

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



9º CONGRESSO
Brasileiro de **P&D** em
PETRÓLEO E GÁS

Maceió, AL
de 09 a 11 de novembro
2017

Realização:



ABPG
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE P&D EM
PETRÓLEO E GÁS



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS

O Potencial Energético do Biometano proveniente do Biogás de origem dos Resíduos Sólidos Urbanos.

Rotas Prováveis de Utilização: Geração de Energia Elétrica ou Distribuição Canalizada.

Francisco Alfredo de Castro Neto

Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará - Arce

O Potencial Energético do Biometano proveniente do Biogás de origem dos Resíduos Sólidos Urbanos.

Rotas Prováveis de Utilização: Geração de Energia Elétrica ou Distribuição Canalizada.

Abstract

The increasing demand for energy, the reduction of non-renewable resources, the growth of the greenhouse effect originating mainly from the use of fossil fuels and the current climate changes, have caused worries and global discussions on possible alternatives to mitigate these factors, Use of clean energy sources. Given this context, associated to the dependence of increasingly scarce fossil energy sources, there is a need to diversify the use of energy sources, especially in relation to renewable energy sources, which currently appear as the most applicable option to solve this problem. In Brazil, a topic frequently discussed because of its importance for sustainable development, are the issues related to the destination of solid urban waste (SUW), whose negative effects directly reflect on the environment. One of the options to reduce this environmental impact is the energy utilization of biogas from the decomposition of SUW in landfills, since its use as an energy source will not only bring benefits in the economic area, such as electricity and fuel generation, but also The environment, reducing greenhouse gas (GEE) emissions into the atmosphere, which can result in climate change, as well as the correct treatment and disposal of urban solid waste, thus avoiding pollution of soil and surface water and groundwater.

Introdução

A crescente demanda por energia, a diminuição de recursos não renováveis, o crescimento do efeito estufa originário principalmente da utilização dos combustíveis fósseis e as mudanças climáticas atuais, têm causado preocupações e discussões globais sobre possíveis alternativas para mitigar esses fatores, tendo como principal tema a utilização de fontes de energia não poluentes. Diante desse contexto, associada à dependência de recursos energéticos de origem fósseis, cada vez mais escassos, surge à necessidade de diversificar a utilização das fontes energéticas, principalmente em relação às fontes de energias renováveis, que atualmente aparecem como a opção mais aplicável para solucionar este problema.

A proliferação dos produtos de base petroquímica traz consigo a diminuição de recursos não renováveis e, em muitos casos, a inviabilidade de reciclagem, somada ao crescimento do efeito estufa resultante dos processos de produtivos e da queima de combustíveis fósseis. Há de se ter mais ações no sentido de substituir materiais oriundos de fontes esgotáveis por outras que sejam ambientalmente corretas. Porém, não se trata somente de vislumbrar substituições, mas, sobretudo, de encontrar novos meios de utilização dos materiais que não têm tido aproveitamento, trazendo, também, consequências ambientais negativas (PASSOS, 2005).

O debate sobre o aumento da segurança no fornecimento de energia, impulsionado pelos efeitos de ordem ambiental e social da redução da dependência de combustíveis fósseis, contribui para o interesse mundial por soluções sustentáveis por meio de geração de energia oriunda de fontes limpas e renováveis. Nessa agenda, o Brasil ocupa posição destacada em função da sua liderança nas principais frentes de negociação e da significativa participação das fontes renováveis na sua matriz energética (COSTA, 2006).

No Brasil a energia hidráulica, base da matriz energética brasileira, junto com as fontes de energia solar, eólica e biomassa aparecem no cenário atual como as principais energias renováveis a

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

ser exploradas no país. Segundo o Balanço Energético Nacional de 2016, ano base 2015 (BEN 2016), a oferta interna de energia elétrica originária das fontes primárias hidráulica, biomassa e eólica correspondem a 75,5%, o que indica que o Brasil tem sua matriz elétrica predominante renovável. A biomassa representou com 8,0% dessa oferta interna, o que ocasionou uma contribuição de 13,20% na expansão da capacidade instalada. Como se vê, as fontes de energias renováveis têm grande influência na matriz energética brasileira, o que indica uma tendência do crescimento na utilização dessas fontes no país.

Atualmente as atividades humanas dependem muito dos combustíveis fósseis, porém, as energias renováveis, entre as quais se encontra a biomassa, têm sido cada vez mais pesquisadas no Brasil e no mundo, tendo em vista os fatores ambientais, econômicos e sociais positivos. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a capacidade instalada de geração de energia elétrica, proveniente da biomassa, ultrapassa os 12.000 MW, demonstrando, assim, a importante contribuição que essa fonte de energia tem na matriz energética nacional.

