

## **CON10-0420 - ESTUDO TÉCNICO, ECONÔMICO E AMBIENTAL DA PRODUÇÃO DE ENERGIA ATRAVÉS DO BIOGÁS DE LIXO**

**Fábio Viana de Abreu, fabiovian@bol.com.br<sup>1</sup>**  
**Luiz Pinguelli Rosa, lpr@adc.coppe.ufrj.br<sup>2</sup>**  
**Mila Rosendal Avelino, mila.avelino@gmail.com<sup>3</sup>**  
**Mauro Carlos Lopes Souza, mauroclsouza@hotmail.com<sup>3</sup>**  
**Valdeci da Costa Nascimento, valcosta2001@bol.com.br<sup>3</sup>**  
**Erica Silvani Souza, ericasilvani@bol.com.br<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Petrobras; Rua Gonzaga Bastos, 131 - apartamento 504 - Vila Isabel - Cep: 20.541-000 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Planejamento Energético - COPPE/UFRJ, Centro de Tecnologia, bloco C, sala 211, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, CEP: 21949-900, Brasil.

<sup>3</sup> UERJ, Rua Fonseca Teles, 121 - Prédio Anexo - São Cristóvão - Cep: 20940-200 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil.

**Resumo:** *A geração de energia através do biogás do lixo em aterros sanitários é uma maneira de produzir energia elétrica limpa, buscando reduzir os impactos globais gerados pela queima dos resíduos sólidos urbanos. Neste trabalho, as condições operacionais do biogás são definidas, além de analisadas as áreas apropriadas e a vazão mínima de biogás, em m<sup>3</sup>/h, para viabilizar esse tipo de projeto. A contribuição ambiental mais significativa deste projeto é a redução de emissões dos gases de efeito estufa (GEE), por meio da conversão do metano gerado em dióxido de carbono. De acordo com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), os países denominados desenvolvidos podem adquirir créditos de carbono dos países em desenvolvimento (que possuam projetos verdes) para cumprir suas metas ambientais. Essa alternativa de obtenção de receitas é um dos objetos deste estudo. São estudadas as tecnologias de conversão energética, com a análise da melhor alternativa para a conversão energética do biogás de aterros sanitários. São apresentados estudos comparativos e os resultados demonstraram que os grupos geradores, utilizando motores de combustão interna (ciclos Otto ou Diesel), são mais viáveis tanto no viés técnico quanto econômico para conversão energética do biogás de aterros sanitários no Brasil através de Unidades Termoelétricas a biogás.*

**Palavras-chave:** Biogás; Resíduos Sólidos Urbanos; Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL); Estudo de Viabilidade técnica e econômica (EVTE); Energia Elétrica.

### **1. INTRODUÇÃO**

A geração de desperdício e excessos no Brasil são reflexos da adoção de um desenvolvimento com a característica de alto padrão consumista. Por isso, a busca de soluções adequadas para a disposição final dos resíduos sólidos de forma integrada, da sua origem até a disposição final, é essencial para o desenvolvimento sustentável [Abreu, 2009].

A gestão adequada do lixo e a geração de energia através do biogás de lixo em aterros sanitários são soluções ambientalmente sustentáveis (gerando energia elétrica renovável e limpa). Além disso, o estudo da geração de energia elétrica a partir do biogás permite a redução de fugas dos gases de efeito estufa (GEE) e a maximização do índice de conversão do metano, contabilizado no cálculo para emissão de créditos de carbono dentro do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL).

A negociação de créditos de carbono é a forma transacional do MDL [UNFCCC, 2007]. Tais iniciativas induzem investimentos em projetos sustentáveis onde pode haver redução de emissões e/ou seqüestro de carbono, assegurando um modelo de desenvolvimento limpo para os países emergentes, onde os custos de implementação de tais projetos são maiores [Cebds, 2001]. O Brasil, enquanto país signatário do Tratado de Kyoto, está habilitado a desenvolver projetos de redução dos GEE e emitir os créditos aos países industrializados que devam reduzir suas emissões até o ano 2012.

O biogás gerado nos aterros sanitários é composto basicamente por metano (CH<sub>4</sub> – de 55 a 65%), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub> – de 30 a 40%), nitrogênio (N<sub>2</sub> – de 0 a 1%), hidrogênio (H<sub>2</sub> – de 0 a 2%) e gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S - de 0 a 1%) [Polprasert, 1996]. Em um período de 100 anos, 1 grama de metano contribui 21 vezes mais para a formação do efeito estufa do que 1 grama de dióxido de carbono [UNFCCC, 2007]. A combustão completa do metano produz dióxido de carbono e vapor d'água.

