

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

LEB 244 – Recursos Energéticos e Ambiente

Biodigestores

Piracicaba, 2013

Conteúdo

Introdução.....	3
1. Tipos de Biodigestores	4
2. Biomassa	10
3. Produção, Características e Utilização do Biogás	12
4. Conversão do Biogás.....	16
4.1. Produção, Características e Utilização do Biofertilizante.....	16
5. Panorama Mundial.....	18
5.1. A visão geral das políticas energéticas no mundo.....	19
6. Panorama Nacional	22
7. Vantagens e Desvantagens	23
8. Viabilidade Econômica.....	25
Conclusão.....	26
Referências	27

Introdução

A biodigestão é definida como o processo de decomposição de matéria orgânica em componentes mais simples por meio de ação biológica natural. O ritmo da decomposição depende de vários fatores, tais como a umidade, o oxigênio, a temperatura, a quantidade de microorganismos, a presença de agentes inibidores e também de nutrientes (Castanho et al., 2008).

Este processo ocorre em um reservatório denominado biodigestor, composto por uma câmara hermeticamente fechada onde a matéria orgânica diluída em água passa por um processo de fermentação anaeróbia, resultando na produção de biofertilizante e biogás.

Constitui uma fonte alternativa de energia em potencial e de destinação dos dejetos orgânicos, além de contribuir na melhoria nas condições de saneamento, removendo possíveis poluentes e organismos patogênicos presentes na biomassa.

O biogás é composto principalmente por metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂) e, em menores proporções, nitrogênio (N₂) e gás sulfídrico (H₂S). Seu poder calorífico varia entre 5.000 e 7.000 kcal/m³ de gás. Pode ocorrer naturalmente, como nos pântanos, e por meio da intervenção antrópica sobre o meio, como nos aterros sanitários. Já o biofertilizante pode ser usado na preparação de solo para a plantação de culturas como feijão, milho e cana-de-açúcar (Castanho et al., 2008).

Embora já se soubesse do potencial de geração de energia a partir da biodigestão, seu uso, ainda que pequeno, baseou-se somente no uso agrícola, sendo que o biogás era considerado um subproduto deste processo e da decomposição anaeróbica de lixo urbano, resíduos animais e de lamas provenientes de estações de tratamento de efluentes domésticos (FIGUEIREDO, 2007).

Foi somente com a crise energética ocorrida nos anos 70 que o interesse pelo uso do biogás como alternativa às fontes convencionais voltou à pauta dos modelos energéticos em países da Europa.

Atualmente a discussão sobre o uso do biodigestor, ou mais precisamente do biogás, juntamente com outras fontes consideradas alternativas para a produção de energia, além de representar uma importância estratégica para a segurança energética do país, também constitui uma ação ecologicamente responsável visando diminuir o impacto ambiental ocasionado pela produção energética.

1. Tipos de Biodigestores

Um biodigestor compõe-se, basicamente, de uma câmara fechada na qual uma biomassa (em geral detritos de animais) é fermentada anaerobicamente, isto é, sem a presença de ar. Como resultado desta fermentação ocorre à liberação de biogás e a produção de biofertilizante. É possível, portanto, definir biodigestor como um aparelho destinado a conter a biomassa e seu produto: o biogás. Como definiu Barrera (1993, p. 11), "o biodigestor, como toda grande idéia, é genial por sua simplicidade". Tal aparelho, contudo, não produz o biogás, uma vez que sua função é fornecer as condições propícias para que um grupo especial de bactérias, as metanogênicas, degrade o material orgânico, com a consequente liberação do gás metano.

Existem vários tipos de biodigestor, mas, em geral, todos são compostos, basicamente, de duas partes: um recipiente (tanque) para abrigar e permitir a digestão da biomassa, e o gasômetro (campânula), para armazenar o biogás.

Os biodigestores podem ser classificados quanto ao sistema de abastecimento:

Batelada - sistema simples, com pouca intervenção operacional. É abastecido uma única vez, sendo feita a retirada do material após o término efetivo da produção de biogás. Maior utilização em granjas avícolas de corte e em ETE (Estação de Tratamento de Esgoto).