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME), o Brasil conta com 40% de oferta interna de energia (inclui todas as fontes de energia no país) composta por fontes renováveis. Considerando apenas a energia elétrica, esse número sobe para 75% da oferta, correspondendo às fontes renováveis hidráulica, eólica, solar e biomassa.

Diminuir a dependência de combustíveis fósseis e não renováveis e buscar soluções ambientalmente corretas, como a utilização da biomassa como fonte de energia, não apenas reduzirá os impactos globais pela queima de combustíveis fósseis como também contribuirá com a matriz energética dos países (FIGUEIREDO, 2007).

A biomassa, dentre as energias renováveis exploradas atualmente, constitui uma das opções para se diversificar a matriz energética, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil, permitindo um planejamento de sua utilização conjunta com fontes convencionais já existentes ou como possível fonte de energia principal.

Segundo a definição de Genovese, Udaeta e Galvão (2006), biomassa é a matéria orgânica da terra, principalmente, os resíduos de plantas. No campo da energia, o termo biomassa é usado para descrever todas as formas de plantas e derivados que podem ser convertidos em energia utilizável como, madeira, resíduos urbanos e florestais, grãos, talos, óleos vegetais e lodo de tratamento biológico de efluentes. A energia gerada pela biomassa é também conhecida como energia verde ou bioenergia.

O uso energético da biomassa é baseado na utilização dos resíduos primários (resíduos agrícolas e florestais), secundários (indústria madeireira, moveleira, resíduos de processamento de alimentos, da produção de carvão vegetal, da criação de animais e etc.) e terciários (decorrente do consumo de alimentos e materiais), assim como da biomassa gerada diretamente para esta finalidade em plantas energéticas (Lora *et al*, 2012).

A utilização da energia da biomassa como matéria prima para o desenvolvimento de novas alternativas energéticas é de fundamental importância, haja vista sua aplicação como fonte primária de energia ou na produção de biocombustíveis, como por exemplo, o etanol, o biodiesel, o biogás e biometano.

Conforme definição constante na lei Nº 9.478/1997, alterada pela lei 12.490/2011, os biocombustíveis são substâncias derivadas de biomassa renovável, tal como o biodiesel, etanol e outras substâncias estabelecidas em regulamento da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), que pode ser empregada diretamente ou mediante alteração em motores a

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

combustão interna ou para outro tipo de geração de energia, podendo substituir parcialmente ou totalmente combustíveis de origem fóssil.

A biomassa origina produtos e substâncias que tem encontrado cada vez mais espaço na política energética no Brasil, ainda que muito mais por questões econômicas do que ambientais. Dentre esses produtos da biomassa, tem-se desenvolvido estudos sobre o aproveitamento energético do gás proveniente da degradação da matéria orgânica, conhecido como biogás.

Garcia (2013) define o biogás como sendo o gás combustível produzido a partir de matéria orgânica submetida à ação de micro-organismos em um ambiente anaeróbico.

A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis define, através da Resolução ANP Nº 685/2017, o biogás como gás bruto obtido da decomposição biológica de resíduos orgânicos e o biometano como gás constituído essencialmente de metano, derivado da purificação do biogás.

No Brasil grande parcela da produção de biogás tem procedência da matéria orgânica de origem da agroindústria e do saneamento ambiental. Como matéria-prima dessas atividades temos a vinhaça da cana-de-açúcar, dejetos de animais para abate, Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e do tratamento de esgoto sanitário.

A produção do biogás é possível a partir de uma grande variedade de resíduos orgânicos como o lixo doméstico, resíduos de atividades agrícolas e pecuárias, lodo de esgoto, entre outros. É composto tipicamente por 60% de metano, 35% de dióxido de carbono e 5% de uma mistura de gases como o hidrogênio, nitrogênio, gás sulfídrico, monóxido de carbono, amônia, oxigênio e aminas voláteis (FIGUEIREDO, 2007).

O aproveitamento energético do biogás, além de trazer benefícios, como a utilização de fonte alternativa de energia, valorização da matéria orgânica, e a redução na emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), ele também possui diversas aplicações como: geração de energia elétrica, aquecimento, cocção, combustível veicular e outras aplicações nos processos industriais. O biogás também é aproveitado na forma de derivado, ou seja, após sua produção, ele poderá ser tratado em um sistema de purificação e enriquecimento que resultará na alteração de sua composição, ficando com as especificações semelhantes ao Gás Natural (GN) de origem fóssil, passando a ser denominado de Biometano ou Gás Natural Renovável (GNR).

