



CENBIO

Centro Nacional de Referência em Biomassa

NOTA TÉCNICA VII

GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DO BIOGÁS GERADO POR RESÍDUOS URBANOS E RURAIS

1. Apresentação Geral

Esta Nota Técnica resume os principais tópicos debatidos por especialistas do Brasil e do exterior presentes no Segundo Painel do “*Encontro Ibero Americano sobre Geração de Energia a partir de Biomassa*” (“*VI Encontro de Parcerias para o Desenvolvimento Tecnológico e Industrial em Bioenergia*”), que ocorreu durante o “*HÁBITAT BRASIL 2001*”, realizado em Florianópolis, SC, em novembro de 2001.

Este texto, em particular, foi elaborado a partir de colaborações técnicas recebidas de diversos especialistas no assunto, aos quais o CENBIO agradece imensamente, sem as quais este trabalho não teria sido possível:

- Eng. João Wagner **Alves**
- Eng. Paulo R. **Borges**
- Dra. Sonia Maria V. **Manso**
- Prof. Dr. Jorge **De Lucas Jr.**
- Eng. Mark R. **Zulau**

Por outro lado, as opiniões aqui expressas são de autoria da equipe técnica do CENBIO e não refletem obrigatoriamente a posição destes especialistas colaboradores nem das entidades signatárias no Convênio do CENBIO.

2. Introdução Geral

A recuperação do biogás, associada ao seu uso energético, pode não ser solução final para a questão do gerenciamento dos resíduos no Brasil. Todavia é a melhor opção que se apresenta para o momento. Esforços devem ser feitos buscando a minimização da geração de resíduos e aumento da prática de reciclagem. São muitas as alternativas tecnológicas encontradas na literatura propondo a solução ao gerenciamento dos resíduos urbanos; todavia, boa parte delas, como gaseificação ou pirólise, está em estágio experimental e ainda necessitam recursos para sua efetivação em escala comercial. Os processos de incineração para resíduos urbanos, embora bastante conhecidos, sofrem grande rejeição por parte da sociedade e apresentam elevado custo de implantação em função da necessidade de investimentos elevados para a limpeza dos gases de exaustão.





CENBIO

Centro Nacional de Referência em Biomassa

Por este motivo considera-se que, no curto prazo, a geração através de biogás é a que apresenta melhores perspectivas para o país.

A gênese do biogás ocorre em aterros sanitários, estações de tratamento anaeróbio de efluentes ou digestores de resíduos rurais. Nestes locais a matéria orgânica presente nos resíduos degrada em uma atmosfera isenta de oxigênio, onde vivem as bactérias anaeróbias que, aliando outras condições favoráveis como temperatura, umidade e pH, produzem naturalmente o biogás.

O biogás é uma mistura gasosa rica em metano, que é o componente predominante no gás natural combustível, hoje importado da Bolívia pelo Brasil e usado para geração de eletricidade, abastecimento de veículos automotores, geração de calor em indústrias e abastecimento doméstico e comercial em substituição ao GLP (gás liquefeito de petróleo).

O potencial energético do biogás varia em função da presença de metano em sua composição: quanto mais metano, mais rico é o biogás. Quando este é originário de aterros, a proporção de metano é, em média, de 50%, quando é gerado em reatores anaeróbios de efluentes a concentração média é mais elevada, atingindo 65%. Entretanto, quando comparado com o gás natural (85 a 95% de metano), apresenta menor poder calorífico, em consequência do menor conteúdo de metano.

3. Vantagens do uso do biogás

O biogás é considerado uma fonte de energia renovável e, portanto, sua recuperação e seu uso energético apresentam vantagens ambientais, sociais, estratégicas e tecnológicas significativas. Considerando que os lixões apresentam geração de biogás (metano) e que, sem captação/utilização, esta emissão tem impactos importantes no aquecimento global do planeta e na contaminação do lençol freático a nível regional, a utilização do biogás para geração de energia acaba por ser um forte candidato a projetos de comercialização de créditos de carbono. Tanto este fato é verdade que muitos países da União Européia comprometidos com a redução das emissões de gases efeito estufa estão investindo significativamente em projetos de geração de energia com biogás.