Contínuo – São construídos de forma a receber diariamente material orgânico, permitindo que a cada momento que entre o substrato orgânico haja a saída do material já processado. Geralmente este tipo de biodigestor é usado onde há criação de bovinos e suínos, cujo processo acarreta certa regularidade no fornecimento dos dejetos.

Semi-contínuo - possui as mesmas características que o contínuo, mas seu abastecimento ocorre de maneira mais espaçada e, algumas vezes, sem muita regularidade temporal. (DEGANUTTI, PALHACI, ROSSI, TAVARES, SANTOS).

A classificação dos biodigestores também pode ser dada quanto ao modelo:

Modelo Indiano – Feito de alvenaria apresenta fácil construção, porém a campânula, que é feita de metal, pode encarecer o biodigestor além de necessitar de manutenções constantes devido à oxidação do metal (INSTITUTO WINROCK – BRASIL). Este tipo de biodigestor é o mais eficiente, pois seu modelo permite que a matéria orgânica circule por todo o seu interior e também por manter pressão do gás constante, pois, à medida que o gás é produzido e não é consumido a campânula tende a deslocar-se verticalmente, aumentando o volume e assim mantendo a pressão (DEGANUTTI, PALHACI, ROSSI, TAVARES, SANTOS).

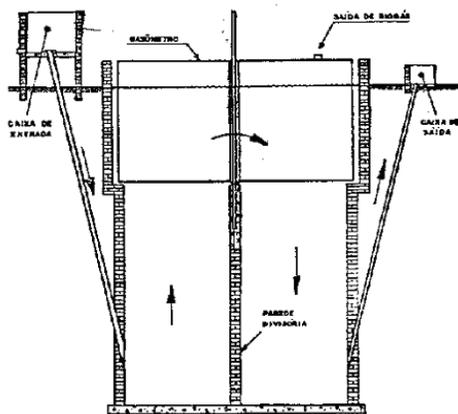


Figura: Biodigestor Indiano

Modelo Chinês – É inteiramente construído de alvenaria, dispensando o uso do aço, como é feito no modelo indiano, reduzindo os custos. Porém, devido aos solos encontrados no Brasil e o clima, constantemente ocorrem rachaduras em sua estrutura liberando o gás. Não é recomendado para instalações de grande porte, semelhante ao indiano o material orgânico deve ser fornecido continuamente (INSTITUTO WINROCK-BRASIL).

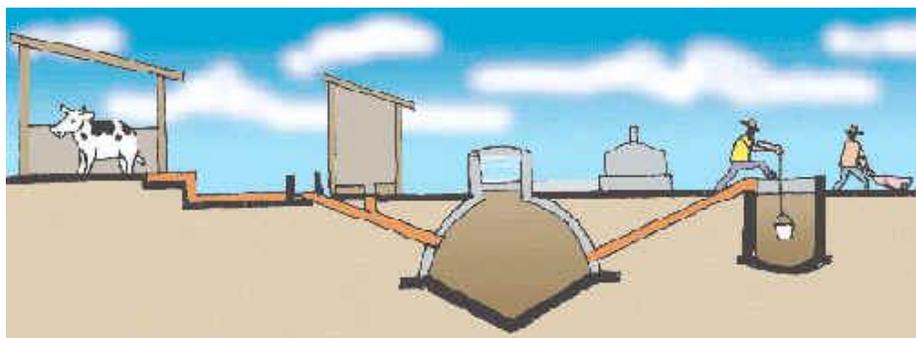


Figura: Biodigestor Chinês

Modelo Canadense - construído todo em lona, sendo que o gasômetro é de lona de PVC flexível; é largamente utilizado no Brasil, devido aos baixos custos, rapidez e facilidade de implantação para grandes volumes.



Figura: Biodigestor Canadense

Tabela: Potencial de produção de Biogás a partir de dejetos de animais.