Os gases gerados pela decomposição biológica são o metano, dióxido de carbono, sulfeto de hidrogênio e outros compostos-traços. O metano é um gás de efeito estufa com um potencial de aquecimento global (Global Warming Potencial – GWP) 21 vezes maior que o dióxido de carbono, como também responsável por 25% do aquecimento terrestre (FILHO, 2005).

Segundo o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2013), no Brasil, entre 2005 e 2010, houve um acréscimo de 16,4% nas emissões de GEE produzidos no tratamento de resíduos, sendo que 18,6% corresponderam às emissões oriundas do lixo.

Nesse cenário, o aproveitamento energético do biogás proveniente da decomposição de RSU em aterros sanitários, tem se tornado uma opção cada vez mais explorada em nosso país, pois sua utilização como energético não trará somente benefícios na área econômica, como podemos citar a geração de energia elétrica, mas também para o meio ambiente, reduzindo as emissões de GEE para a atmosfera, que podem resultar em mudanças climáticas, bem como, o correto tratamento e destinação do resíduo sólido urbano, evitando, assim, a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas.

O aproveitamento do biogás proveniente da digestão anaeróbia em aterros sanitários tem o potencial de contribuir para a redução de emissões de gases de efeito estufa, além de melhorar a

segurança energética, aumentar a geração de energia elétrica e térmica renovável descentralizada e aumentar autossuficiência no tratamento de resíduos, na geração de energia e na utilização dos recursos (ZGLOBALISZ *apud* FIGUEIREDO, 2012).

Além de dar destinação final aos resíduos sólidos, mediante os aterros sanitários, evitando a degradação dos solos e produzindo eletricidade, a utilização do biogás dos aterros possibilita a venda de créditos de carbono por atender ao mecanismo de desenvolvimento limpo, previsto no Protocolo de Kyoto (MOURA, 2013).

A matéria orgânica residual oriunda das atividades agrícolas, comerciais e industriais, quando disposta em aterros sob condições anaeróbicas tem como consequência a geração de metano, que é um dos mais importantes gases responsáveis pelo aquecimento global, com a segunda maior concentração no mundo. Via de regra, no Brasil não há o aproveitamento do metano produzido, que é lançado in natura na atmosfera. Quando há disposição dos resíduos em vazadouros pode ocorrer, também, a contaminação de solos e corpos d'água (PASSOS, 2005).

De acordo com o Relatório Panorama dos Resíduos Sólidos de 2013 publicado pela ABRELPE, a geração de RSU no Brasil em 2013 foi de 76.387.200 toneladas (209.280 t/dia), o que representa um aumento de 4,1% referente ao ano de 2012, tendo como resultado uma geração per capita de 1,041 (Kg/hab/dia). A participação da região Nordeste nessa matriz é de aproximadamente 25%, o que torna a segunda região que mais produz RSU no Brasil, ficando atrás da Região Sudeste (49%). No Estado do Ceará em 2013, foram gerados 9.376 (t/dia) de resíduos, sendo o segundo maior estado em geração de RSU na Região Nordeste, demonstrando ter um potencial energético a ser explorado. Assim, o potencial energético dos RSU tem sua importância reconhecida na preservação do meio ambiente e no setor de atividades econômicas relacionadas com a geração de energia térmica e elétrica.

Metodologia

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os aspectos conceituais sobre o aproveitamento energético do Biometano proveniente da purificação do Biogás de origem de aterros sanitários. A metodologia desta pesquisa pode ser caracterizada como de natureza qualitativa com fins descritiva e do tipo bibliográfico.

Resultados e Discussão

A destinação adequada e o uso sustentável dos resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários tem um papel importantíssimo no combate contra a poluição do meio ambiente, na diminuição da emissão de gases de efeito estufa e ajuda a sanar os problemas de saúde pública. Neste sentido, o aproveitamento energético do RSU, na forma de biogás, se destaca como sendo uma alternativa factível e com impacto positivo na área econômica e social.

O aterro sanitário é um aprimoramento de uma das técnicas mais antigas utilizadas pelo homem para descarte de seus resíduos, que é o aterramento. Modernamente, é uma obra de engenharia que tem como objetivo acomodar no solo resíduo no menor espaço prático possível, causando o menor dano possível ao meio ambiente ou à saúde pública. Essa técnica consiste basicamente na compactação dos resíduos no solo, na forma de camadas que são periodicamente cobertas com terra ou outro material inerte (CETESB).

