

BIOGÁS COMO FONTE ENERGÉTICA

Anderson José de Oliveira¹, Lucas dos Santos Rodrigues¹, Marília Akane Ohama¹,
Mateus Vinicius Faria da Paixão¹, Mayara dos Santos Amarante²

Resumo: Com o avanço tecnológico e o vertiginoso crescimento populacional, o homem principiou a pesquisar por novas fontes de energia, a recuperação do biogás proveniente dos resíduos urbanos é uma delas. O biogás é consequência da fermentação anaeróbica, com a ausência do oxigênio ou do ar, de biomassas por bactérias, que por muito tempo, era considerado apenas um subproduto da decomposição anaeróbica. O progressivo encarecimento do preço dos combustíveis, aumento da poluição ambiental, a crescente demanda de energia o aumento na produção de lixo entre outros fatores, vêm intensificando pesquisas e investimentos para a produção de energia a partir de fontes renováveis de energia que proporcionem a preservação de recursos naturais esgotáveis, tal como o petróleo. O biogás é basicamente composto por gás metano (CH₄), o que o torna uma ótima fonte de energia e combustível. Esta pesquisa avaliou se a geração de energia através do biogás é um processo benéfico para a produção de energia elétrica, redução dos danos ambientais causados pelos descartes e manuseios incorretos de resíduos orgânicos sólidos, e pela decomposição desses resíduos nos lixões e aterros que produzem gases que afetam o meio ambiente como o gás metano (CH₄).
Palavras-chave: Biogás, Resíduos Urbanos, Biodigestor, Geração de Energia.

Introdução

O fogo foi a primeira fonte de energia descoberta pelo homem a aproximadamente 500 mil anos atrás. O carvão começou a ser utilizado como fonte de energia por volta de 1000 a.C na China.

Na era moderna foi descoberta uma nova fonte de energia o petróleo. Em 1640 o petróleo começa a ser utilizado como fonte de energia para a iluminação de ruas na Itália, em 1650 o petróleo passa a ser utilizado como fonte de combustível.

No ano de 1765, James Watt aperfeiçoa a máquina de vapor, que passou a ser utilizada em locomotivas em 1804 e em navios em 1807.

¹ Discentes do Curso de Engenharia de Produção. Universidade Braz Cubas.

² Mestrado em Ciências e Tecnologias Espaciais pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brasil(2015). Professor Titular da Universidade Braz Cubas , Brasil.

Com o avanço das tecnologias o homem cria a primeira usina elétrica, tal feito ocorreu em janeiro de 1881 em Londres, em setembro do mesmo ano foi criada a segunda usina elétrica em Nova Iorque. As usinas eram utilizadas para a iluminação das cidades e operavam com corrente contínua.

Mais tarde foi descoberta a energia radioativa, que passou a ser chamada de energia atômica. Pierre Curie foi quem fez a descoberta em 1901, quando em um experimento descobriu que um grama de rádio tinha a capacidade de produzir até 140 calorias por hora.

Com o avanço da tecnologia e o rápido crescimento populacional, o homem começa a pensar em fontes de energia renováveis.

Segundo Rodolfo Ferreira Alves Pena, Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Paraná, “As fontes renováveis de energia são formas de produção de energia em que suas fontes são capazes de manterem-se disponíveis durante um longo prazo, contando com recursos que se regeneram ou que se mantêm ativos permanentemente, em outras palavras, fontes renováveis de energia são aquelas que contam com recursos não esgotáveis.”

Atualmente existem diversos tipos de fontes renováveis de energia tais como: energia solar, hídrica, geotérmica, eólica, energia das marés, energia biológica ou de biomassa são alguns dos tipos de energias renováveis.

Abordaremos nesta pesquisa a energia proveniente do biogás, o biogás é liberado no processo de decomposição de matérias orgânicas como lixo, esterco, palha entre outros. A produção da energia através de biogás se torna interessante nos dias atuais por dois fatores, o primeiro porque polui muito pouco para produzir a energia e o outro fator porque reduz consideravelmente a grande quantidade de resíduos orgânicos depositados em lixões ou aterros que prejudicam o meio ambiente. Esta pesquisa tem como objetivo avaliar se a geração de energia através do biogás seria um processo benéfico para a produção de energia elétrica, redução dos danos

ambientais causados pelos descartes e manuseios incorretos de resíduos orgânicos sólidos, e pela decomposição desses resíduos nos lixões e aterros que produzem gases que afetam o meio ambiente como o gás metano (CH₄).