A geração de biogás em um aterro sanitário é iniciada algumas semanas após o início do depósito dos resíduos e continua por 15 anos após seu encerramento. Uma tonelada de resíduo disposto em um aterro sanitário gera em média 200 Nm<sup>3</sup> de biogás. Para comercializar o biogás através da recuperação energética, o aterro sanitário deverá receber no mínimo 200 toneladas/dia de resíduos, com capacidade mínima de recepção da ordem de 500.000 toneladas em sua vida útil e altura mínima de carregamento de 10 metros [World Bank, 2005].

O aterro de Gramacho, situado na cidade de Duque de Caxias (RJ), foi escolhido como o estudo de caso. Originalmente era um lixão que a partir do início dos anos da década de 1990 passou a receber alguns cuidados para minimizar a agressão que causava ao meio ambiente. O mais recente foi à conclusão da primeira fase da Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos, que trata diariamente, segundo a Comlurb [Comlurb, 2009], 960 metros cúbicos de chorume, que era uma das principais preocupações dos ambientalistas temendo a contaminação da Baía de Guanabara. O próximo passo é a produção de energia através do biogás do lixo.

Atualmente a cidade do Rio de Janeiro tem a sua produção **de 8 a 9,3 mil ton./dia de lixo**. De acordo com a Fig. (1), considerando o valor de 263.370 toneladas/mês, pode-se concluir que a produção diária da cidade do Rio de Janeiro encontra-se em aproximadamente no valor de 8.779 toneladas/dia.



Figura 1: Panorama do lixo no estado do Rio de Janeiro.

Fonte: Araruna, 2008

A Tab. (1) mostra um sumário dos dados aplicados ao estudo de caso desse trabalho, que é o aterro sanitário de Gramacho.

Tabela 1. Contabilização dos resíduos sólidos urbanos (ton./mês e ton./dia).

Cidades	Tonelada/mês	Tonelada/dia
Rio de Janeiro	263.370	8.779
Duque de Caxias	16.000	533,33
Somatório	279.370	9.312,33

De acordo com Araruna (2008), “a coleta e a destinação de resíduos sólidos comprometem de 7% a 15% dos orçamentos municipais”. Como as prefeituras costumam gastar cerca de 60% de seus recursos com folha de pagamento, o lixo muitas vezes lidera a lista de outras despesas. Com isto, destaca-se a importância de estudos técnicos e científicos que resultem em soluções e/ou alternativas para minimizar o problema dos resíduos sólidos urbanos.

## 2. ESTADO DA ARTE

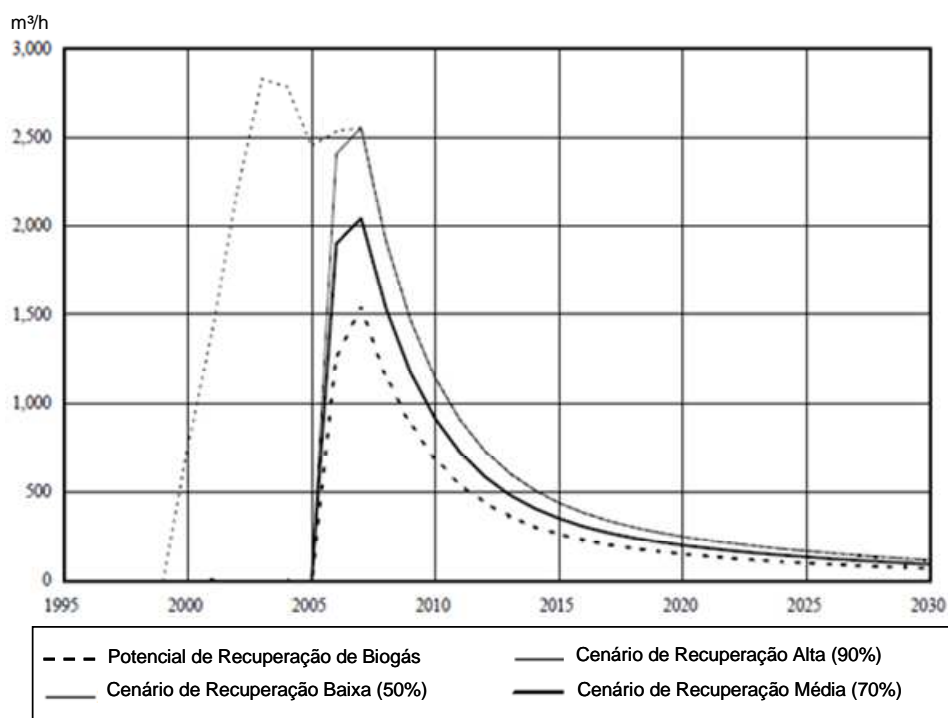
Será apresentado aqui, o estudo de viabilidade técnica e econômica realizado pelo Banco Mundial e a SCS Engineers de dois aterros sanitários brasileiros: Santa Tecla (RS) e Muribeca (PE).

