

# STUDY OF THE CAPACITY OF ELECTRICITY GENERATION FROM BIOGAS PRODUCED BY DOMESTIC WASTE OF THE MUNICIPALITY OF IJUÍ RS

**Sandi da Costa Gehm, Mauricio de Campos**

*Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ*

*Departamento de Ciências Exatas e Engenharia- DCEENG – Ijuí - RS*

[sandigehm@yahoo.com.br](mailto:sandigehm@yahoo.com.br), [decampos@gmail.com](mailto:decampos@gmail.com)

**Abstract.** The management of solid waste is a big problem in most developing countries. The decomposition of organic material promotes the release of biogas, whose main constituents are the methane and carbon dioxide. Power generation from waste biogas at landfill sites is a way of producing renewable energy and clean, reducing the overall impacts caused by the burning of municipal solid waste. This study aims to investigate the conditions of gas production of solid waste from the city of Ijuí, aiming at evaluation of different methods used for the calculation of emissions.

**Palavras-chave:** *Biogas, Solid Waste Urban, Electric Power Generation*

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a energia, sob todas as suas formas, é fundamental para a manutenção da própria sociedade. Conforme Rosa [1], 85% da energia consumida no mundo tem suas origens nos combustíveis fósseis, fontes não renováveis.

Abramovay [2] menciona que há uma necessidade verdadeira de transformação da matriz energética de base fóssil, e, inclusive, da que aposta nas hidrelétricas, e que as fontes renováveis, ditas por ele como “modernas” solar, eólica, biomassa e geotérmica, já contam com aumento da eficiência e redução nos preços.

No Brasil, o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia), tem como objetivo o aumento da participação da energia elétrica gerada por Produtores Independentes Autônomos. Isso abre uma oportunidade para que sistemas de geração de energia elétrica, utilizando biogás como fonte primária de energia, venham a

ser implantados promovendo uma alternativa de energia na matriz energética nacional.

Desta forma este trabalho objetiva contribuir para os avanços em geração de energia, investigando as condições de produção de biogás dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Ijuí.

## 2. GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL

São muitos os tipos de fontes de energia renováveis que podem ser utilizados, na atualidade. Neste sentido, a demanda pela crescente utilização de energia elétrica, por exemplo, gera a necessidade da realização de pesquisas para o desenvolvimento de fontes alternativas de energia. Aliado a este fato, pode-se colocar as questões envolvendo a escassez das fontes de energia não renováveis e, ainda a necessidade de sustentabilidade e utilização, portanto, de fontes de energia renováveis e menos poluentes, capazes de produzir o menor impacto ambiental possível (PEREIRA [3]).

Desta forma, busca-se compreender alguns destes tipos de energia renováveis, tais como a energia hidráulica, energia solar, energia eólica, biomassa, energia das marés.

## 3. Biogás

O biogás é uma fonte de energia pouco valorizada encarada como um subproduto da biodigestão de resíduos orgânicos. Segundo Bley [4] trata-se de um produto energético em si, capaz de mover e sustentar os trabalhos de nossas principais atividades de produção.

### 3.1 Composição e Propriedades

Segundo, Souza [5], biogás, ou gás metano, como também é conhecido, possui alta capacidade como combustível.

Composto pela mistura de gases, principalmente por gás metano (CH<sub>4</sub>) e gás carbônico (CO<sub>2</sub>). Seu potencial energético está diretamente ligado a quantidade de gás metano contido na mistura, normalmente varia de 40 a 50% dependendo da fonte geradora.

Apresenta teor calorífico de 5000 a 7000 kcal/m<sup>3</sup>, podendo chegar a 12000 kcal/m<sup>3</sup> quando livre de gás carbônico. É altamente explosivo na proporção de 6 -15% com o ar atmosférico, da mesma forma que o gás liquefeito do petróleo.

O processo de produção do biogás é composto de quatro etapas, a hidrólise, a acidogênese, a acetogênese e a metanogênese.

### 3.2 Tecnologias de conversão do biogás

Existem diversas tecnologias para efetuar a conversão energética do biogás. Segundo Pecora [6] esta conversão é um processo de transformação das moléculas de biogás, por meio de uma combustão controlada, em energia mecânica, que posteriormente irá ser convertida em energia elétrica.