A gestão adequada do lixo e a geração de energia a partir do biogás de lixo em aterros sanitários são soluções ambientalmente sustentáveis – gerando energia elétrica renovável e

limpa – além disso, a geração de energia elétrica a partir do biogás permite a redução de fugas dos gases de efeito estufa e a melhoria do índice de conversão do metano contabilizado no cálculo para emissão de créditos de carbono dentro do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) (ABREU, 2014).

A decomposição dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários responde por grande parte da emissão de gás metano na atmosfera, contribuindo diretamente com o aumento do aquecimento global, tendo em vista que o mesmo é considerado GEE. Assim, torna-se importante a exploração das rotas de utilização desse gás, que constitui a maior parcela na composição do biogás produzido em aterros, ou seja, com o aproveitamento da energia produzida do biogás estaremos contribuindo com a situação socioambiental do planeta, pois essa energia tem um nível de poluição reduzido se comparadas com as fontes de energias fósseis.

PASSOS (2005), em seu estudo, reconhece que a geração do resíduo sólido urbano (RSU) é motivo de preocupação de governantes e administradores em todo mundo, estando associada aos costumes, educação, qualidade de vida e nível de atividade comercial e industrial. A forma como ocorre o descarte e a destinação do RSU pode ter impactos sociais, como a proliferação de vetores, e ambientais, como a geração de chorume e de gases, como o metano. Portanto, conhecer a quantidade do resíduo originado e como é feito a sua disposição final é importante para que se dimensionem os possíveis impactos que possam ser causados.

O volume de biogás gerado por um aterro sanitário não é constante. Isso ocorre, pois o mesmo é preenchido gradualmente ao longo dos anos, com células de RSU sendo aterradas em diferentes períodos. Deste modo, cada célula irá possuir diferentes capacidades de produção de CH₄ em função de seu tempo de resistência no interior do aterro. O biogás total produzido por aterro sanitário, em um determinado instante, é igual à soma das capacidades individuais das células presentes no aterro. A consequência deste sistema de acondicionamento dos RSU's é um aumento da produção de biogás até o último ano de funcionamento do aterro (Lora *et al*, 2012).

Neste contexto, a geração de energia elétrica a partir do biogás de origem de RSU tem se apresentado como uma opção viável e em desenvolvimento no Brasil, podemos citar alguns projetos implantados ou em implantação: Usina Termoverde Salvador, capacidade instalada de 20MW; Usina Minas do Leão capacidade instalada de 17MW; Usina Termoverde Caieiras, capacidade instalada de 30MW; Usina Juiz de Fora, Capacidade instalada 7MW e Usina Guatapar, capacidade instalada 10MW.

Quanto ao uso do biogás como biometano necessita-se de um prévio tratamento para a remoo de parte do gás carbnico e outros contaminantes e o aumento do metano de forma a elevar o seu poder calorífico, podendo ser utilizado semelhante ao gás natural. Dentre as principais possibilidades de uso do biometano temos a utilizao como combustível veicular e a injeo em gasodutos das concessionárias estaduais de distribuio de gás canalizado, complementando o gás natural ou em algumas situaoes, poderá substitui-lo, principalmente em localidades não atendidas pela rede de distribuio, o biometano produzido no aterro sanitário poderá ser utilizado para atender a demanda local de gás canalizado.

O biogás sofre um processo de conversão, ou seja, acréscimo do teor de CH₄, e passa a ser chamado de biometano ou *Greengas*. Os principais processos para o melhoramento do biogás são aqueles que recuperam o CH₄ e removem o CO₂ e as impurezas, tais como H₂S, H₂, H₂O, siloxanos, etc. Sua presença no biogás, na ordem de partes por bilhão (ppb) acarreta, ao longo do tempo, problemas nos rotores de turbinas e motores pela formação de grãos de sílica no interior dos equipamentos, devido à elevada temperatura (Lora *et al*, 2012).

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) propõe o conceito de Oferta Descentralizada de Energia para ser utilizada no Plano Nacional de Energia, como a união dos conceitos de Geração Distribuída de Energia (elétrica) e da Produção Descentralizada de Combustível. E define esse conceito como a produção de energia perto do ponto de consumo (centro de carga), com atendimento prioritário à demanda e com escalas relativamente reduzidas. Não é demais lembrar que neste caso, o biogás, por suas características próprias, é a fonte que mais se assemelha à energia hidráulica no sentido de poder ser armazenado se despachado continuamente. Diferente das fontes solar e eólicas, que se caracterizam pela intermitência de entrada nas redes (BLEY JUNIOR, 2014).