Uma vantagem adicional do uso do biogás é a característica de descentralização na geração, ou seja, todo adensamento populacional é também um centro importador de energia e a recuperação do biogás permite a redução dessa necessidade de importação. Independentemente do tipo de adensamento - residencial, industrial ou rural - ocorre ali geração de resíduos e, havendo aplicação da tecnologia anaeróbia para o seu tratamento, há a consequente geração de biogás.

Ao contrario do que se verifica em países como China e Índia, onde milhares de instalações rurais recuperam o biogás gerado por resíduos animais e humanos, experiências introdutórias realizadas nas décadas de 70 e 80 não tiveram continuidade no Brasil. Talvez o insucesso seja devido às diferenças culturais existentes entre o povo brasileiro e os povos





CENBIO

Centro Nacional de Referência em Biomassa

chinês e indiano e à falta de maiores incentivos governamentais.

Por outro lado, no que se refere ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e industriais, e mesmo considerando a grande diferença de renda entre a população brasileira e a de países como EUA e União Européia, estes são modelos sociais e urbanos mais próximos ao brasileiro que os modelos chinês e indiano. Nas cidades americanas e européias os resíduos sólidos são coletados e transportados para aterros localizados na periferia das cidades. São centenas os exemplos de recuperação do biogás. Só nos EUA, cerca de 350 projetos estarão em operação até o final desse ano, gerando 1.000 MW de energia elétrica.

Um reflexo da deficiência no setor sanitário que ocorre em grande parte do Brasil é o reduzido número de aterros sanitários existentes para lixo urbano. No Brasil existem apenas dois projetos piloto de aproveitamento de biogás e ambos são aproveitamentos térmicos, sem geração de energia elétrica.

Além da questão sanitária, outros fatores têm impedido o surgimento de projetos a exemplo de EUA e Europa como, por exemplo: ausência de dados científicos e de incentivo governamental, dificuldades em obtenção de crédito, concorrência com outras alternativas de ação na área ambiental, resistência por parte dos investidores em dar o primeiro passo, etc. Outra barreira é a de que mais de 70% dos investimentos são em equipamentos importados necessitando, portanto, correção dos preços para esta energia em função da variação da taxa de câmbio.

Avaliando-se a realidade brasileira identifica-se, na Região Metropolitana de São Paulo, dois projetos de geração de energia elétrica em aterros sanitários, que totalizam entre 40 e 60 MW. Esses projetos estão em fase de captação de recursos e negociações dos preços de venda para a sua viabilização. Ambos estão com a documentação tramitando para aprovação da autorização da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para atuar como produtores independentes.

Existem também outros dois aterros privados com captação e uso energético de biogás, um em Salvador, na Bahia e outro em Tremembé, São Paulo. Optou-se, nesses casos, por utilizar-se a energia térmica do biogás para evaporação do chorume, ao invés de geração de energia elétrica.

No caso de efluentes líquidos domésticos, estes são coletados nas áreas urbanas e, na maioria dos casos, no Brasil, não recebem nenhum tipo de tratamento antes de serem despejados nos cursos d'água. Sabe-se que menos da metade dos municípios do país possui sistemas de coleta de esgotos e apenas 15% deste esgoto é tratado, segundo a Agência Nacional de Águas.

Para a Grande São Paulo, levantamentos da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) indicam que são produzidos 50m³ de efluentes líquidos por segundo. Deste total, 20% é tratado, e o biogás resultante do tratamento do lodo gerado





CENBIO

Centro Nacional de Referência em Biomassa

pelos tratamentos dos esgotos, é na maior parte das vezes queimado sem nenhum aproveitamento energético.

Com relação ao tratamento de efluentes industriais, merecem destaque as indústrias de refrigerantes, laticínios, cervejarias e alimentos. Grande parte dessas indústrias usam processos anaeróbios para o tratamento dos seus efluentes e, quando a opção é o Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente o potencial de geração, recuperação e uso energético do biogás é potencializado significativamente. Como exemplo, pode-se citar que os efluentes líquidos das cervejarias do Brasil, tratados por processo anaeróbio em reatores, deixam de hoje gerar cerca de 20MW de eletricidade.

4. Conversão do biogás

A geração de energia elétrica com biogás pode ser feita com grupos moto-geradores semelhantes àqueles conhecidos comercialmente, através de motores de combustão interna a diesel, gasolina ou gás ou turbinas a gás, todos adaptados para queimar biogás.