### 2.1 Aterro de Santa Tecla - RS

O aterro sanitário de Santa Tecla está localizado em Gravataí, próximo da cidade de Porto Alegre. O aterro tem cerca de 10 ha, e é administrado pelo Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) da cidade de Porto Alegre.

A estimativa de recuperação de gás de lixo pode gerar energia na ordem de 1 Megawatt (MW) em uma planta termoeétrica nos 4 primeiros anos de operação. Já entre 2012 a 2019, a planta terá capacidade de 335 kilowatt (kW).

A Fig. (2) apresenta a recuperação projetada do gás de lixo em três cenários (pessimista, médio e otimista).



**Figura 2:** Projeção de recuperação do gás de lixo no aterro de Santa Tecla, RS.

**Fonte:** World Bank, 2009

O aterro de Santa Tecla foi aberto em 1999. A capacidade do aterro está no patamar de 2 milhões de toneladas de RSU. Por ano, a média de depósitos está no patamar de 200.000 toneladas e em 2005 alcançou aproximadamente 1,6 milhões de toneladas de RSU.

Fazendo o estudo de viabilidade econômica, o projeto foi analisado em múltiplos cenários, com o valor de venda da energia utilizado foi de \$0.029/kWh. Os resultados da análise econômica encontrados no aterro sanitário de Santa Tecla são apresentados na Tab. (2).

**Tabela 2:** Análise Econômica do aterro de Santa Tecla - RS

	Período do projeto	Preço CER (US\$ / ton.)	Investimento próprio Inicial (%)	Valor Presente Líquido (x 1 000 \$)	Taxa Interna de Retorno (%)
Cenários	2005 – 2012	5	100	-\$605	-3.5%
	2005 – 2012	5	25	-\$667	*
	2005 – 2019	5	100	-\$695	*
	2005 – 2019	5	25	-\$755	*

**Fonte:** World Bank, 2009

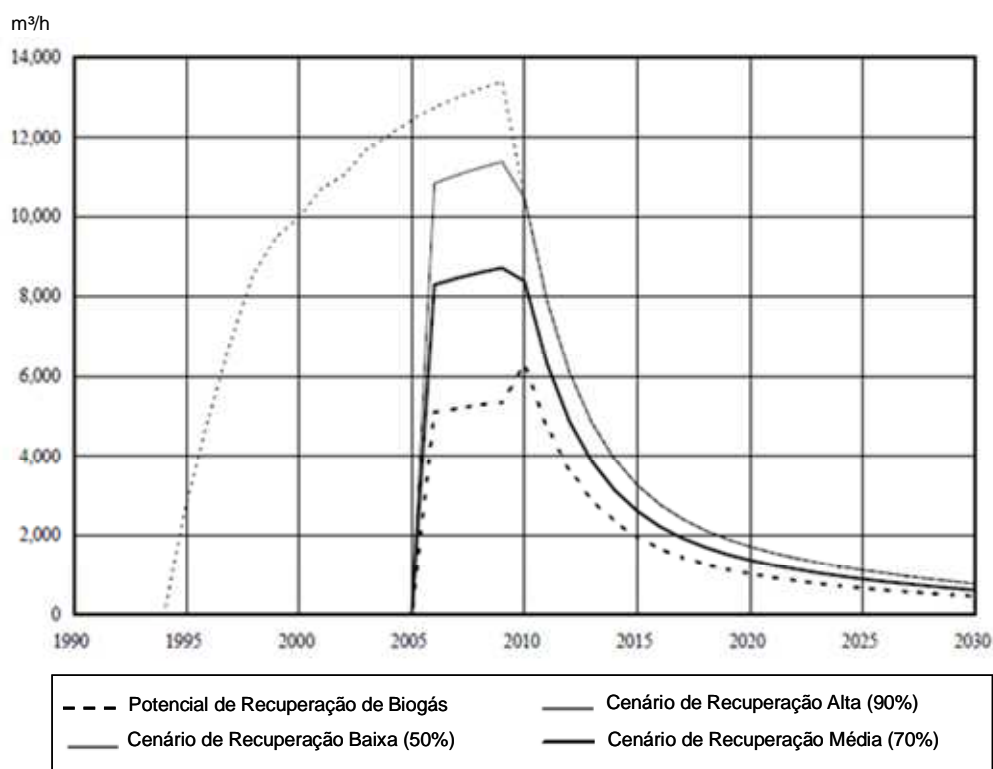
De acordo com os resultados do EVTE, a geração de energia no aterro de Santa Tecla não é viável em nenhum dos cenários apresentados para realização do projeto.

## 2.2. Aterro de Muribeca (PE) - Brasil

O aterro sanitário de Muribeca está localizado no estado de Pernambuco, próximo à cidade de Recife. A operação de descarga de lixo no aterro de Muribeca foi aberta em 1994. O aterro tem uma capacidade total de aproximadamente 14,4 milhões toneladas de RSU.

