

# VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA

## FEASIBILITY OF USING BIOGAS AS A ALTERNATIVE SOURCE OF ENERGY

### **RICARDO J. SILVA**

Mestrando em Engenharia de Petróleo e Gás. Universidade Potiguar.

E-mail: ric461@hotmail.com

### **EDUARDO C. SOEIRO**

Mestrando em Engenharia de Petróleo e Gás. Universidade Potiguar.

E-mail: eduardo.soeiro@ifrn.edu.br

**Envio em:** Agosto de 2013  
**Aceite em:** Agosto de 2013

## RESUMO

O presente trabalho consiste uma revisão da literatura acerca da produção de biogás, residual ou em processo controlado, para a produção de energia elétrica. O estudo se constitui de uma pesquisa aplicada, visto que “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos”. Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, é uma pesquisa qualitativa. Os resultados obtidos apontam que existe viabilidade técnica e econômica para o emprego de pequenas estações de geração de energia elétrica a partir do biogás. Entretanto, as restrições de produção e espaço físico para grandes empreendimentos é um impeditivo para o aumento substancial de escala desse tipo de empreendimento.

**Palavras-chave:** Biogás. Reaproveitamento. Energia Elétrica.

## ABSTRACT

*This work consists of a literature review on the production of biogas, waste or controlled process for the production of electricity. The study constitutes an Applied Research, since "aims to generate knowledge for practical application and directed to the solution of specific problems." From the point of view of how to approach the problem is a qualitative research. The results indicate that there is technical and economic feasibility for the use of small stations generating electricity from biogas. However, production constraints and physical space for large enterprises is an impediment to the substantial increase in scale of this type of venture.*

**Keywords:** Biogas. Reuse. Electricity

## INTRODUÇÃO

O problema do efeito estufa é um caso amplamente divulgado na imprensa e é o responsável por uma série de mudanças climáticas que estão causando danos e gerando uma grande preocupação na população mundial. O uso indiscriminado de combustíveis fósseis vem sendo apontado como a principal causa do aumento exagerado na concentração de gases estufa na atmosfera.

A data de descoberta do biogás, ou "gás dos pântanos" é do ano de 1667 (CLASSEN; LIER; STAMRS, 1999) e só um século mais tarde que se volta a reconhecer a presença de metano no gás dos pântanos, atribuído a Alessandro Volta, em 1776. Já no século XIX, Ulysse Grayon, aluno de Louis Pasteur, realizou a fermentação anaeróbia<sup>1</sup> de uma mistura de estrume e água, a 35 °C, conseguindo obter 100 litros de gás por m<sup>3</sup> de matéria (NOGUEIRA, 1986). Em 1884, Louis Pasteur, ao apresentar os trabalhos do seu aluno à Academia das Ciências, considerou que essa fermentação podia se constituir uma fonte de aquecimento e iluminação.

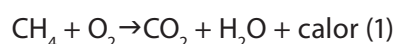
Os primeiros países a utilizarem o processo de biodigestão, de forma mais intensa e com finalidade energética, foram a Índia e a China (décadas de 50 e 60), sendo que esses países e outros, geralmente do terceiro mundo, desenvolveram seus próprios modelos de biodigestores (NOGUEIRA, 1986).

Com a crise do petróleo na década de 70, foi trazida para o Brasil a tecnologia da digestão anaeróbia. Na região nordeste, foram implantados vários programas de difusão dos biodigestores e a expectativa era grande, porém, os benefícios obtidos a partir do biogás e do biofertilizante não foram suficientes para dar continuidade aos programas e os resultados não foram muito satisfatórios (BOLETIM ENFOQUE, 1999).

Atualmente, esse processo vem se difundindo por vários países. A recuperação de energia gerada pelos processos de tratamento anaeróbio teve grande impulso com a crise do petróleo, quando diversos países buscaram alternativas para a sua substituição. Entretanto, como descreve Nogueira (1986), as soluções para os problemas de desenvolvimento devem ser apropriadas às necessidades, às capacidades e aos recursos humanos, aos recursos financeiros e à cultura. Assim, o impulso recebido, no período de crise, não chegou a constituir um sólido movimento de substituição dos recursos não renováveis por outras fontes renováveis.