Uma das barreiras para a recuperação da energia do biogás foi a necessidade de grandes quantidades de resíduos, gerando grandes quantidades de biogás para alimentar máquinas com potência maiores, em geral a partir de 500 kW. Entretanto, recentemente foi introduzida no mercado norte-americano a tecnologia de microturbinas, equipamentos fornecidos com potências para escalas inferiores a 100 kW e já disponíveis para utilização de biogás.

Nesta faixa de potência está 24% da população dos municípios (entre 50 mil e 230 mil habitantes), representando cerca de 150 MW de potência descentralizada.

Podem ser encontradas instalações para geração de energia elétrica por microturbinas alimentadas por biogás nos EUA já neste ano de 2001. O pequeno porte destes sistemas aumenta a flexibilidade da operação, possibilitando a geração de energia em pequenas localidades, o que amplia o espectro de localidades com potencial para a recuperação de biogás, principalmente no Brasil.

Uma outra vantagem desta tecnologia é a redução nas emissões (principalmente de óxidos de nitrogênio), quando comparadas com os outros sistemas de motores e turbinas de maior porte. As emissões destas microturbinas situam-se abaixo de 9 ppm, enquanto que para turbinas a gás elas são de 50 ppm e, para motores de ciclo otto, podem atingir até 3.000 ppm¹. O problema, para este tipo de tecnologia para pequenas potências, é o preço elevado, em função da ainda pequena escala de produção, necessitando maiores incentivos para sua viabilização em maior escala.

Na escolha da tecnologia de conversão do biogás, deve-se levar em conta também, além da quantidade e concentração de biogás, a presença de umidade, gases inertes e de gases

¹ Fonte: NREL, DOE, Capstone CO.





CENBIO

Centro Nacional de Referência em Biomassa

ácidos, estes últimos responsáveis por corrosão precoce dos equipamentos e emissões indesejadas de poluentes.

Todas as questões técnicas têm solução, como o uso de metais mais resistentes à corrosão nos motores para impedir sua deterioração. Também a instalação de lavadores de gases, filtros, desumidificadores, bem como de compressores para o biogás, são opções disponíveis (e, em muitos casos, imprescindíveis) para o beneficiamento do biogás. Evidentemente, sua aplicação tem como limitante o equilíbrio econômico do empreendimento.

Tal avaliação de equilíbrio econômico leva em conta apenas os fatores que compõem fluxo de caixa do empreendimento, que são o pagamento do financiamento somado aos custos de manutenção mais as taxas sendo compensados pela venda de eletricidade num determinado período. A diferença dessa equação define o lucro que o investidor avalia ser ou não compensador frente a outras opções de investimento.

A simples observação do fluxo de caixa não permite essa prática seja considerada viável economicamente. Até então, o preço de venda e a obrigatoriedade de compra ainda não foram adequadamente definidos. Enquanto isso, todas as demais vantagens associadas são deixadas de lado.

5. Potencial para geração de eletricidade com biogás

Considerando-se as 60.000 toneladas de lixo de lixo geradas no país por dia e a taxa de coleta de 80 %, tem-se a geração de 650.000 toneladas de metano por ano. Considerando-se o fator de 2.000 t de metano/ano.MW, pode-se estimar que o potencial de geração de energia elétrica pelos resíduos sólidos urbanos no Brasil seja de 300 a 500 MW.

Este potencial de 500 MW inserido na matriz brasileira, que hoje atinge 80 GW, terá influência praticamente desprezível no aumento do preço final da energia ao consumidor em nível nacional, porém os benefícios ambientais, sociais e de geração descentralizada são significativos.

Atualmente a SABESP já está investindo num projeto (2,0 a 2,6 MW) para a geração de energia elétrica e cogeração a partir de biogás, em sua Estação de Tratamento de Esgoto de Barueri na Região Metropolitana de São Paulo, com motores ciclo otto.

Existe também a possibilidade de se usar uma pequena parte do biogás produzido em Barueri para a alimentação de uma microturbina de 30kW, efetuando-se os testes e analisando-se a possibilidade de replicação deste sistema em outras localidades, de menor porte.