A operação de descarga de lixo está ocorrendo atualmente a uma taxa de aproximadamente 1 milhão de toneladas por ano, e teve em 2005 aproximadamente 10,5 milhão toneladas de RSU. O local compreende uma área total de aproximadamente 60 ha, com uma área adicional adjacente de 83 ha reservado para descargas futuras. As operações do local são controladas por Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana (EMLURB).

A recuperação projetada do gás de lixo em 2006 foi estimada em aproximadamente 8.289 m<sup>3</sup>/h, e se elevaria a um máximo de 8.707 m<sup>3</sup>/h em 2009. Após o fechamento do local, estimou-se que a recuperação do gás de lixo venha a se declinar rapidamente, alcançando 4.872 m<sup>3</sup>/h em 2012 e 1.531 m<sup>3</sup>/h em 2019. Com a implantação de uma central energética em 2007, estima-se que haveria gás de lixo disponível para suportar uma UTE de 7,42 MW com 2012. Após 2012, com o declínio da produção não haveria gás de lixo, disponíveis para uma UTE de 7,42 MW. Em 2019, haverá gás de lixo para suportar somente dois motores de 1,06 MW. A Fig. (3) apresenta a recuperação projetada do gás de lixo em três cenários.



**Figura 3:** Projeção de recuperação do gás de lixo no aterro de Muribeca – PE

**Fonte:** World Bank, 2009

Fazendo o estudo de viabilidade econômica, o projeto foi analisado em múltiplos cenários, incluindo a duração do projeto (até 2012 ou 2019), percentual de investimento inicial (25 ou 100%) e valores dos CERs (\$4, 5, ou 6/ton. de CO<sub>2</sub>eq.). O valor de venda da energia utilizado foi de \$0,029/kWh.

Os resultados da análise de viabilidade econômica do aterro de Muribeca em todas as análises de sensibilidade realizadas estão presentes na Tab. (3).

**Tabela 3:** Análise Econômica do aterro de Muribeca – PE

	Período do projeto	Preço CER (US\$ / ton.)	Investimento próprio Inicial (%)	Valor Presente Líquido (x 1,000 \$)	Taxa Interna de Retorno (%)
Cenários	2005 -2012	5	100	\$1.268	11.5%
	2005 -2012	5	25	\$959	15.8%
	2005 -2019	5	100	\$3.415	15.3%
	2005 -2019	5	25	\$3.113	28.0%

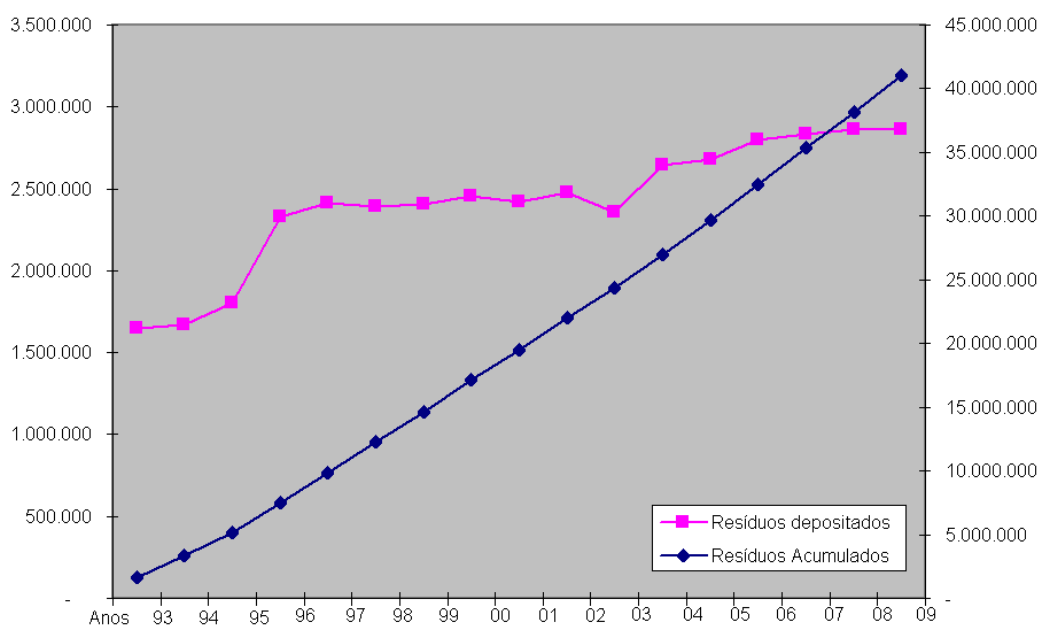
**Fonte:** World Bank, 2009

De acordo com os resultados da análise econômica, o aterro de Muribeca é viável. No entanto, com o período do projeto de 2005 a 2019 o mesmo tem uma viabilidade maior em relação ao período mais curto (2005 a 2012).

