ano desde a abertura do aterro sanitário, ou seja, de 2001(ano de abertura do aterro) até 2014,e também a média de geração de resíduos por habitante, que segundo a ABRELPE (2015), está em torno de 1,062 kg/hab/dia nos dias atuais. Na 4ª (quarta) coluna da tabela 1 fez-se uma média da geração de resíduos por habitante de acordo com a média do ano, ou seja, cada ano teve uma média diferente (e crescente), visto que ainda segundo a ABRELPE a geração de resíduos por pessoa aumentou 29% (entre 2003 e 2014). A partir desses dados foi possível estimar a quantidade de resíduos depositados no aterro, conforme segue na tabela 1.

Tabela 1- Total dos resíduos sólidos urbanos depositados.

Ano	População Total (hab.)	População Urb. (hab.)	RSD/Hab./ kg./dia	Total de RSD Gerados (t)
2001	52933	49228	0,733	36.083,90
2002	53448	49707	0,77	38.274,11
2003	54076	50291	0,789	39.679,35
2004	54704	50875	0,803	40.852,40
2005	56125	51635	0,848	43.786,48
2006	56854	52306	0,887	46.395,14
2007	57573	52967	0,93	49.259,46
2008	54882	49943	0,965	48.194,63
2009	55120	50159	1,03	51.663,98
2010	56560	50338	1,152	57.989,84
2011	56903	50644	1,189	60.215,32
2012	57235	50939	1,223	62.298,58
2013	57791	51434	1,3	66.864,19
2014	58099	51708	1,42	73.425,52
<b>Total</b>	-	-	-	<b>714.982,88</b>

\*Levou-se em consideração a taxa de população rural igual a 7%, conforme IBGE (2014).

Fonte: IBGE (2014).

### 3.3.2. Estimativa de Geração de Biogás

Para estimar a geração de biogás, considerando somente o METANO, utilizou-se o modelo de Decaimento de Primeira Ordem, cuja fórmula está representada abaixo:

$$Q_T(m^3/ano)=F.R_x.K.L_0.e^{-k(T-x)}$$

Os valores e parâmetros adotados para realizar os cálculos estão representados na tabela 2, a seguir.

Tabela 2 – Valores e parâmetros adotados para geração de metano (CH<sub>4</sub>).

VALORES UTILIZADOS		
<b>F (%)</b> (Fração de metano no biogás)	0,5	O método do IPCC (2006) sugere a utilização de um valor padrão de 0,5 (50%) que representa a média de composição do CH <sub>4</sub> no biogás gerado em aterros sanitários;
<b>K</b> (Constante de geração, ano <sup>-1</sup> )	0,17	<b>k</b> = 0,17 se > 1000 mm chuva/ano. Precipitação anual de Barra do Garças é de 1370mm segundo IBGE (2010);
<b>R<sub>x</sub>(kg)</b>	-	<b>R<sub>x</sub></b> = Total de resíduos depositados, levando em consideração que 100% do que é gerado é coletado;
<b>L<sub>0</sub>(m<sup>3</sup>/kg)</b> (Potencial de Geração de Metano)	0,20	<b>L<sub>0</sub></b> =DOC .DOCf . F . 16/12. Considerou-se <b>DOC(Carbono Orgânico Degradável) = 0,21</b> , <b>DOCf (Fração do DOC que decompõe) = 0,77</b> , <b>F= 0,5</b> e <b>16/12</b> (Ambos parâmetros definidos pelo IPCC, visto que não foi possível calcular o DOC por não haver dados registrados de cada um dos tipos de resíduos encontrados no aterro);
<b>e<sup>-k(T-x)</sup></b>	-	<b>k</b> = 0,17, e <b>x</b> = ano de contribuição desde início de atividade até <b>t</b> (ano atual).