Metodologia

Trata-se de uma revisão bibliográfica, cujos dados foram coletados através do levantamento das produções científicas e de bases de dados online sobre o uso do biogás como fonte alternativa de energia. Inicialmente foi realizada uma busca onde foram utilizados como critérios de utilização textos e artigos que abordavam os principais pontos da utilização do biogás como fonte de energia. Assim foram encontrados 22 artigos e documentos em bases online referentes ao uso do biogás como fonte de energia, sendo excluídos os artigos que não atendiam os critérios de uso.

Desenvolvimento teórico

Com uma população com mais de sete bilhões de pessoas em todo o globo, o homem passou a produzir uma enorme quantidade de lixo diariamente. Devido a isso, esses resíduos orgânicos passaram a serem tratados e descartados de formas incorretas, o que por sua vez acaba gerando graves consequências para o meio ambiente e a vida local.

O tratamento correto desses resíduos possui muitas vantagens e benefícios, tanto para a população como também para o meio ambiente. No mundo inteiro têm sido criados e adotados diversos projetos para o descarte correto e o reaproveitamento deste lixo.

A utilização do lixo para a geração de energia é uma atividade que vem sendo realizada no mundo inteiro e que vem ganhando notoriedade no Brasil, conseqüentemente, a geração de energia desta forma reduz os impactos ambientais causados pelos gases que são eliminados durante o processo de decomposição dos resíduos, e

beneficia o país com uma nova forma de gerar energia. Nesse processo a energia é gerada a partir da incineração do lixo.

Com a crescente demanda de energia, o elevado preço dos combustíveis, o aumento da poluição ambiental, e principalmente o fato de que o petróleo é uma fonte de energia e combustível não renovável, tem incentivado estudos para recobrar possíveis fontes de energia renováveis.

Outro grande problema é o ligeiro aumento na formação de resíduos sólidos, que tem aumentado o número de lixões, o que promove impasses na área da saúde e ambiental.

Essas questões da diligência de energia e do lixo podem ter como uma provável elucidação o biogás.

O biogás é consequência da fermentação anaeróbica, com a ausência do oxigênio ou do ar, de biomassas por bactérias. Isso tem sentido de que toda a matéria orgânica como cascas de frutas, bagaço de cana de açúcar, restos animais e vegetais, madeiras, resíduos agrícolas, entre outros passam por um processo de degradação causada por bactérias, produzindo assim o biogás.

O biogás é basicamente composto por gás metano (CH₄), o gás metano é um altamente inflamável, incolor e inodoro, além do gás metano o biogás também é composto por outros gases como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Composição Média do Biogás

Composição média do biogás		
Gás	Teor em Volume	Fórmula química
Metano	60- 70	CH ₄
Dióxido de Carbono	30- 40	CO ₂
Nitrogênio	0- 3	N ₂
Hidrogênio	0- 1	H ₂
Oxigênio	0- 1	O ₂
Gás sulfídrico	0- 1	H ₂ S

Fonte: R. Garcia (2013, p.37)

Como forma de tentar combater o descarte incorreto do lixo, em 2 de agosto de 2010 foi criada a Lei Nº 12.305 que Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

O Art. 1 da Lei Nº 12.305 diz que: “Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como, sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolva ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Esta Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica. (Lei No 10.308, de 20 de novembro de 2001).”

Evolução do Biogás

Por muito tempo o Biogás era encarado como um subproduto, obtido a partir da decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos. Porém, com o rápido avanço econômico, o aumento no preço dos combustíveis, a implementação dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), o aumento de projetos e estudos visando o desenvolvimento sustentável, o número de pesquisas e investimentos na produção de energia a partir de fontes alternativas e economicamente viáveis aumentou, um dos alvos destes estudos é o biogás.