### 3. METODOLOGIA

O aterro de Gramacho foi escolhido para o estudo de caso devido à sua relevância para a cidade do Rio de Janeiro e sua área metropolitana.

Na Fig. (4), exibe o histórico da disposição de resíduos, que são os dados fundamentais para elaborar do Estudo de Viabilidade técnica e Econômica.

**Figura 4:** Histórico de deposição de resíduos do Aterro de Gramacho

**Fonte:** Comlurb, 2009

Para a realização do estudo de viabilidade técnica e econômica, foi realizado um levantamento de dados técnicos para estudo das alternativas de geração de eletricidade a partir de biogás, bem como a determinação do potencial de biogás a ser produzido e do potencial de eletricidade a ser gerado. Para isso, o modelo utilizado foi o recomendado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) [EPA, 2005].

A estimativa de produção de metano está expressa na Eq. (1):

$$Q_M = \sum_{i=1}^n 2 k L_0 M_i (e^{-k t_i})$$

(1)



Os dados de quantidade de lixo anual são inseridos e os parâmetros de velocidade de degradação (k) e potencial de metano ( $L_0$ ) são adotados de acordo com as condições da região estudada. E para a realização da análise econômica utilizou-se os parâmetros Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).

### 3.1. Tributos

Para a elaboração do Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do projeto é necessária a apuração dos tributos incidentes nos ganhos obtidos com a venda da energia elétrica produzida e com os créditos de carbono. De acordo com a Tab. (4) (MME, 2005), serão listados os tributos que serão incluídos no fluxo de caixa do projeto.

**Tabela 4:** Tributos incidentes em projetos de energia

Tributos				
	Tributos	Alíquota	Incidência	Competência
1	COFINS	3,0%	Receita Bruta	FEDERAL
2	PIS	0,65%	Receita Bruta	FEDERAL
3	ICMS	0%	Receita Bruta	ESTADUAL
4	IR*	15 + 10%	Lucro antes dos impostos	FEDERAL
5	CSLL	9%	Lucro antes dos impostos	FEDERAL

\* IR = 15% até R\$ 240.000/ano + 10% acima de R\$ 240.000/ano

Nota-se: COFINS: Contribuição Permanente sobre Movimentações Financeiras.

PIS: Programa de Integração Social.

ICMS: Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços.

IR: Imposto de Renda

CSLL: Contribuição Social sobre o Lucro

Ressalta-se, que na Tabela 4 as tarifas do PIS/COFINS são as adotadas no EVTE que são as cumulativas, com o PIS (0,65%) e o COFINS (3,0%). Por fim, a incidência de Impostos sobre Serviços (ISS) sobre as operações relativas a comercialização de energia elétrica devem ser desconsideradas por força do §3º do Art. 155 da Constituição Federal.

Com relação à tributação das receitas do Crédito de Carbono (CERs), incidem apenas IRPJ e CSLL. Já as operações que envolvem a exportação de "Créditos de Carbono", não incidem PIS e COFINS por força de imunidade, prevista no art. 149, §2º, I, da CF. No caso de ISS, não há incidência desse imposto, pois os CERs são considerados cessões de direito e não prestação de serviços pela jurisprudência majoritária (Abreu, 2009).

## 4. RESULTADOS

O valor para a capacidade de recuperação potencial de metano  $L_0$  para o aterro sanitário de Gramacho está estimado pelo documento de concepção do projeto em 84,8 m<sup>3</sup>/ton (World Bank, 2005). Esse valor é apropriado para o aterro sanitário de Gramacho que recebe 1.140 mm/ano de precipitação (Comlurb, 2008). A Tab. (5), mostram os resultados dos cálculos para os valores de  $L_0$  para os aterros sanitários nos EUA e para o aterro de Gramacho, bem como a razão entre eles.

**Tabela 5:** Determinação do Valor de  $L_0$  (potencial máximo de geração de metano)

	Aterros Sanitários dos Estados Unidos	Aterro Sanitário de Gramacho	Ratio: Gramacho/Estados Unidos.
Orgânico %	68,2%	77,8%	1,14
Peso Seco %	80,3%	63,7%	0,79
Valor de $L_0$	93,6 m <sup>3</sup> /Mg	84,8 m <sup>3</sup> /Mg	0,91