A utilização do biometano como gás canalizado aparece como uma forte opção do aproveitamento do biogás de aterro, tendo em vista que na cadeia de produção e distribuição não existe a figura do transportador, o que tem impacto direto na infraestrutura de movimentação do gás, eliminando-se a necessidade de grande investimento de gasodutos. Outro ponto a se ressaltar, é a capacidade de se ter um combustível produzido em uma região isolada de rede estadual de distribuição, pois a partir de um aterro sanitário, gerido por um município ou por consórcio de deles, pode-se ter uma fonte energética local gerando benefícios sociais, ambientais e econômicos.

Assim, este estudo não tem a proposta de esgotar as discussões sobre qual a melhor opção de utilização do biometano proveniente do biogás de aterros sanitários, é sim tentar estimular a expansão desse assunto.

Conclusões

Diante das possíveis rotas de aproveitamento do potencial energético do biometano de RSU, pesquisadas neste trabalho, depreende-se que atualmente no Brasil, seja o uso na geração de energia elétrica ou na distribuição canalizada, as duas opções estão em ascendência de implantação, porém, não podemos desconsiderar que a utilização do próprio biogás na geração de energia elétrica pode ser um concorrente para o biometano, tendo em vista que para a obtenção do biometano temos que considerar os custos do processo de purificação e os procedimentos de controle de qualidade estabelecido na Regulamentação da ANP, que estabelece alguns requisitos para a utilização no país.

Agradecimentos

À Deus, sempre mostrando o caminho a ser seguido, aos meus Pais e minha esposa e filhas por sempre estarem ao meu lado.

Referências Bibliográficas

ABREPEL – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, São Paulo, 2013.

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

- ABREU, Fábio Viana de, Biogás: economia, regulação e sustentabilidade – 1. Ed. – Rio de Janeiro, 2014.
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Banco de Informação de Geração – BIG, disponível www.aneel.gov.br, acesso em 21/01/2015.
- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Resolução ANP N° 685, 2017.
- BEN - Balanço Energético Nacional 2016, ano base 2015. Ministério de Minas e Energia - MME e Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Rio de Janeiro, RJ, 2016.
- Biocombustíveis: volumes 1 e 2 / Electo Eduardo Silva Lora, Osvaldo José Venturini [coods.]. – Rio de Janeiro: Interciência, 2012.
- BRASIL. Lei N° 9.478/1997, de 6 de agosto de 1997.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Disponível em <http://biogas.cetesb.sp.gov.br/aterro-sanitario/>, acessado em 24/04/2015.
- COSTA, David Freie da, Geração de Energia Elétrica a partir do Biogás de Tratamento de Esgoto. Dissertação (Mestrado em energia) – Universidade de São Paulo IEE/EPUSP/FEA/IF, São Paulo, SP, 2006.
- FIGUEIREDO, Juliana Carvalho. Estimativa de produção de Biogás e potencial energético dos resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais. Dissertação (mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2012.
- FIGUEIREDO, Natalie Jimenez Vérdi de, Utilização do Biogás de Aterro Sanitário para Geração de Energia Elétrica e Iluminação a Gás – Estudo de Caso. Trabalho de Graduação, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, SP, 2007.
- FILHO, Luiz Fernando de Brito. Estudo de gases em Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos. Dissertação (Mestrado Ciência em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2005.
- GARCIA, Roberto, Combustíveis e combustão industrial. - 2º ed. - Rio de Janeiro: Interciência, 2013.
- GENOVESE, Alex Leão; UDAETA, Miguel Edgard Morales; GALVÃO, Luiz Cláudio Ribeiro. Aspectos Energético da Biomassa como Recurso no Brasil e no Mundo, São Paulo, 2006. Disponível em http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022006000100021&script=sci_arttext.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. Disponível em www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis. Acessado em 18/11/2014.
- MME - Ministério de Minas e Energia. Disponível em www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/brasil-e-alemanha-vao-intensificar-cooperacao-na-area-energetica, em 20/8/2015.
- MOURA, Elisangela Santos de. Aterros sanitários: aproveitamento energético e mercado de carbonos. Revista Jus Navigandi, Teresina, ano 18, n. 3731, 18 set. 2013. Disponível em: <http://jus.com.br/artigos/25308>. Acesso em: 20 abr. 2015.
- OLIVEIRA, L.B. Potencial de Aproveitamento Energético de Lixo e de Biodiesel de Insumos Residuais no Brasil. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2004.
- PASSOS, Paulo Roberto de Assis, Destinação Sustentável de Casca de Coco (*Cocos nucifera*) Verde: Obtenção de Telhas e Chapas de Partículas. Tese (Doutorado em Ciência em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2005.