O uso de combustíveis alternativos vem ganhando destaque, pois, além do petróleo ser uma fonte esgotável de energia, emite grande quantidade de gases poluentes. Muitas propostas têm surgido para substituição dos combustíveis fósseis, destacando-se o álcool etílico hidratado e os biocombustíveis derivados de óleos ou

gorduras, que surgem como uma promessa para substituição do óleo diesel, com especial destaque para o biodiesel. Outras tecnologias de produção de energia, como o aproveitamento de gases expelidos na decomposição da matéria orgânica, vêm evoluindo nos últimos anos, com a intenção de aproveitar essa mistura gasosa, denominada de biogás, para a produção de energia. O gás metano, CH<sub>4</sub>, é o principal componente do biogás, sua combustão completa libera energia, principalmente na forma de calor, que pode ser aproveitada para diversas finalidades. A reação 1 representa a combustão completa do gás metano.



De acordo com Silva e Cavaliero (2004), o interesse pela geração de energia a partir de fontes renováveis, principalmente as alternativas (energia solar, dos ventos, biomassa), vem experimentando uma nova fase de crescimento no Brasil. Até bem pouco tempo, o apelo ambiental era o único argumento utilizado para incentivar tais fontes, não sendo, no entanto, suficiente para atingir seu objetivo. Com a crise da energia elétrica e o plano de racionamento de 2001, chamou-se a atenção para outro fator importante: a necessidade de diversificar as fontes de energia.

Inúmeras pesquisas apontam para a viabilidade da aplicação do biogás, entretanto, a maioria dos trabalhos aponta restrições ou vantagens que ultrapassam os limites da razoabilidade da aplicação dessas técnicas. Diversos autores, tais como: Silva (1983), Lucas Jr (1987), Ross e Drake (1996), Sirkis et al (2003) e Souza et al (2004).

O presente artigo tem a intenção de discutir a viabilidade nos moldes atuais da utilização do biogás para a produção de energia, tendo como base um levantamento bibliográfico acerca das produções mais recentes sobre o tema.

## METODOLOGIA DA PESQUISA

O estudo se constitui de uma pesquisa aplicada, visto que "objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos". Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, é uma pesquisa qualitativa. Do ponto de vista de seus objetivos, é uma pesquisa exploratória: "visa a proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume, em geral, as formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso". Em relação ao enquadramento téc-

nico, é vista como uma pesquisa experimental: “quando se determina um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto”.

A hipótese pauta-se na possibilidade de haver aplicabilidade das técnicas biotecnológicas como fonte de produção do biogás, a ser utilizado na conversão para geração de energia elétrica.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, o estudo foi complementado com uma pesquisa bibliográfica, por sua elaboração partir de levantamento e análise de material já publicado, como artigos científicos, livros, relatórios técnicos, etc. e (SILVA; MENEZES, 2000), e como estudo de caso, devido à utilização de dados de campo. A estrutura da pesquisa consiste em:

- Formulação do problema, englobando a justificativa do estudo, a determinação dos objetivos, a contextualização da problemática e definição da metodologia;
- Realização do levantamento teórico, que orienta a caracterização do objeto de estudo, as definições e conceitos a serem utilizados em análise e correntes de pensamentos que norteiam a hipótese da pesquisa;
- Levantamento de dados na base de consulta e informação em livros e artigos científicos.

Os dados coletados em campo foram organizados de acordo com a necessidade da utilização em pesquisa, e usados para elaboração do levantamento da parametrização.