### 3.3.3. Conversão do Biogás em Energia Elétrica

A quantidade média de poder calorífico inferior do metano em condições normais de pressão e temperatura é de aproximadamente 8.000 Kcal (quilocalorias). Que convertidas em kJ (quilojoules) são 33,440 kJ (s) (x 4,18). Transformando-se kJ em kWh, divide-se por 3.600, obtendo-se o valor de 9,3<sup>2</sup> kWh. Portanto, 1m<sup>3</sup>de metano equivale a 9,3kWh (RODRIGUES; AQUINO; ESTEVAM, 2011). Sendo assim, para tal conversão multiplica-se o volume de metano (m<sup>3</sup>) encontrado por 9,3 kWh equivalentes.

### 3.3.4. Payback Simples

Para este estudo realizou-se uma análise simples de quanto poderia ser gerado de receita com o aproveitamento energético do biogás no decorrer desses 14 anos de atividade no aterro sanitário de Barra do Garças. Para tanto, foi utilizada a média de preço pago no leilão da ANEEL para esse tipo de energia que corresponde a R\$ 212,75 por MWh (ANEEL, 2015). Utilizou-se uma fórmula simplificada e direta, multiplicando a capacidade de geração de

energia do aterro pelo preço médio por MWh, podendo ser representada pela fórmula abaixo:

**Receita (R\$)** = Capacidade de geração de energia(MWh).Preço médio(R\$).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Estudo de Caso: Aterro Sanitário de Barra do Garças/MT**

O aterro sanitário (em valas) de Barra do Garças localiza-se na rodovia MT-100 saída para Araguaiana e é gerenciado pela Secretaria de Urbanismo e Paisagismo do município. Segundo o CETESB (2013), de modo geral um aterro sanitário é construído para receber 100% dos resíduos de um ou mais municípios com uma vida útil de pelo menos 20 anos. Porém, essa vida útil depende de muitos fatores, como por exemplo a quantidade de resíduos destinados diariamente à ele, podendo variar o prazo, onde o ideal é que atinja sua capacidade máxima de armazenamento.

De acordo com o responsável direto pelo funcionamento do aterro, o mesmo está em atividade por cerca de 14 anos e pelo que foi observado em uma visita *in loco*, o aterro está operando além da sua capacidade máxima de armazenamento. As valas ficam abertas além do prazo, chegando a ficar de 3 a 5 dias, ou até mais, sendo que adequado é que os resíduos sejam cobertos assim que são colocados nas valas. Os resíduos ficam expostos, atraindo aves e parasitas para o local, como observado na figura 1.



Figura 1 – Aterro sanitário de Barra do Garças.

Fonte: NETO & SILVESTRI,2014.

#### 4.2. Cálculo de Geração de Biogás no Aterro

Para a análise do aproveitamento energético do biogás gerado no Aterro Sanitário de Barra do Garças, calculou-se a vazão de metano ( $m^3/ano$ ) a partir do seu ano de abertura 2001 até o ano de realização do inventário 2015, porém calculado com dados de 2001 a 2014, totalizando 14 anos de funcionamento. A vazão encontrada foi de 2.724,42 ( $m^3$ ) de  $CH_4$  gerados, como pode ser observado na tabela 3.

Tabela 3 – Valores de  $CH_4$  ( $m^3/ano$ ) encontrados.