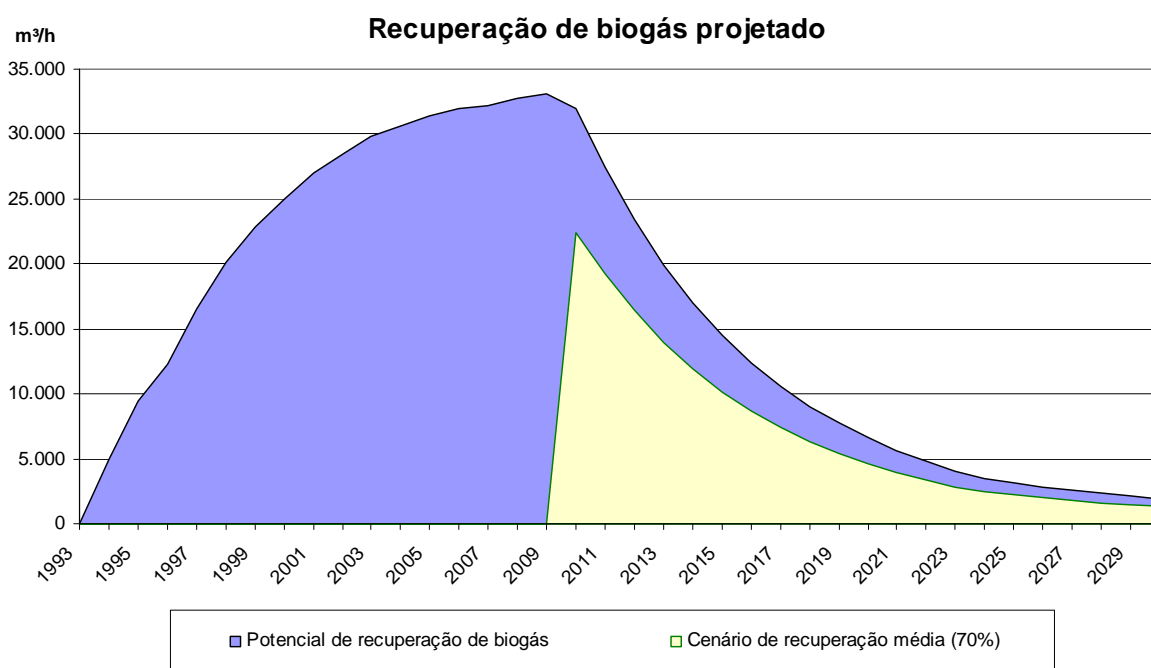
Então, de acordo com o documento de concepção do projeto (World Bank, 2005) os valores para as três constantes taxa de degradação de metano (k) usadas na modelagem da recuperação do biogás no aterro sanitário de Gramacho são: resíduos de decomposição rápida: 0,30 por ano; resíduos de decomposição média: 0,060 por ano; e resíduos de decomposição lenta: 0,015 por ano.

A Tab. (6) mostra os valores praticados para  $k$  e  $L_0$  nos principais projetos de geração de energia através do biogás de lixo em aterros sanitários (Abreu, 2009).

**Tabela 6:** Determinação do Valor de  $L_0$  (potencial máximo de geração de metano)

	MMA / ESALQ (Estimativa do Potencial de Geração Energia de Aterros em Regiões Metropolitanas)
1	$k = 0,05$ a $0,15$ e $L_0 = 140$ a $190$ $m^3/t$
	Projeto Anaconda (BVRJ/MBRE – Documento de Concepção de Projeto)
2	$k = 0,10$ e $L_0 = 170,8$ $m^3/t$
	Nova Gerar (Documento de Concepção de Projeto)
3	$k = 0,10$ e $L_0 = 164$ $m^3/t$ (2,63 $ft^3/lb$ )
	Aterro de Salvador (Documento de Concepção de Projeto)
4	$k = 0,12$ e $L_0 = 180$ $m^3/t$

Por fim, com a aplicação da metodologia USEPA no aterro de Gramacho, sua recuperação de biogás de lixo em 2009 será no patamar de 30.000  $m^3/h$ . Após o fechamento do local, estima-se que a recuperação do gás de lixo venha a se declinar rapidamente, conforme o Fig. (5).



**Figura 5:** Recuperação projetada de biogás no Aterro Sanitário de Gramacho

Por fim, a Tab. (7) mostra um sumário dos resultados da avaliação econômica no cenário com tributos da UTE, apresentando o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto.