6. Geração de energia com resíduos rurais





CENBIO

Centro Nacional de Referência em Biomassa

Com relação aos resíduos gerados no meio rural considera-se que, além da potencial conversão em biogás, estes resíduos também podem permitir o aproveitamento energético indireto, através do seu uso para adubação, o que implica em economia da energia utilizada na fabricação do adubo.

De forma geral merecem destaque, para a geração de biogás, as produções de bovinos, suínos e aves. Essas são grandes geradoras de dejetos e, conseqüentemente, apresentam grande potencial de geração de biogás.

Por exemplo, um pequeno rebanho composto por 100 vacas em ordenha pode produzir 2.500 kg de estrume ao dia, gerando 100 m³ de biogás, energia equivalente a três botijões de GLP. Este resultado implica em potenciais ganhos anuais de R\$ 24.000,00 devidos à produção de biogás e outros R\$40 mil devidos à produção de fertilizantes. Vale lembrar que o rebanho nacional é de 40 milhões de bovinos para ordenha e outros 120 milhões de bovinos para corte.

A suinocultura e avicultura são igualmente promissoras. Por exemplo, com 1.000 suínos produzem-se diariamente 2.500 kg de estrume, o que equivale a 225 m³ de biogás, correspondendo a 7,5 botijões de GLP. Os potenciais ganhos são de R\$ 54.000,00, devido à produção do biogás, e outros R\$ 70.000,00 devidos à produção de fertilizantes. Analogamente, no Brasil existem aproximadamente 36 milhões de suínos e são produzidos anualmente outros três milhões de frangos, o que ressalta o potencial de aplicação dessas tecnologias no meio rural.

7. Conclusões preliminares – recomendações

A geração de energia com o biogás de resíduos apresenta conseqüências duplamente benéficas, pois irá colaborar com a viabilidade econômica do saneamento urbano.

Uma vez que apenas aterros bem gerenciados e estações de tratamento de esgoto têm condições de implementar tal ação, essa geração de energia também servirá como incentivo ao bom gerenciamento sanitário.

A disponibilidade de biogás é imediata. Aterros bem gerenciados necessitam de poucas obras de impermeabilização e captação. Estações de tratamento de esgotos ou lodos não necessitam de praticamente nenhuma adaptação. As necessárias adaptação de instalações rurais podem ser executadas em poucos meses.

De uma forma geral, a produção de energia elétrica a partir de biogás apresenta as seguintes vantagens:

(a) Para a sociedade:





CENBIO

Centro Nacional de Referência em Biomassa

- Geração de empregos e eliminação ou redução de subempregos;
- Geração descentralizada e próxima aos pontos de carga, a partir de uma fonte renovável que vem sendo tratada como resíduo;
- Colaboração para a viabilidade econômica do saneamento básico.

(b) Para as prefeituras:

- Possibilidade de receita extra, proveniente da energia gerada com biogás e vendida às concessionárias;
- Colaboração para a viabilidade econômica do tratamento do lixo;
- Menor rejeição social das instalações de saneamento, uma vez que elas passam a ser gerenciadas de forma melhor, representando um exemplo a ser seguido.

(c) Para as estações de tratamento de esgotos ou gerenciadoras de aterros:

- Redução na quantidade de eletricidade comprada da concessionária;
- Possibilidade eventual de venda de eletricidade à rede;
- Possibilidade de uso de processos de cogeração, ou seja, a geração de eletricidade tem como subproduto calor, a ser usado no tratamento do esgoto, ou mesmo ser vendido a terceiros.

(d) Para o meio ambiente:

- Redução das emissões de metano para a atmosfera, pois este também é um importante gás de efeito estufa;
- Redução do consumo de combustíveis fósseis, principais responsáveis pelo aumento do efeito estufa;
- Redução na geração de odor nas vizinhanças, de chorume e de contaminação do lençol freático;
- Melhoria nas condições dos lixões, que representam mais de 70% da condição de disposição nacional do lixo.

Em alguns países da Europa a energia gerada a partir do biogás é tratada de forma diferenciada. Em países como Alemanha, Espanha, Itália e Inglaterra existem políticas especiais de incentivos para aumentar a geração de energia com o biogás, estabelecendo valores de compra da energia da ordem de R\$ 165/MWh². Em linhas gerais, a aplicação dessa política visa por em prática um instrumento de desenvolvimento sustentável.