Oriundo da digestão anaeróbica de resíduos sólidos e líquidos o biogás torna-se uma fonte de energia alternativa, todavia, também contribui significativamente na questão ambiental, em razão de que reduz consideravelmente os impactos ambientais quando o biogás é lançado na atmosfera.

A capacidade energética do biogás é determinada em função da quantidade CH₄, contida no gás, o que estabelece seu poder calorífico. O CH₄ varia de 40 a 75% dependendo da fonte geradora de biogás.

Poder Calorífico

Poder calorífico segundo V. Lagemann (2016, p.15). “é definido como a quantidade de calor que é liberado pela queima total de uma unidade de massa ou de volume do combustível sob dadas condições iniciais de temperatura e pressão. O poder calorífico é expresso em unidades do sistema internacional (SI), kJ/kg ou kJ/m³. No Brasil, o poder calorífico tem sido frequentemente expresso em kcal/kg, kcal/m³ⁿ ou kcal/m³ (20°C).”

Poder calorífico Superior e Inferior

Existem dois tipos de poder calorífico: Poder Calorífico Superior (PCS) e Poder Calorífico Inferior (PCI).

PCS: é a quantidade de calor produzida por 1 kg de combustível, quando este entra em combustão, em excesso de ar, e os gases da descarga são resfriados de modo que o vapor de água neles seja condensado.

PCI: é a quantidade de calor que pode produzir 1kg de combustível, quando este entra em combustão com excesso de ar e gases de descarga são resfriados até o ponto de ebulição da água, evitando assim que a água contida na combustão seja condensada.

Determinação do poder calorífico

Segundo R. Garcia (2013, p.251) “O poder calorífico é determinado, no laboratório, através de uma bomba calorimétrica com temperatura controlada do banho onde está imersa a bomba em que se faz a queima do combustível. O valor obtido é sempre o Poder Calorífico Superior. Assim, o Poder Calorífico Inferior é sempre obtido por meio de cálculo. Para tanto, é necessário se conhecer o teor de hidrogênio do combustível e sua umidade. Observa-se que, normalmente, o que mais se usa é exatamente o Poder Calorífico Inferior, uma vez que, na maioria dos processos industriais, os gases

de combustão são liberados a temperaturas altas onde a água neles contida se encontra na fase gasosa.”

A equação (1) representa a relação matemática entre o PCI e o PCS:

(1)

onde:

PCI = poder calorífico inferior, kJ/kg em base seca.

PCS = poder calorífico superior, kJ/kg.

H = teor de hidrogênio do combustível, kg/kg em base seca.

= teor de umidade do combustível, kg de água/kg de combustível seco.

Poder calorífico do biogás

O poder calorífico do biogás é variável, sendo aproximadamente de 22500 a 25000 kJ/m³, admitindo o CH₄ puro com cerca de 35800 kJ/m³. Isto significa um aproveitamento de 6,25 a 10 kWh/m³. Sua potencialidade é demonstrada quando tratado, pois, o seu poder calorífico pode chegar a 60% do poder calorífico do gás natural (E. Lora, O. Venturini, 2012, p. 329). A Tabela 2 representa o poder calorífico do gás metano em relação a outros gases.

Tabela 2 - PCI de Diferentes Gases

PCI de diferentes gases		
Gás	PCI (kcal/m ³)	PCI (kJ/m ³)
Metano	8 500	35 558
Propano	22 000	92 109
Butano	28 000	117 230
Gás Natural	7 600	31 819

Fonte: (E. Lora, O. Venturini, 2012, p. 329)

Limpeza do biogás

Existem substâncias não combustíveis no biogás, essas substâncias prejudicam o processo de queima, o que torna o combustível gerado menos eficiente, pois, tais substâncias em contato com o combustível absorvem parte da energia gerada. Para a

utilização do biogás é necessário a utilização de técnicas para a purificação do biogás como evidenciam as Tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3 - Técnicas utilizadas para remoção da água contida no biogás.