**Tabela 7:** Sumário da Avaliação Econômica com UTE e tributos

Investimento inicial de 100% = 15.514.880			
CER (US\$ / ton. CO <sub>2</sub> eq.)	TIR	VPL	TAXA DE VENDAS FORA DO LOCAL (\$/KWh)
10	14,71%	\$8.880.212	0,045
10	15,96%	\$11.476.556	0,055
10	17,07%	\$14.072.901	0,065
10	18,06%	\$16.669.246	0,075

Investimento inicial de 25% = 3.878.720			
CER (US\$ / ton. CO <sub>2</sub> eq.)	TIR	VPL	TAXA DE VENDAS FORA DO LOCAL (\$/KWh)
10	20,95%	\$10.129.089	0,045
10	22,56%	\$12.725.434	0,055
10	23,96%	\$15.321.779	0,065
10	25,22%	\$17.918.123	0,075

Investimento inicial de 100% = 15.514.880			
CER (US\$ / ton. CO <sub>2</sub> eq.)	TIR	VPL	TAXA DE VENDAS FORA DO LOCAL (\$/KWh)
17	23,81%	\$27.232.359	0,045
17	24,47%	\$29.828.704	0,055
17	25,09%	\$32.425.049	0,065
17	25,67%	\$35.021.393	0,075

Investimento inicial de 25% = 3.878.720			
CER (US\$ / ton. CO <sub>2</sub> eq.)	TIR	VPL	TAXA DE VENDAS FORA DO LOCAL (\$/KWh)
17	34,31%	\$28.481.237	0,045
17	35,05%	\$31.077.582	0,055
17	35,75%	\$33.673.926	0,065
17	36,42%	\$36.270.271	0,075

Com isso, cenários com os créditos de carbono a U.S. \$10 ton. CO<sub>2</sub> eq. e o valor da energia elétrica no patamar de no mínimo U.S. \$/kWh 0,045 o projeto também é viável, mesmo com a inclusão dos tributos.

## 5. CONCLUSÕES

O presente trabalho investigou as condições de produção e viabilidade técnica e econômica de biogás de lixo em aterros sanitários, com a escolha do aterro de Gramacho para o estudo. Com isso, foi proposta uma destinação final de RSU's mais apropriada, proporcionando a redução do chorume, dos odores e da poluição ambiental. Como consequência, a elevação da vida útil do aterro sanitário e segurança ambiental local

Por fim, a produção de energia através do biogás do lixo em aterros sanitários representa ganhos para a sociedade (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 a contenção de emissões de CH<sub>4</sub>, redução do uso de combustíveis fósseis, no caso de aproveitamento energético, redução de odores e vetores nos aterros devido a boas práticas de gerenciamento, dentre outras (Abreu, 2009).



## 6. REFERÊNCIAS

- Abreu, F. V.; Costa Filho, M. A. F.; Souza, M. C. L.. Technical and economical feasibility analysis of energy generation through the biogas from garbage in landfill - an alternative of renewable energy generation. In: 20th International Congress of Mechanical Engineering (COBEM), Gramado - RS, 2009.
- Abreu, F. V.; Costa Filho, M. A. F.; Souza, M. C. L.. Biogás de aterros sanitários para geração de energia renovável e limpa - um estudo de viabilidade técnica e econômica. In: IX Congresso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica (CIBIM), 2009.
- Abreu, F. V.; Dissertação de Mestrado, “*Análise de Viabilidade Técnica e Econômica da Geração de Energia Através do Biogás de Lixo em Aterros Sanitários*”, UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro - 2009.
- Abreu, F. V.; <<http://municipalsolidwaste.blogspot.com/>> acessado em Fevereiro de 2010.
- Abreu, F. V.; <<http://biogasdexixo.blogspot.com/>> acessado em Fevereiro de 2010.
- Araruna, José - *Reportagem sobre Resíduos Sólidos Urbanos com Prof. José Araruna*, pag. 20 - Jornal O Globo, 2008.
- Cebds - Chamber of Climatic Changing of the Brazilian Enterprise Advice Of the Sustainable Development, 2001, <<Http://www.Cebds.Org.Br/Cebds/Mc-Convencao-Clima.Asp>>, access in 22 of april 2009.
- Cetesb - São Paulo Company of Technology of Ambient sanitation 2006 - Biogas: Research and Projects in Brazil – 182 P. : II.
- Comlurb: Municipal company of Urban Cleanness <[http://comlurb.rio.rj.gov.br/etc\\_atgramacho.htm](http://comlurb.rio.rj.gov.br/etc_atgramacho.htm)>, access in 20 of maio 2009.
- Comlurb : Municipal company of Urban Cleanness <<http://www.rio.rj.gov.br/comlurb/>>, access in 25 of may 2009.
- Duarte, Adriana Carneiro; Braga, Maria Cristina Borba – Brazilian projects of MDL in Landfill. 24° Brazilian congress of Sanitary and Ambient Engineers, 2007.
- EPA, 2005. Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) Version 3.02 User’s Guide. EPA-600/R05/047 (May 2005), Research Triangle Park, NC. U.S. Environmental Protection Agency.
- Ferreira, J.A. Solid Waste: Current perspectives In: Sisino, C.L.S. & Oliveira, R.M de (Org.). Solid residues, Environment and Health: a vision to multidiscipline. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2000. p. 19-40.
- Lora, E. E. S.; Nascimento, M. A. R. coord.. “Thermoelectric generation: Planning, Project and Operation”, 2004, 457 - 461 pp.
- Magalhães, A. P. T., Biogas, A Project of Urban Sanitation, Nobel, S. Paulo, 1986, 120 Pag.
- Mansur, G. L. – Manual of Integrated Management of Solid Residues. Rio de Janeiro: Ibam, 2001.
- Ministério de Meio Ambiente. *Estudo do potencial de geração de energia renovável proveniente dos “aterros sanitários” nas regiões metropolitanas e grandes cidades do Brasil*. Brasília, 2005.
- Monteiro, J. H. P.; Figueredo, C.E.M; Magalhães, A. F.; Melo M. A.F. De; Brito, J. C.X. De; Almeida T. P. F. De; Palmer, D. G., Biogas: Energy From Animal Waste, Solar Energy Research Institute, New York, 1981, 70 Pag.
- Polprasert, C. Organic Waste Recyclin Technology And Management. 2nd Edition. John Wiley & Sons. 412 P. Chichester, 1996.
- SCS Engineers, 2005. <[http://www.bancomundial.org.ar/lfg/archivos/PrefeasibilityStudies/Spanish\\_Portuguese/Gramacho\\_PreFeasibility\\_Study\\_Portuguese.pdf](http://www.bancomundial.org.ar/lfg/archivos/PrefeasibilityStudies/Spanish_Portuguese/Gramacho_PreFeasibility_Study_Portuguese.pdf)>, access in the 15 of mar 2009.
- UN. United Nations. Conference on Environment and Development - 1992.
- UN. United Nations. Kyoto Protocol to The United Nations Framework Convention On Climate Change. United Nations. 21 P. Washington – Dc, 2002.
- UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. Kyoto Protocol <<Http://Unfccc.Int/2860.Php>> Access in the 26 Nov. 2007a.
- UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. Overview of Project Activity Cycle. <<Http://Unfccc.Int/2860.Php>> Access in the 25 Nov. 2007b.
- World Bank. Guidance Note on Recuperation of Landfill Gas From Municipal Solid Waste Landfills, 2005.