Espécie	m ³ de biogás/kg esterco	m ³ de biogás/100 kg esterco
Caprino/ovino	0,040-0,061	4,0-6,1
Bovinos de leite	0,040-0,049	4,0-4,9
Bovinos de corte	0,040	4,0
Suínos	0,075-0,089	7,5-8,9
Frangos de corte	0,090	9,0
Poedeiras	0,100	10,0
Codornas	0,049	4,9

Fonte: Instituto Winrock-Brasil

Os Modelos Chinês e Indiano de Biodigestor: Dentre os biodigestores de sistema de abastecimento contínuo mais difundidos no Brasil estão os modelos chinês e indiano. O modelo chinês é mais rústico e completamente construído em alvenaria, ficando quase que totalmente enterrado no solo. Funciona, normalmente, com alta pressão, a qual varia em função da produção e consumo do biogás, destarte contar com uma câmara de regulagem, a qual lhe permitiria trabalhar com baixa pressão.

Uma das maiores críticas feitas ao modelo chinês de biodigestor é a técnica requerida para sua construção. O trabalho, todo em alvenaria, requer um trabalho de pedreiro de primeira linha, pois os tijolos usados na construção da câmara onde a biomassa é digerida (e que é encimada pela câmara do gás) precisam ser assentados sem o concurso de escoramento. Utiliza-se uma técnica que emprega o próprio peso do tijolo para mantê-lo na posição necessária até que a argamassa seque. As paredes externas e internas precisam receber uma boa camada de impermeabilizante, como forma de impedir infiltrações de água (proveniente da água absorvida pelo solo durante as chuvas ou de algum lençol freático próximo) e trincas ou rachaduras.

Outra crítica diz respeito à oscilação da pressão de consumo. Um projeto de adaptação do modelo chinês às características brasileiras foi empreendido pela Universidade Católica de Goiás (em parceria com a Emater-GO), que construiu, em 1984, um protótipo em seu campus. As oscilações foram resolvidas com a utilização de uma simples válvula, a qual mantinha a pressão no nível desejado.

O biogás fornecido pelo digestor modelo chinês é levado até o destino de consumo (normalmente o interior da residência, embora possa ser utilizado, por exemplo, para acionar ventiladores que mantenham a temperatura ideal em uma incubadeira de aves) por tubos e conexões soldáveis em PVC. A instalação do biodigestor deve ser feita sob a supervisão de pessoal capacitado na área de condução de gases. Tais profissionais podem ser encontrados, geralmente, com o auxílio da EMATER de cada Estado ou das cooperativas e associações

pecuaristas (bovinocultores, suinocultores, avicultores, entre outros).

De acordo com Sganzerla (1983), o modelo indiano é o mais usado no Brasil devido à sua funcionalidade. Quando construído, apresenta o formato de um poço $\frac{3}{4}$ que é o local onde ocorre a digestão da biomassa $\frac{3}{4}$, coberto por uma tampa cônica, isto é, pela campânula flutuante que controla a pressão do gás metano e permite a regulação da emissão do mesmo. Outra razão para sua maior difusão está no fato do outro modelo, o chinês, exigir a observação de muitos detalhes para sua construção.

É possível, tecnicamente, comparar a construção de um biodigestor com a de um forno. Sganzerla (1983) salienta que uma das vantagens do modelo indiano é a sua campânula flutuante, que permite manter a pressão de escape de biogás estável, não sendo necessário regular constantemente os aparelhos que utilizam o metano. Uma desvantagem, razoavelmente significativa, é o preço da construção da campânula, normalmente moldada em ferro. Este modelo oferece, em relação ao modelo chinês, algumas vantagens no momento da construção, pois pode ser adaptado ao clima local e ao tipo de solo. Não há necessidade de se estabelecer medidas fixas para o diâmetro e a profundidade, bastando que se observe a relação de capacidade do tanque digestor e da campânula.