Impureza	Tecnologia	Material utilizado
Água	Adsorção	Sílica geral
		Peneira Molecular
		Alumina
	Absorção	Etilenoglicol
		Temperatura -6,7°C
		Selexol
Refrigeração	Resfriamento a 2°C	

Fonte: (E. Lora, O. Venturini, 2012, p. 331)

Tabela 4 - Técnicas utilizadas para a remoção de hidrocarbonetos contidos no biogás.

Impureza	Tecnologia	Material Utilizado
Hidrocarbonetos	Adsorção	Carvão ativado
	Absorção	Óleo leve
		Etilenoglicol
		Selexol
		Temperatura entre -6,4 e -33,9°C
	Combinação	Refrigeração com etilenoglicol e adsorção em carvão ativado

Fonte: (E. Lora, O. Venturini, 2012, p. 331)

Tabela 5 - Técnicas utilizadas para a remoção de CO₂ (Dióxido de Carbono), H₂S (Ácido Sulfídrico) e siloxina contidos no biogás.

Impureza	Tecnologia	Material Utilizado
CO ₂ e H ₂ S	Absorção	Solventes orgânicos
		Selexol
		Flúor

		Rectisol
		Soluções de sais alcalinos
		Potássio quente e potássio quente inibido
		Alcanolaminas
		Mono, di e trietanolaminas
		Diglicolamina
		Ucarsol - CR. (Solvente)
	Adsorção	Peneiras Moleculares
		Carvão Ativado
	Separação por Membranas	Membrana de fibra oca
Siloxina	Adsorção	Carvão Ativado

Fonte: (E. Lora, O. Venturini, 2012, p. 331)

Resíduos urbanos

O gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU's) é um dos principais problemas enfrentados pelas administrações públicas. No mundo a maior parte dos resíduos urbanos produzidos acaba sendo dispensados em aterros sanitários, que por sua vez, podem ser regulamentados por lei ou não. O biogás gerado pela decomposição anaeróbica nestes aterros é liberado diretamente na atmosfera.

Aproximadamente são despejados cerca de 1,5 bilhão de RSU's em aterros espalhados pelo mundo, isso equivale a uma geração de 75 bilhões de Nm³ de CH₄, menos de 10% deste potencial energético é utilizado.

A geração de lixo per capita no Brasil varia de 0,4 a 0,7 kg/dia, de acordo com a Tabela 6. Com a tendência de crescimento da economia nacional esperava-se que esses valores aumentem nos próximos anos. Isso faria com que haja uma necessidade muito forte de políticas mais rigorosas para a regularização das condições de aterros sanitários e maior incentivo econômico para a reciclagem. (E. Lora, O. Venturini, 2012, p. 338)

Tabela 6 - Índice de produção per capita de resíduos sólidos domiciliares em função da população urbana.

Classificação	Quantidade (kg/habitante/dia)
Até 100 mil habitantes	0,4
Entre 100 e 200 mil habitantes	0,5
Entre 200 e 500 mil habitantes	0,6
Acima de 500 mil habitantes	0,7
Média	0,52

Fonte: (E. Lora, O. Venturini, 2012, p. 331)

Biodigestor

O biodigestor é um equipamento de processamento da matéria orgânica em que é realizada a decomposição da matéria orgânica e a reutilização dos produtos resultantes do processo, por isso é um método ideal para o tratamento de resíduos sólidos e orgânicos de vários tipos.

É um método ecológico e eficaz utilizado no tratamento de esgoto humano e animal, um biodigestor funciona como um reator químico em que as reações químicas têm origem biológica, ou seja, são feitas por bactérias que digerem matéria orgânica em condições anaeróbicas (ausência de oxigênio), tal processo produz 2 produtos: biogás e fertilizantes.

O funcionamento do biodigestor é devido a um reator onde as bactérias digerem o esterco num ambiente favorável e sem oxigênio, produzindo o biogás (composto basicamente por metano). Em seguida o gás obtido por uma mini turbina, que é responsável pela geração de energia).