As tecnologias convencionais para a transformação energética do biogás são as turbinas a gás e os motores de combustão interna. A utilização de microturbinas ainda apresenta custos elevados e o seu tempo de vida útil operando com biogás ainda é baixo (CASTRO [7]).

O motor de combustão interna é assim chamado por realizar trabalho queimando uma mistura de vapor e combustível dentro de um cilindro.

Em 1876, o engenheiro alemão Nikolaus August Otto desenvolveu um motor com o conceito de quatro tempos e até hoje é conhecido como motor de ciclo Otto.

No ano de 1892, Rudolph Diesel, eliminou a necessidade de um circuito elétrico para o início da combustão. Esse motor foi então denominado de ciclo Diesel.

Pecora [6] afirma que a diferença básica entre o ciclo Otto e o Diesel está na forma em que ocorre a combustão. No ciclo Diesel, a combustão ocorre pela compressão do combustível na câmara de combustão, enquanto que no ciclo Otto, a combustão ocorre pela explosão do combustível através de uma fagulha na câmara de combustão.

## 4. METODOLOGIA

As metodologias de cálculo de metano mais utilizadas são as apresentadas pela Agência de Proteção Ambiental dos (USEPA), Banco Mundial e Painel Governamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). São metodologias que têm em comum o fato de serem equações cinéticas de primeira ordem e que consideram os mesmos parâmetros de entrada.

### 4.1 Cálculo da geração de metano

A metodologia utilizada neste trabalho é a recomendada pela USEPA [8], pois está apresenta a metodologia de cálculo para sistemas de disposição sem controle.

Para o tipo de disposição sem controle é apresentada a Eq. (1) com a qual podem ser calculadas as emissões de metano. Esta metodologia tem como base a estimativa direta das emissões de metano a partir do modelo Land-Gem.

$$Q_{CH_4} = L_0 \times R \times (e^{-kc} - e^{-kt}) \quad (1)$$

Onde:

Q<sub>CH<sub>4</sub></sub> = Metano gerado no ano t, (m<sup>3</sup>/ano).

L<sub>0</sub> = Potencial de geração de metano por tonelada de resíduo depositado, (m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> / t resíduo).

R = Média anual de entrada de lixo no vazadouro, (t/ano).

k = taxa de geração de metano, (ano<sup>-1</sup>).

c = anos desde o fechamento, c=0 para os ativos, (ano).  
t = anos desde o início da atividade, (ano).

#### 4.2 Determinação da potência e energia disponível

Para o cálculo da potência disponível foi utilizada a seguinte equação:

$$P_x = \frac{Q_x \times PCI \times \eta}{860000} \quad (2)$$

Em que:

$P_x$  = Potência disponível a cada ano (MW);  
 $Q_x$  = Vazão de metano a cada ano ( $m^3CH_4/h$ );  
PCI = Poder calorífico de metano;  
 $\eta$  = Eficiência do motor = 0,28.

Para calcular a energia disponível, fez-se o uso da Eq.(3).

$$E = P_x \times Rend \times Tempo \text{ de operação} \quad (3)$$

Em que:

$P_x$  = Potência disponível (MW);  
E = Energia disponível (MWh/dia);  
Rend = Rendimento do motor operando em plena carga = 87% = 0,87;  
Tempo de operação = 24 (h/dia).

Desta forma, em função da vazão do metano, foi possível calcular a potência (MW) e a energia (MWh/dia) disponíveis se fosse implantado um aterro na cidade, para isso, considerou-se:

- PCI=8500 Kcal/ $m^3$ ;
- Tempo de operação dos motores de 24h/dia.

#### 5. RESULTADOS

Para análise do potencial energético do biogás gerado, calculou-se a vazão de metano ( $m^3/ano$ ) a partir de 2015 até a previsão para 2040, por considerar os dados mais atuais do DEMASI (Departamento Municipal de Água e Saneamento de Ijuí) sobre a demanda de resíduos da cidade. A

Tabela 1 apresenta a potência e a energia disponível no aterro em função da vazão de metano ( $m^3/ano$ ).