Em função da variabilidade do solo (profundidade dos lençóis freáticos próximos) é possível alterar a profundidade do biodigestor em função do diâmetro. Assim, quanto menor a profundidade maior deverá ser o diâmetro, e vice-versa. Sganzerla (1983) lembra que o tanque de digestão pode, inclusive, ser construído acima do nível do terreno, contanto que a facilidade de abastecimento não fique dificultada. Reside aí uma das grandes vantagens do modelo indiano sobre o chinês, uma vez que este necessita observar medidas que se relacionam entre si (profundidade e diâmetro), o que pode inviabilizar sua instalação quando o solo for pedregoso e/ou encharcado. O biodigestor indiano, por sua vez, pode ser construído em clima frio/temperado ou mesmo tropical, bastando alterar a relação diâmetro-profundidade do mesmo. A variação da capacidade de produção do biodigestor em função da relação profundidade X diâmetro do mesmo pode ser verificada nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1 - BIODIGESTORES COM POUCA PROFUNDIDADE

Capacidade do Tanque Digestor (em m ³)	Dimensões do Tanque Digestor (diâmetro x m)	1.3.1 Dimensões da Campânula	
		Clima Frio/Temperado (diâmetro X m)	Clima Tropical (diâmetro X m)
8m ³	2,00 x 2,60	1,80 x 1,10	1,80 x 2,30
10 m ³	2,20 x 2,70	2,00 x 1,10	2,00 x 2,50
12 m ³	2,35 x 2,80	2,15 x 1,10	2,15 x 2,50
15 m ³	2,53 x 3,00	2,33 x 1,20	2,33 x 2,50
18 m ³	2,70 x 3,15	2,50 x 1,20	2,50 x 2,60
Relação Biomassa/Biogás		2,4: 1 m ³	1: 1 m ³

Fonte: SGANZERLA, 1983, p. 42.

TABELA 2 - BIODIGESTORES COM MAIOR PROFUNDIDADE

Capacidade do Tanque Digestor (em m ³)	Tanque Digestor (diâmetro X m)	1.3.2 Dimensões da Campânula	
		Clima Frio/Temperado (diâmetro X m)	Clima tropical (diâmetro X m)
8m ³	1,70 x 3,60	1,50 x 1,50	1,50 x 3,30
10 m ³	1,85 x 3,80	1,65 x 1,50	1,65 x 3,40
12 m ³	1,97 x 4,00	1,77 x 1,55	1,77 x 3,55
15 m ³	2,10 x 4,40	1,90 x 1,60	1,90 x 3,80
18 m ³	2,20 x 4,80	2,00 x 1,75	2,00 x 4,10
Relação Biomassa/Biogás		2,4: 1 m ³	1: 1 m ³

Fonte: SGANZERLA, 1983, p. 43.

Como demonstram as Tabelas 1 e 2, a adaptação das dimensões dos biodigestores a regiões de clima quente ou frio não é um grande entrave, uma vez que basta apenas ajustar-lhes o diâmetro e a profundidade. Assim é que, em uma região de clima frio ou temperado, a produção do biodigestor obedece à relação 2,4 m³ de matéria orgânica (biomassa) por m³ de biogás, ao passo que, em clima tropical, a relação passa a ser de 1 m³ de biomassa para 1m³ de biogás. A diferença nas relações biomassa/biogás demonstra que biodigestores instalados em clima temperado ou frio necessitam utilizar maior quantidade de matéria orgânica (quase duas vezes e meia a quantidade em clima tropical) para produzir a mesma quantidade de biogás que um instalado em clima tropical.

A desvantagem mencionada acima pode ser totalmente superada, ainda segundo Sganzerla (1983), quando se instala um sistema de aquecimento da água a ser misturada à biomassa. Tal aquecimento pode ser provido pela própria energia do biogás, ou, utilizando-se a energia solar. Com esse aquecimento da água, a necessidade de biomassa alcança (ou pelo menos se aproxima bastante) da relação de 1:1 metros cúbicos. Não se deve esquecer que a campânula que cobrirá a parte superior do biodigestor (no caso do modelo indiano) deverá

acompanhar as alterações da relação diâmetro/profundidade para garantir uma perfeita vedação do aparelho.

Comparação entre os Biodigestores Modelo Chinês e Indiano

A Tabela 3, a seguir, efetua uma comparação entre as características gerais dos modelos chinês e indiano de biodigestores, como forma de esclarecer melhor as vantagens e desvantagens de cada um.