Comparativamente, os efeitos de sustentabilidade devem ser ainda mais evidentes no Brasil, pois os problemas ambientais, sociais, energéticos e sanitários aqui são bem mais significativos.

Neste momento, em que o primeiro passo está por ser dado, a implantação do

² Essa estimativa é feita considerando-se a relação 2,80R\$/U\$.



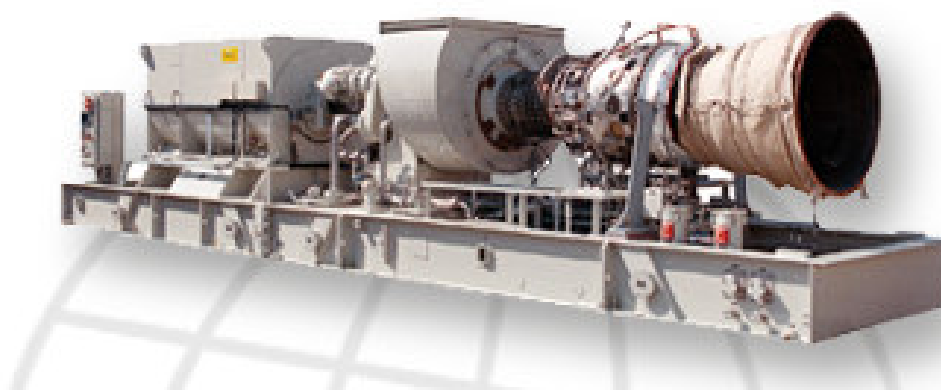


CENBIO

Centro Nacional de Referência em Biomassa

aproveitamento deste potencial energético depende certamente de incentivos do governo. A necessidade destes incentivos se baseia nas vantagens associadas a essa prática e sua implantação irá colaborar para a formação de um mercado no país.

De fato, gerar energia elétrica com esta fonte renovável é mais caro quando comparada àquela obtida por meio do gás natural ou de usinas hidroelétricas: estimativas recentes do CENBIO indicam o custo de geração de eletricidade com biogás numa faixa de R\$ 100 a 150/MWh.



Turbinas a gás para Biogás. Cortesia Solar Turbines Co.

Desta forma, o valor normativo estabelecido pela ANEEL para a biomassa (R\$ 94/MWh em setembro de 2001) não reflete a situação da geração de eletricidade com biogás. Além disso, deve ser ressaltado que a correção deste valor normativo, no caso do biogás, deve obrigatoriamente levar em conta a variação da taxa de câmbio, à semelhança dos empreendimentos com gás natural, uma vez que os equipamentos para geração com biogás são importados, ao contrário de muitos equipamentos de conversão de outros tipos de biomassa.

Neste contexto, o estabelecimento de políticas adequadas de incentivo ao uso energético do biogás, permitindo a implementação de um programa de larga escala no país, poderia eventualmente colaborar para viabilizar a nacionalização destes equipamentos de conversão.



COMISSÃO
DO
VERDADE
E
JUSTIÇA



Morores Ciclo Otto para Biogás. Cortesia Jenbacher



Microturbinas para Biogás. Cortesia Capstone

Políticas especiais como a obrigatoriedade de compra e o estabelecimento de preço adequado para essa energia já existem para outras energias renováveis - energia eólica e pequenas centrais hidrelétricas – e certamente poderiam ser implantadas para a biomassa e, em particular, para o biogás. Assim sendo, em julho de 2001, o CENBIO encaminhou à Câmara de Gestão da Crise Energética proposta de Resolução BIO.COM, com estas sugestões³.

*Florianópolis, Novembro de 2001.
Profa. Dra. Suani Teixeira Coelho
Secretária Executiva
CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa*

³ Ver, a este respeito, Notas Técnicas V e VI.



CENBIO

Centro Nacional de Referência em Biomassa



ETE San Elijo, San Diego, Califórnia. Foto CENBIO, 2001

Aterro Los Angeles, Califórnia, EUA. Foto CENBIO, 2001



Av. Prof. Luciano Gualberto , 1.289 - Cidade Universitária - São Paulo – SP CEP: 05508-900

Tel.: (11) 3818-2655, 3818-2654, 3483-6983 Fax: (11) 3818-2649

E-mail : cenbio@ice.usp.br Homepage: www.cenbio.org.br