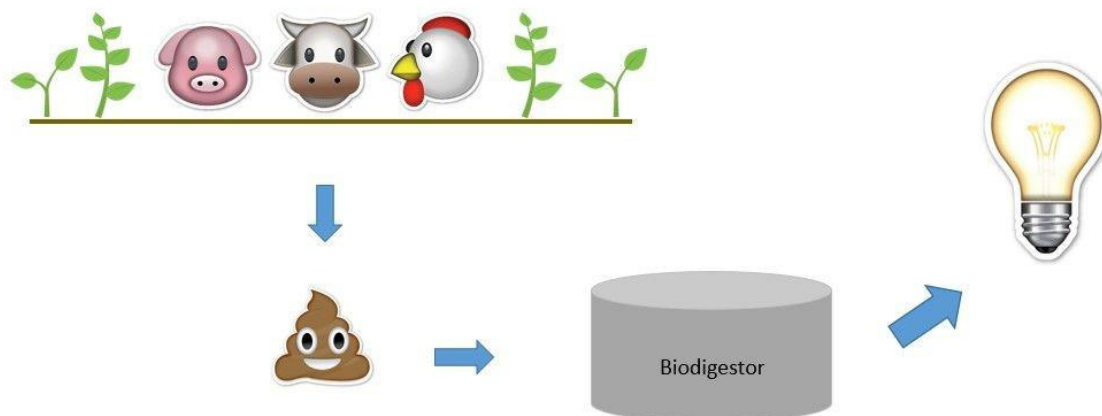


Figura 1 - Processo de um Biodigestor

Existem vários tipos de biodigestor, sendo cada um mais adequado a um tipo de resíduo específico. O tipo de biodigestor que é muito útil em fazendas nas quais a remoção dos dejetos não é feita todos os dias (como na avicultura de corte). Após a coleta do esterco, este pode ser diluído em água e colocado dentro do biodigestor, onde ficará por um tempo. Se não for prontamente utilizado, pode-se armazená-lo em sacos plásticos fechados até o uso.

Vantagens do biodigestor

Ao queimar os resíduos orgânicos no biodigestor, já temos uma grande vantagem para o meio ambiente, pois o gás metano é um dos principais responsáveis pelo efeito estufa. Outro benefício gerado é o fato do biogás ser uma energia renovável e mais barata do que as convencionais, como por exemplo, a hidrelétrica e o gás natural.

Então, em vez de expelir o metano para a atmosfera e contribuir para o aquecimento global, você vai aproveitar o poder calórico dele.

Locais em que o biodigestor já é aplicado

Um exemplo de aplicação do biodigestor é a Fazenda Santa Ignácio de Loyola, em Brotas, no estado de São Paulo, um biodigestor é utilizado para tratar os dejetos dos animais suínos, o que contribui

na produção de citros e na diminuição dos custo de produção, através da geração de energia.

Em 2003, a fazenda, junto com um convênio canadense, instalou cinco biodigestores. Durante 10 anos, a fazenda comercializou na Bolsa de Valores da Europa e da Ásia a emissão de crédito de carbono através da energia gerada pelo gás metano. Após o fim do convênio, a fazenda ficou com os biodigestores e passou a gerar energia elétrica, reduzindo em 30% o custo da produção.

O sistema biodigestor, além de oferecer uma destinação adequada aos restos de alimentos e aos dejetos dos porcos da fazenda, também trata as águas, reutilizando-as em seus pomares. Isso evita a contaminação do solo, dos lençóis freáticos e afluentes e também reduz a emissão de gases nocivos à atmosfera. A ideia começou por meio das experiências de antepassados portugueses que utilizavam a criação de suínos para ajudar na implantação do pomar.

Pontos positivos do biodigestor:

Economia dos criadores de gado

Devido a destinação adequada de alimentos e dejetos de porcos da fazenda

Trata as águas, reutilizando-as em seus pomares

Evitando assim a contaminação do solo, dos lençóis freáticos e afluentes

Diminuição da emissão dos gases nocivos à atmosfera

O gás metano é um dos principais responsáveis pelo efeito estufa

A quantidade de energia gerada pelo biogás não é constante, variando ao longo do período de produção;

Em função da Directiva Comunitário relativa a aterros, no futuro será minimizada a deposição de resíduos biodegradáveis em aterro, pelo que as instalações de recuperação de biogás de aterro terão um tempo limitado de existência;

Potencial Energético do Biogás no Brasil

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o biogás resultante de materiais orgânicos seria capaz de gerar 12% de toda a energia do Brasil. Porém, somente 0,05% deste potencial energético é utilizado, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Sobrevém a necessidade de investimentos na produção do biogás para a diversificação da matriz energética do país.