## 7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores (Fábio Viana de Abreu, Luiz Pinguelli Rosa, Mila Rosendal Avelino, Erica Silvani Souza e Mauro Carlos Lopes Souza) são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

## CON10-0420 – TECHNICAL, ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL STUDY OF ENERGY PRODUCTION THROUGH BIOGAS FROM WASTE

Fábio Viana de Abreu, fabiovia@bol.com.br<sup>1</sup>

Luiz Pinguelli Rosa, lpr@adc.coppe.ufrj.br<sup>2</sup>

Mila Rosendal Avelino, mila.avelino@gmail.com<sup>3</sup>

Mauro Carlos Lopes Souza, mauroclsouza@hotmail.com<sup>3</sup>

Valdeci da Costa Nascimento, valcosta2001@bol.com.br<sup>3</sup>

Erica Silvani Souza, ericasilvani@bol.com.br<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Petrobras; Gonzaga Bastos street 131 - apartment 504 - Vila Isabel - Zip code: 20.541-000 - Rio de Janeiro - RJ –

Brazil

<sup>2</sup> Energy Planning Program - COPPE/UFRJ (Coordination of the Post Graduation Programs in Engineering at the Federal University of Rio de Janeiro), Centro de Tecnologia, bloco C, sala 211, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, CEP: 21949-900, Brazil

<sup>3</sup> Fonseca Teles street 121 - Annex Building - Sao Cristovao - Zip code: 20940-200 - Rio de Janeiro, RJ - Brazil

**Resume:** The power generation of energy through biogas from waste in landfill is a way to produce electric energy clean, searching to reduce the global impacts generated by the burning of the urban solid wastes (USW). In this paper, the operational conditions of biogas are defined, beyond analyzed the appropriate areas and the minimum of biogás, in  $m^3/h$ , to feasibility this type of project. More significant the ambient contribution of this project is the reduction of emissions of greenhouse gases emission (GHG), by means of the conversion of the methane in carbon dioxide. In accordance with the Clean Development Mechanism (CDM), the developed countries can acquire carbon credits of the developing countries (that they possess green projects) to obtain the goals ambient. This alternative of incomes obtained is one of objects of this study. The technologies of energy conversion are studied, with the analysis of the best alternative for the energy conversion of biogás of landfill. Comparative studies are presented and the results had demonstrated that the generating groups, using motor of internal combustion (cycles Otto or Diesel), are more feasibility in such in this part economic as in technical for energy conversion of biogas of landfill in Brazil through Thermoelectrical Plant.

*Palavras-chave: Biogás; Urban Solid Waste; Clean Development Mechanism (CDM); Tecnical and Economical feasibility study (TEFS); Eletrical Energy.*