Tabela 1. Potência e energia disponível em função da vazão de metano ( $CH_4$ )

Ano	$m^3CH_4/ano$	Potência (MW)	Energia (MWh/d)
2015	5.721,17	0,659	13,775
2016	11.271,78	1,299	27,138
2017	16.657,51	1,921	40,106
2018	21.883,83	2,523	52,689
2019	26.956,02	3,108	64,901
2020	31.879,22	3,675	76,754
2021	36.658,39	4,227	88,261
2022	41.298,32	4,762	99,433
2023	45.803,67	5,282	110,280
2024	50.178,94	5,786	120,814
2025	54.428,46	6,276	131,046
2026	58.556,46	6,752	140,984
2027	62.567,00	7,214	150,641
2028	66.464,02	7,664	160,023
2029	70.251,34	8,100	169,142
2030	73.932,64	8,525	178,005
2031	77.511,49	8,938	186,622
2032	80.991,35	9,339	195,001
2033	84.375,54	9,729	203,148
2034	87.667,29	10,108	211,074
2035	90.869,72	10,478	218,784
2036	93.985,86	10,837	226,287
2037	97.018,63	11,187	233,589
2038	99.970,84	11,527	240,697
2039	102.845,22	11,859	247,617
2040	105.644,43	12,182	254,357

Conforme pode-se observar na Tabela 1 o crescimento da produção de biogás é exponencial. Isso se deve a alguns fatores incluindo o crescimento populacional, a expectativa de crescimento econômico e ainda uma coleta mais eficiente de resíduos. A Energia gerada pode contribuir parcialmente com a redução da necessidade de compra de energia de empresas externas, mas principalmente da um destino mais adequado aos resíduos produzidos no município.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estrutura da matriz energética brasileira define o Brasil como um dos destaques mundiais na geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, pois é rico em alternativas de produção das mais variadas fontes, diversificando cada vez mais a sua matriz energética e mantendo o alto índice de energia renovável (BRASIL [9]). O que não justifica é o fato de o Brasil, um país de clima tropical, com abundância de resíduos, continuar emitindo o gases que provocam o efeito estufa na atmosfera, sem nenhum aproveitamento.

O Objetivo deste trabalho busca propor alternativas para esta situação, estudando a capacidade de aproveitamento do lixo urbano do município de Ijuí no Rio Grande do Sul para produção de biogás e posterior geração de energia elétrica.

Conforme os resultados obtidos, percebe-se que, por meio da gestão eficiente dos resíduos sólidos urbanos, é possível aproveitar o potencial energético do biogás e por consequência contribuir com uma proposta de alternativa sustentável, para produção de energia elétrica. Ainda são necessários estudos de viabilidade econômica, no entanto como qualquer tecnologia se esta atividade não for plenamente viável nos dias atuais ela se tornará em poucos anos. Do ponto de vista sustentável, podemos verificar que esta, é uma ótima alternativa para a redução de depósitos de resíduos.

Para o caso do município, atualmente tem-se um potencial de geração de energia elétrica de aproximadamente 27 MW ano, no entanto, com o crescimento populacional e com uma coleta mais regular dos resíduos, esse potencial pode chegar a 140 MW ano em cerca de 10 anos.

## REFERÊNCIAS

[1] ROSA, A.V. Processos de energias renováveis. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

[2] ABRAMOVAY, Ricardo. Inovações para que se democratize o acesso à energia, sem ampliar as emissões. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. XVII, n. 3, p. 1-18, 2014.

[3] PEREIRA, E.B. et al. Atlas brasileiro de energia solar. São José dos Campos: INPE, 2006.

[4] BLEY JÚNIOR, Cícero. Biogás: A Energia Invisível, 2ª edição.

[5] SOUZA, S. N. M, et al. Custo da Eletricidade Gerada em Conjunto Motor Gerador Utilizando Biogás da Suinocultura. *Revista Maringá da Universidade do Estado do Paraná – Unioeste, Cascavel*, v. 26, no 2, 2004.

[6] PECORA, V., Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP. São Paulo, 2006.

[7] CASTRO, R. *Energias renováveis e produção descentralizada*. DEEC, Área Científica de Energia, Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, 2006.

[8] UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA), *Municipal Solid Waste Landfills*, USA, Novembro 1998.

[9] BRASIL. Ministério das Minas e Energia e Empresa de Pesquisa Energética. *Matriz Energética Nacional 2030*. Brasília, 2007.