## BIOGÁS E METANO

A disposição final do lixo é um grande desafio para os gestores de uma cidade. Esse desafio tende a aumentar com o uso, cada vez maior, de descartáveis (ENSINAS, 2003). Uma alternativa para o problema do lixo é a construção de aterros sanitários, estes são uma forma antiga de tratamento dos resíduos, muito utilizada em todo o mundo, por se tratar de uma técnica simples e econômica de disposição final de resíduos sólidos (PFEIFFER, 2002).

Um aterro sanitário, de maneira geral, consiste na impermeabilização de um terreno, com a instalação de sistema de drenagem para os líquidos e gases produzidos, no qual, o lixo é disposto em camadas, compactado com espessura controlada e recoberto com uma camada de terra.

A compactação do lixo com cobertura de terra produz um ambiente escasso de oxigênio, ambiente anaeróbico, que possibilita a ação de microrganismos e conseqüente produção de uma mistura gasosa complexa, denominada de biogás, cujo principal componente é o metano, CH<sub>4</sub>. A proporção de gás na mistura depende,

entre outros parâmetros, do tipo de material degradado, sendo o metano combustível empregado para movimentar motores e geradores de energia elétrica (ALVES FILHO, 2004).

Vale salientar que o biogás não é produzido, exclusivamente, nos aterros sanitários; essa mistura gasosa é resultante da fermentação anaeróbia de material orgânico encontrado em resíduos animais e vegetais, lodo de esgoto, lixo ou efluentes industriais, como vinhaça, restos de matadouros, curtumes e fábricas de alimentos (GIACAGLIA; SILVA DIAS, 1993 apud COELHO et al, 2006). A composição típica do biogás é cerca de 60% de metano, 35% de dióxido de carbono e 5% de uma mistura de hidrogênio, nitrogênio, amônia, ácido sulfídrico, monóxido de carbono, aminas voláteis e oxigênio (WEREKO-BROBBY; HAGEN, 2000 apud COELHO et al, 2006). Dependendo da eficiência do processo, influenciado por fatores como carga orgânica, pressão e temperatura durante a fermentação, o biogás pode conter entre 40% e 80% de metano (COELHO et al, 2006).

O biogás produzido na degradação da matéria orgânica é um problema ambiental. Seu principal componente, o metano, possui capacidade de reter calor até cerca de vinte vezes mais que o dióxido de carbono, que é considerado o principal gás estufa. Então, é desejável que o biogás não seja lançado diretamente na atmosfera, o simples fato de provocar a combustão do mesmo já ajuda a diminuir possíveis impactos ao meio ambiente. No entanto, seria muito interessante queimar o biogás de forma controlada, para aproveitar a energia liberada no processo de combustão, transformando-a em energia elétrica ou mecânica.

## TECNOLOGIAS DE CONVERSÃO ENERGÉTICA

Existem diversas tecnologias para efetuar a conversão energética do biogás. Entende-se por conversão energética, o processo que transforma um tipo de energia em outro. No caso do biogás, a energia química contida em suas moléculas é convertida em energia mecânica por um processo de combustão controlada. Essa energia mecânica ativa um gerador, que a converte em energia elétrica. O ciclo Rankini (caldeira com turbina a vapor) e os motores de combustão interna tipo “Ciclo – Otto” são as tecnologias mais utilizadas para esse tipo de conversão energética (BOLLMAN et al, 2008).

## VIABILIDADE DO USO DO BIOGÁS

Segundo Coelho et al (2006), a utilização do biogás obtido a partir do tratamento de esgoto em uma ETE permite, apenas, uma redução do consumo de eletricidade.

dade, que é, em média, de 20%. Isso é explicado devido à grande demanda de energia elétrica exigida pelos equipamentos usados nos processos de tratamento de esgoto e do biogás. Além disso, considerando os menores geradores disponíveis no mercado (o gerador permite a conversão da energia química do biogás em energia elétrica), é necessário que o esgoto de 88 mil pessoas seja tratado diariamente para fornecer biogás suficiente para alimentar o gerador por 24 horas.