TABELA 3 - COMPARAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUÇÃO

SISTEMA CHINÊS	SISTEMA INDIANO
MATERIAIS Tijolo, pedra, concreto, areia, cimento, ferro.	
SISTEMA	
Abastecimento periódico, esvaziamento não-periódico.	Abastecimento e esvaziamento periódicos.
POSSIBILIDADE DE AUTO-INSTALAÇÃO	
Pode ser montado inteiramente pelo usuário, desde que tenha bastante habilidade como pedreiro.	Pode ser montado pelo usuário, mas a câmara de gás deve ser feita em oficina metalúrgica.
ISOLAMENTO TÉRMICO	
Feito dentro da terra, tem bom isolamento natural e a temperatura é mais ou menos constante. Pode-se melhorar o isolamento fazendo o biodigestor sob currais ou estábulos.	Tem perdas de calor pela câmara de gás metálica, difícil de isolar, menos indicado para climas frios.
PERDAS DE GÁS	
A parte superior deve ser protegida com materiais impermeáveis e não-porosos; difícil obter construção estanque.	Sem problemas.
MATÉRIAS-PRIMAS USADAS	
Esterco e outros restos orgânicos (incluindo materiais fibroso), excrementos humanos.	Esterco, excrementos e materiais fibrosos acrescentados como aditivo.
SISTEMA CHINÊS	SISTEMA INDIANO
PRODUTIVIDADE	
Tempo de digestão 40-60 dias; produção de 150 a 350l por m ³ do volume do digestor/dia. Se for perfeitamente estanque pode produzir até 600 l/m ³ /dia	Tempo de digestão 40-60 dias, produção 400 a 600 l/m ³ /dia.
MANUTENÇÃO	
Deve ser limpadado uma ou duas vezes por ano.	A câmara de gás deve ser pintada uma vez por ano.
CUSTO	
Razoável se for possível a ajuda mútua.	Mais caro (depende do custo da campânula).
MELHORIAS POSSÍVEIS	
Abóbada impermeável, adoção de agitadores, montagem de aquecimento.	Campânula inoxidável, melhoria no isolamento térmico da mesma.

Fonte: BARRERA, Paulo, 1993.

Barrera (1993) considera que "a produção de biofertilizante é a mesma nos dois modelos. Tecnicamente, para as condições climáticas da maior parte do Brasil, a menor capacidade de aproveitamento da produção de gás do modelo chinês é insignificante. Por isso, os órgãos brasileiros de extensão rural optaram pelo modelo chinês, dadas as suas facilidades de construção e tecnologia mais simples."

Uma vez estabelecidas as razões para escolha do modelo, é possível apresentar as especificações necessárias para a instalação e funcionamento do digestor chinês em propriedades rurais paranaenses.

2. Biomassa

Por biomassa denominam-se quaisquer materiais passíveis de serem decompostos por causas biológicas, ou seja, pela ação de diferentes tipos de bactérias. A biomassa decomposta sob a ação de bactérias metanogênicas (produtoras de metano) produz biogás em maior ou menor quantidade, em virtude de diversos fatores: temperatura, nível de pH, relação Carbono/Nitrogênio, presença ou não de oxigênio, nível de umidade, quantidade de bactérias X volume de biomassa, entre outros.

A matéria orgânica a ser decomposta existe em quantidades abundantes, em todos os lugares do planeta. Seja nas cidades, seja nos campos ou nas regiões litorâneas, existindo grande concentração de seres vivos (tanto vegetais como animais) haverá uma quantidade significativa de biomassa. "Constrange pensar que, enquanto é usado o gás que vem do Oriente nas fazendas goianas, há a matéria-prima a poucos passos de cada cozinha." (COSTA; SILVA; GOMES, 1985).

Uma vez que o objeto de estudo desta dissertação é a produção de biogás e biofertilizante a partir dos dejetos de suínos, estes serão considerados a matéria-prima a ser utilizada pelos biodigestores mencionados ao longo da pesquisa. Evidentemente, dejetos de outros animais (bovinos, caprinos, muares, bufalinos, aves) podem ser utilizados, sendo que alguns podem apresentar um rendimento maior, em determinados aspectos, ao de origem suína. Cada caso, porém, deve ser analisado com muito cuidado, pois, apenas como exemplo, os dejetos oriundos de aves podem conter certos níveis de resíduos de antibióticos. Tais resíduos, quando acondicionados no interior dos biodigestores podem diminuir a produção do biogás ou mesmo reduzir ou destruir completamente a população de bactérias metanogênicas, devido à sua ação bactericida.