Dados divulgados pelo Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás (CIBiogás), existem no Brasil 153 unidades gerando energia térmica, elétrica ou biocombustível por meio do biogás, transformando em energia, os resíduos sólidos, agrícolas, lixos e esgotos das cidades.

Ainda segundo a CIBiogás, juntas essas unidades conseguiriam gerar cerca de 1.693 MWh/dia, energia o suficiente para abastecer todas as residências de cidades como Santo André ou Ribeirão Preto, ou ainda produzir biometano capaz de percorrer quase 11 milhões de quilômetros com um automóvel.

A EPE estima que o potencial energético das biomassas, no Brasil, em 2013 era de 210 milhões TEP (tonelada equivalente de petróleo) e que em 2050 esse potencial pode atingir a casa dos 460 milhões de TEP. Em parte a Associação Brasileira de Biogás avalia que o potencial energético nacional é de cerca de 20 milhões de metros cúbicos ao ano nos setores sucroalcooleiro e na produção de alimentos, já no setor de resíduos sólidos, esgotos domésticos e de saneamento básico, o potencial energético pode chegar à 3 bilhões de metros cúbicos ao ano.

Segundo Rodrigo Régis, diretor presidente do CIBiogás, o Biogás

no Brasil, como negócio ou mercado, está muito abaixo do seu potencial, mas que, já se pode notar uma evolução do quadro no país, pois, o número de plantas de biogás e de investidores que vem sendo atraídos tem aumentado, com o apoio do Governo que tem criado uma base de regulações e resoluções. O setor também tem crescido com o apoio de setores como o do agronegócio, instituições de pesquisas e desenvolvimento ou órgãos governamentais. Segundo o Ministério de Minas e Energia o potencial de geração a partir do biogás das fontes consideradas é em torno de 43% do total da potência instalada pelas fontes renováveis contempladas no PROINFA - Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica.

Comparação entre fontes de energia, aspectos positivos e negativos, comparação financeira, ambiental e de custos.

Uma usina hidrelétrica tem um custo médio de aproximadamente 2.648,00 R\$/KW (milhões) para construção, sendo que do projeto até a usina funcionando, em média existem custos de construção e de projetos, podemos então considerar alguns investimentos em porcentagem.

Tabela 7 - Porcentagem de custos para construção de uma usina hidrelétrica.

Porcentagem de custos para construção de uma usina hidrelétrica.	
Projeto	3%
Obras civis	45%
Equipamentos	25%
Ambientais	10%
Viabilidade e Infraestrutura	2%
Transmissão	7%
Juros durante a construção	8%

Fonte: Prof. Resíduo

Considerando a Tabela 7, podemos entender que o maior custo é referente às obras civis, que por sua vez utiliza aproximadamente 45% da verba, isso pode até ser compreendido visualmente, pois uma hidrelétrica é construída como se fosse uma barreira e assim, de acordo com o volume de água a mesma deve suportar uma força

gigantesca sobre si.

Deste modo, com relação à construção, a energia adquirida por meio da biomassa é de menor custo, pois não se faz necessário grandes construções levando o projeto a ser mais enxuto. Como exemplo podemos analisar o estado de MS, que investiu cerca 1 bilhão em seis usinas movidas por biomassa, isso corresponde em partes iguais a aproximadamente 1,6 milhões por usina.

O custo para manter uma usina com combustível proveniente de biomassa gira em torno de 1.905,50 R\$/KW, enquanto que uma hidrelétrica custa algo da casa de 2.648,00 R\$/KW, este valor corresponde a uma diferença de 742,50 R\$/KW, sendo assim, o custo de uma usina de energia movida com biomassa possui uma de operação de menor custo. Outro benefício referente a se explorar uma usina movida por biomassa, é o fato de que os restos dos resíduos descartados pelo homem podem ser reaproveitados e ainda assim o fator da poluição ambiental e visual é diminuído e ainda este sistema possui maior segurança, pois este remove gases nocivos ao meio ambiente e reduz a chance de uma explosão, pois o gás esta sendo removido.