Ano	F (%)	$R_x$ (Kg)	k	$L_0$ ( $m^3$ biogás/kg Rsd)	$e^{-k(t-x)}$	$Q_{CH_4}$ ( $m^3/ano$ )
2001	0,50	36.083,90	0,17	0,11	0,0926	56,77
2002	0,50	38.274,11	0,17	0,11	0,1097	71,38
2003	0,50	39.679,35	0,17	0,11	0,1300	48,24
2004	0,50	40.852,40	0,17	0,11	0,1541	58,87
2005	0,50	43.786,48	0,17	0,11	0,1827	74,79
2006	0,50	46.395,14	0,17	0,11	0,2165	93,93
2007	0,50	49.259,46	0,17	0,11	0,2567	118,21
2008	0,50	48.194,63	0,17	0,11	0,3042	137,09
2009	0,50	51.663,98	0,17	0,11	0,3606	174,19
2010	0,50	57.989,84	0,17	0,11	0,4274	231,75
2011	0,50	60.215,32	0,17	0,11	0,5066	285,23
2012	0,50	62.298,58	0,17	0,11	0,6005	349,78
2013	0,50	66.864,19	0,17	0,11	0,7118	444,98
2014	0,50	73.425,52	0,17	0,11	0,8437	579,20
<b>TOTAL</b>	-	-	-	-	-	<b>2.724,42</b>

No Brasil de modo geral, é conhecida a precariedade em relação às condições de gerenciamento de resíduos, que não permite a obtenção de dados confiáveis, induzindo, dessa forma, ao erro referente a levantamentos de geração de biogás, mais especificamente, em aterros sanitários, como falta de histórico de dados, resíduos gerados, coletados e informações em geral. O comportamento das vazões de metano ao longo dos 14 (quatorze) anos estudados podem ser observados na figura 2 a partir dos dados da tabela 3.

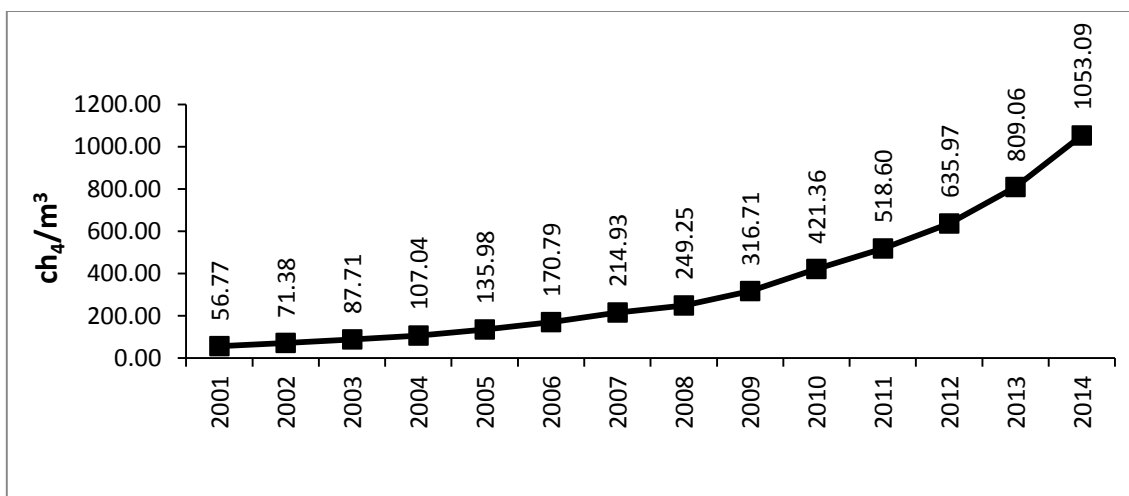


Figura 2 – Comportamento das vazões de metano encontradas em m³/ano.

#### 4.3. Cálculo de Geração de Energia Elétrica por Metano

Com o volume de 2.724,42 m³ de metano gerado, que multiplicado por 9,3kWh estimou-se uma potência de energia de 25,34 MWh.

#### 4.4. Payback Simples

Utilizando a fórmula simplificada para encontrar a receita que o município de Barra do Garças poderia ter ganho com o aproveitamento energético do biogás de aterro, como já descrita na metodologia. Estimou-se o valor de R\$ 5,39milhões, como observado abaixo:

**Receita (R\$)** = 25,34(MWh). 212,75 (R\$/MWh) = R\$ 5.390.469,31.

## 5. CONCLUSÕES

Segundo os cálculos realizados, foi gerado, de 2001 a 2014 2.724,42 m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub> no método de inventário do IPCC e uma capacidade de geração de energia elétrica de 25,34 MWh.