Bollman et al (2008) afirmam que os custos para a captação e aproveitamento do biogás produzido em um lixão devem levar em conta a captação, sucção, tratamento, queima, tecnologia de conversão, gastos com pessoal e tributos. Considerando o processo de conver-

são de energia a tecnologia do ciclo de Otto, as baixas escalas de produção não tornam viável, economicamente, a produção de energia renovável nas condições tecnológicas definidas no caso estudado, mas o uso combinado com a venda de crédito de carbono torna a produção de biogás econômico, ambiental e socialmente viável (BOLLMAN et al, 2008).

Segundo Vanzin et al (2006), a viabilidade da geração de energia elétrica a partir do biogás produzido no Aterro Metropolitano Santa Tecla, em Gavataí/RS, foi estudada por meio da simulação de oito cenários que levam em conta o valor dos créditos em carbono e o valor da venda de energia elétrica produzida (VANZIN et al, 2006). Os valores utilizados nas simulações estão na Tabela 1.

**Tabela 1** – Cenários para a avaliação do investimento.

Cenários	Preço do CER (US\$)	Preço da Energia elétrica (US\$/kwh)	TIR (%)	VPL (taxa 8%)
I	5,00	0,0592	13,76%	\$1.322.238,85
II	6,00	0,0592	14,95%	\$1.599.016,11
III	4,00	0,0592	12,54%	\$1.041.950,00
IV	5,00	0,0746	22,64%	\$3.572.963,01
V	5,00	0,0439	2,24%	\$1.221.389,35
VI	-	0,0746	16,96%	\$2.189.076,77
VII	-	0,0592	7,17%	188.162,46
VIII	-	0,0439	-7,01%	\$3.572.963,10

FONTES: Vanzin et al, 2006.

O empreendimento é considerado viável, quando a taxa interna de retorno (TIR) for maior que a taxa mínima de atratividade, representada pelo valor presente líquido (VPL), que, nas simulações, é de 8% a.a. Diante disso, os cenários I, II, III, IV e VI são viáveis, já os cenários V, VII e VIII são inviáveis, lembrando que os cenários VI, VII e VIII não consideram a venda dos créditos de carbono, isso faz com que o empreendimento só seja viável se o valor da energia elétrica for elevado. Isso mostra que a viabilidade desse tipo de empreendimento depende de vários fatores, entre eles o valor dos créditos de carbono e o valor de revenda da energia produzida.

Em relação às tecnologias usadas nas estações de beneficiamento do biogás, segundo Tomasquim (2003), falta uma política que viabilize a entrada dessas tecnologias no Brasil, ao contrário do ocorrido no caso das termelétricas alimentadas por gás natural.

Segundo Landim e Azevedo (2006), a demanda de energia pela sociedade é muito maior que a produzida pelo aproveitamento do biogás gerado a partir de resíduos, o que exige uma complementação

a partir de outras fontes, além disso, o investimento de capital para a instalação de uma estação de produção de energia alimentada por biogás é muito maior que o investimento em estações que utilizam combustíveis fósseis.

Existe certa insegurança quanto ao fornecimento de lixo por parte dos municípios para as usinas de geração de energia. Outra questão é a garantia de compra e transmissão da energia gerada pelas concessionárias locais, no caso em que as prefeituras não queiram a energia gerada (LANDIM; AZEVEDO, 2006).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na avaliação bibliográfica realizada, foi possível observar que existe viabilidade técnica e econômica para o emprego de pequenas estações de geração de energia elétrica a partir do biogás. Entretanto, as restrições de produção e espaço físico para grandes empreendimentos é um impedimento para o aumento substancial de escala desse tipo de empreendimento.