Tabela 8 - Comparação entre fontes de energia.

Comparação entre fontes de energia		
ENERGIA HIDRELÉTRICA		BIOMASSA
Investimento inicial:	de baixo a médio	de médio a alto
Custo de operação	elevado	médio
Impacto ambiental:	de médio a alto	médio
Contribuição para o efeito estufa:	baixa	de média a nenhuma
Custo para Funcionamento	2.648,00 R\$/KW	1.905,50 R\$/KW

Fonte: *Elaboração própria*

Conclusão

Portanto, é possível concluir que o Brasil tem um grande potencial para a geração de energia através do biogás obtido pela decomposição anaeróbica dos resíduos orgânicos, em regiões com alto índice de produção do biogás a energia gerada poderia ser capaz de suprir toda a demanda local.

Segundo o Ministério de Minas e Energia o potencial de geração a partir do biogás das fontes consideradas é em torno de 43% do total da potência instalada pelas fontes renováveis contempladas no PROINFA - Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica.

As vantagens da geração de energia por meio do biogás superam as desvantagens, pois sua vantagem não é somente a produção de energia, mas contudo uma solução redução dos danos ambientais causados pelos descartes e manuseios incorretos de resíduos orgânicos sólidos, e pela decomposição desses resíduos nos lixões e aterros que produzem gases que afetam o meio ambiente como o gás metano, principal constituinte do biogás.

Dessa forma, uma parcela da energia gerada poderia ser empregada na própria usina de produção do biogás, enquanto a parcela restante de energia poderia ser transviada a concessionárias de energia.

Referências

SALOMON, Karina Ribeiro; LORA, Electo Eduardo Silva. Estimativa do potencial de geração de energia elétrica para diferentes fontes e biogás no Brasil. 2006. Disponível em: <<http://www.renabio.org.br/06-B&E-v2-n1-2005-p557-67.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2018

QUIRINO, Waldir Ferreira et al. PODER CALORÍFICO DA MADEIRA E DE RESÍDUOS LIGNOCELULÓSICOS. 2004. Disponível em: <<http://www.renabio.org.br/06-B&E-v1-n2-2004-173-182.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

COUTO, Luiz Carlos et al. VIAS DE VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA DA BIOMASSA. 2004. Disponível em: <<http://www.renabio.org.br/008-B&E-v1-n1-2004-71-92.pdf>>. Acesso em: 8 mar. 2018.

COELHO, Profa. Dra. Suani Teixeira et al. Geração de energia elétrica a partir do biogás proveniente do tratamento de esgoto. 2006. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022006000100070&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 11 mar. 2018.

VILLELA, Alberto A.; FREITAS, Marcos A. V.; ROSA, Luiz Pinguelli. O uso de energia de biomassa no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015.

ABREU, Fábio Viana de. Economia, Regulação e Sustentabilidade. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015.

LORA, Electo Eduardo Silva; VENTURINI, Osvaldo José. Biocombustíveis. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2012.

REIS, Lineu Belico dos. Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável. 2. ed. Barueri, SP: Editora Manole, 2012.

REIS, Lineu Belico dos. Matrizes energéticas: conceitos e usos em gestão e planejamento. Barueri, SP: Editora Manole, 2011.

FIGUEIREDO, Juliana Carvalho. Estimativa de produção de biogás e potencial energético dos resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais. 2012. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/LGSA-96NQGK>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

FERNANDES, Juliana Gonçalves. Estudo da emissão de biogás em um aterro sanitário experimental. 2009. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/FRPC-82SGSZ>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

AIRES, Airon Magno. Viabilidade econômica de plantas de compostagem “in-vessel” para tratamento de resíduos e geração de biogás. 2013. Disponível em: <<https://dspace.unila.edu.br/123456789/588>>. Acesso em: 29 mar. 2018.