Diante do que foi exposto, percebe-se que um projeto de geração de energia por meio do biogás é uma alternativa racional de aproveitamento de resíduos, que minimiza não só os problemas ambientais, mas gera uma economia para o aterro sanitário, podendo ter autosuficiência energética e ainda gerar uma receita com a venda dos excedentes, seja pelos leilões da ANEEL ou Mercado Voluntário de Carbono. Um projeto de aproveitamento energético iria dar início a um ciclo de melhorias, a minimização dos impactos ambientais, automaticamente reduz o risco à saúde pública e ao mesmo tempo beneficia a questão social, com a geração de empregos, se mostrando viável para melhorar a problemática do aterro.

Vale ressaltar que, a implantação de um sistema de aproveitamento energético tem um custo elevado, entretanto, seria uma solução eficaz para os problemas ambientais causados pela emissão de metano. Projetos já realizados em trabalhos anteriores como Santos (2011) e Santos (2010), conseguiram uma redução no consumo de energia da rede distribuidora local de até 70%, como também, autosuficiência energética. O projeto proposto no trabalho, não se mostra viável, visto que já está além da sua capacidade e há um projeto para um novo aterro sanitário municipal. Sendo assim, a proposta pode ser utilizada para o novo local.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. **Atlas dos Resíduos Sólidos Urbanos**, 2013. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/>>. Acesso em: 27/06/2015.



ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Urbana Pública e Resíduos Especiais. **Panorama do Nacional dos Resíduos Sólidos**. Brasil. 2013. Ed. 2013. 30-47; 66-71p.

ABREU, F. V. **Análise de Viabilidade Técnica e Econômica da Geração de Energia Através do Biogás de Lixo em Aterros Sanitários**. Rio de Janeiro, 2009. Tese de Mestrado – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

ALVES, J. W. S. **Diagnóstico técnico institucional da recuperação e uso energético do biogásgerado pela digestão anaeróbia de resíduos**. (Dissertação de Mestrado). Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (PIPGE) do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

CARBONO BRASIL. **Mercado Voluntário de Carbono** .2014. Disponível em: <<http://www.carbonobrasil.com.br/>>. Acesso em: 01/11/2015.

CARNEIRO, PRISCILA ALVES. **Análise das tecnologias para gestão e reaproveitamento energético dos resíduos urbanos para reciclagem de plásticos**. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Energia). Universidade Federal de Itajubá. Itajubá. 2009.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Câmara ambiental do setor de resíduos**: caracterização e classificação de resíduos. São Paulo, 2010.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, Secretaria do Meio Ambiente, Ministério da Ciência e Tecnologia. São Paulo.. 2013. Disponível em: < <http://www.portalresiduossolidos.com/aterro-sanitario/>> Acesso em: 28/06/2015.

Centro Nacional de Referência em Biomassa (CENBIO). **Projeto Instalação e Testes de uma Unidade de Demonstração de Geração de Energia Elétrica a**

**partir de Biogás de Tratamento de Esgoto – ENERG-BIOG.** Relatório Técnico Final. São Paulo, 2005.

COELHO, S. T.; VELÁSQUEZ, S. M. S. G.; SILVA, O. C.; PECORA, V.; ABREU, F. C. Geração de energia elétrica a partir do biogás proveniente do tratamento de esgoto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6. **Anais...** Rio de Janeiro: PIPGE, 2006, 5p.

CRESWELL, J. W.; PLANO CLARK, V. L. **Designing and conducting mixed methods research.** California: Sage Publications, 2007, 265p.

ELK, ANA G. H. P. V. **Redução de Emissões na Disposição Final.** Rio de Janeiro: ed. IBAM, 2007. Vol. 3, 13;14;27;34 p. (Coleção Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – Gestão Integrada de resíduos sólidos).