## REFERÊNCIAS

- ALVES FILHO, M. "Tese mostra potencial energético do biogás". **Jornada Unicamp**, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.ibps.com.br>>. Acesso em 10 jul. 2013.
- BOLETIM ENFOQUE. **Biodigestor "PE", fonte alternativa energética e de biofertilizantes**. Edição 03, Recife, 1999.
- BOLLMAN, H. A. et al. Energia no Lixo: uma avaliação da viabilidade do uso do biogás a partir de resíduos sólidos urbanos. **Encontro Nacional da Anppas**. 4, Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT494720080518202346.pdf>>. Acesso em 01 ago.2013 .
- CLASSEN, P.A.M; LIER, J.B.; STAMRS, A.J.M. Utilization of biomass for supply of energy carrier. **Applied microbiology and biotechnology**, v.52, p.741-755, 1999.
- COELHO, S. T., et al. A conversão da fonte renovável biogás em energia. **Congresso Brasileiro de Planejamento Energético**. Brasília, 2006. Disponível em <[http://cenbio.iee.usp.br/download/projetos/8\\_energ-biog.pdf](http://cenbio.iee.usp.br/download/projetos/8_energ-biog.pdf)> Acesso em 30 jul.2013.
- COELHO, S. T., et al. Geração de Energia Elétrica a partir do Biogás Proveniente do Tratamento de Esgoto Utilizando um Grupo Gerador de 18 kW. **Congresso Brasileiro de Planejamento Energético**. Brasília, 2006. Disponível em <[http://cenbio.iee.usp.br/download/projetos/10\\_purefa.pdf](http://cenbio.iee.usp.br/download/projetos/10_purefa.pdf)> Acesso em 30 jul.2013.
- ENSINAS, A. V. **Estudo da geração de biogás no aterro sanitário Delta em Campinas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia)- Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, 2003.
- LANDIM, A. L. P. F; AZEVEDO, L. P. **O aproveitamento energético do biogás em aterros sanitários: Unindo o inútil ao sustentável**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 27, p. 59-100, mar. 2008. Disponível em <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2704.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2704.pdf)>. Acesso em 07 ago.2013.
- LUCAS JÚNIOR, J. **Estudo comparativo de biodigestores modelos Indiano e Chinês**. 1987. 114 p. Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1987.
- NOGUEIRA, L.A.H. **Biodigestão, a alternativa energética**. São Paulo: Editora Nobel, 1986. p.1-93.
- PECORA, V. **Implementação de uma Unidade Demonstrativa de Geração de Energia Elétrica a partir do Biogás de Tratamento do Esgoto Residencial da USP: estudo de caso**. 2006. 153f. Dissertação (Mestrado em Energia)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- PFEIFFER, S.C; CARVALHO, E. H. Seleção de áreas para implantação de aterro sanitário no entorno do município de ribeirão preto (SP), utilizando-se o sistema de informações geográficas. **Seminário Nacional de Resíduos Sólidos**, 6, ABES Trabalhos Técnicos, Gramado, RS, 22 a 25 de setembro de 2002.
- ROSS, C.C., DRAKE, T.J., **The handbook of biogas utilization**, U.S. Department of Energy Southeastern Regional Biomass Energy Program Tennessee Valley Authority, Muscle Shoals, Alabama, Second Edition, 1996.
- SILVA, E. P; CAVALIERO, C. K. N. **Perspectivas para as fontes renováveis de energia no Brasil**. Disponível em <<http://www.universiabrasil.net>> Acesso em: 15 jul.2013.
- SILVA, N. A. **Manual técnico, construção e operação de biodigestor modelo chinês**. 2.ed. Brasília: Editora EMATER, 1983. 90p.
- SIRKIS, A. et al. **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. Coordenação de André Trigueiro. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.
- SOUZA S. N. M. et al. **Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura**. Maringá, 2004.
- TOLMASQUIM, Maurício Tiomno. **Fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência, Cinergia, 2003.
- VANZIN, E. et al. Análise da viabilidade econômica do uso do biogás de aterros sanitários para geração de energia elétrica: aplicação no aterro metropolitano Santa Tecla. **ENEGEP**, 26, . Fortaleza, 2006. Disponível em <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006\\_TR520347\\_7425.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR520347_7425.pdf)>. Acesso em: 30 jul.2013.