ESCOLA DE GOVERNO DO PARANÁ, Programa de Geração Distribuída com Saneamento Ambiental, 2009.

FELIPETTO, ADRIANA V. M, **Conceito, Planejamento e Oportunidades.** Rio de Janeiro: ed. IBAM, 2007. Vol. 2, 40p. (Coleção Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – Gestão Integrada de resíduos sólidos).

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Populacional 2014, 2014.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao>>. Acesso em: 26/06/2015.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.

IPCC - INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.**2000. Disponível em: <[http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/gpgaum\\_en.html](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/gpgaum_en.html)> Acesso em: 23/06/2015.

IPCC - INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Vol1.2006. General Guidance and Reporting. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html>> Acesso em: 23/06/2015.

JUS BRASIL. **MPE propõe ação contra município para garantir regularização de aterro sanitário**. 2012. Disponível em: <<http://jurisway.jusbrasil.com.br/noticias/2828263/mpe-propoe-acao-contramunicipio-para-garantir-regularizacao-de-aterro-sanitario>> Acesso em: 27/06/2015.

LEITE, MAX GEORGE FRANÇA. **Potencial para Geração de Energia Elétrica e Créditos de Carbono no Norte-matogrossense: Um Estudo de Caso**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Agroindustrial). Universidade do Estado de Mato Grosso. Barra do Bugres. 2008.

LINDEMEYER, R. M. **Análise da Viabilidade Econômico-Financeira do Uso do Biogás como Fonte de Energia Elétrica**. 2008. 17 p. Trabalho de Conclusão de Estágio, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA – Disponível em: <[www.mma.gov.br/florestas/control-e-prevencao.../624-mato-grosso](http://www.mma.gov.br/florestas/control-e-prevencao.../624-mato-grosso)>. Acesso em: 23/07/2015.

NETO, BELARMINO FERREIRA DOS SANTOS; SILVESTRI, MAGNO. Resíduos Sólidos em Barra do Garças (MT): Uma Problemática Ambiental Urbana. In. VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. 2014. Vitória/ES.

OLHAR DIRETO. **MPE pede explicações sobre aterro sanitário**.2011. Disponível em: <<http://www.olhardireto.com.br/noticias/exibir.asp?id=194929>>. Acesso em: 28/06/2015.

PECORA, V., **Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP – Estudo de Caso** (Dissertação de Mestrado). Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (PIPGE) do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BARRA DO GARÇAS. Secretaria de Urbanismo e Paisagismo. 2015.

RODRIGUES, Dayse Laine; AQUINO, Camila Ferreira; ESTEVAM, Guiliano Pierre. Produção de biogás a partir dos esgotos utilizando reatores anaeróbicos do tipo rafa seguido por lodos ativados numa estação de tratamento de esgoto. *Omnia Exatas*, v.4, n.2, p.103-109, 2011.

SANTOS, P. Guia técnico de biogás. Portugal: Centro para a conservação de energia, 2000.

SANTOS, GUILHERME CUOGHI DOS. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Efetivação de um Frigorífico Avícola de Tangará da Serra - MT no Mercado de Carbono**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Agroindustrial). Universidade do Estado de Mato Grosso. Barra do Bugres. 2010.

SANTOS, ADEMIR OLVEIRA. **Resíduos Sólidos Urbanos: Potencial de Geração Energética e Ingresso no Mercado de Carbono**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Agroindustrial). Universidade do Estado de Mato Grosso. Barra do Bugres. 2011.

SOUZA, S. N. M. de.; PEREIRA, W. C.; PAVAN, A. A. Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5. **Anais...** Campinas, 2004. Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022004000100042&script=sci\\_arttext](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022004000100042&script=sci_arttext)> Acesso em:01/08/2015.

UNFCCC – UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION CLIMATE CHANGE. Standart Baseline. 2006. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/index.html>>. Acesso em: 22/06/2015.