Para Seixas et al. (1980), o passo seguinte a ser tomado após a escolha do modelo de biodigestor deve ser a análise da quantidade de biomassa que estará disponível para utilização. Só assim será possível calcular, com precisão, a capacidade real de produção de biogás após ser instalado o biodigestor. O nível de consumo diário de biogás para a atividade a que o mesmo está destinado constitui-se em outra variável muito importante a se levar em conta, quando da definição acerca das dimensões do equipamento.

De acordo com Oliveira (1994, p. 27-40), as observações dos técnicos das cooperativas e associações de criadores de animais, bem como dos especialistas dos órgãos ligados ao ministério da Agricultura, levaram à conclusão de que um animal qualquer produz, em média, em torno de 19 gramas de dejetos por cada quilo de peso do animal, durante um período de 24 horas. Com base nestes dados, torna-se mais fácil calcular a quantidade (média) de estrume produzida pelo animal diariamente. É só multiplicar o peso do animal vivo por 0,019. Assim, tomando-se como exemplo um bovino com peso de 500 kg, basta multiplicar 500 x 0,019, o que resultará numa produção média de 10 kg de esterco por dia. A tabela 6 demonstra a produção média diária de dejetos de um animal adulto:

TABELA 6 - PRODUÇÃO DIÁRIA DE DEJETOS POR ANIMAL ADULTO

TIPO DE ANIMAL	MÉDIA DE PRODUÇÃO DE DEJETOS (em Kg por dia)
Bovino	10,00
Suíno	2,25
Galinha	0,18
Ovino	2,80
Eqüino	10,00

Fonte: SGANZERLA, 1983, p. 12.

Sganzerla (1983) esclarece que os dejetos de bovinos apresentam a característica de propiciar a rápida proliferação das bactérias metanogênicas, apresentando produção de biogás em menor espaço de tempo que os dejetos de outros animais e recomenda que, sempre que possível, a primeira carga de biomassa nos biodigestores, seja de esterco bovino, pois este fornecerá, rapidamente, a quantidade necessária de bactérias metanogênicas que irão digerir os dejetos de outros animais a serem adicionados na sequência.

Como a ser visto na Tabela 7, os dejetos de suínos apresentam uma grande capacidade de produção de biogás, superior aos de aves, e muito próximo dos de ovinos, perdendo apenas para bovinos e equinos, que são, de longe, os que apresentam maior capacidade de produção de biogás. Uma das dificuldades principais na utilização do estrume de suínos é que seu processo de fermentação é mais lento que os dos demais.

TABELA 7 – EXPECTATIVA DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS POR BIOMASSA

BIOMASSA UTILIZADA (DEJETOS)	PRODUÇÃO DE BIOGÁS (a partir de material seco em m ³ por tonelada)	PERCENTUAL DE GÁS METANO PRODUZIDO
Bovinos	270	55%
Suínos	560	50%
Eqüinos	260	Variável
Ovinos	250	50%
Aves	285	Variável

Fonte: SGANZERLA, Edílio. 1983, p. 13.

Examinando-se os dados acima percebe-se que cada biomassa produz quantidades diferentes de biogás, bem como de concentrações de metano. Nota-se, também, que os dejetos suínos são a biomassa com melhor rendimento biogás/tonelada, cerca de 560 m³ de biogás, e apresentando um ótimo nível de gás metano (50%). Apenas como comparação, convém notar que os dejetos de bovinos produzem apenas 270 m³ de biogás/tonelada, sendo o índice de presença de metano neste biogás de 55%, ou seja, apenas 5% a mais que o índice alcançado pelo estrume de suínos. Esta excelente produção de biogás a partir de dejetos suínos é o fator que melhor compensa a demora destes dejetos em começar a produção de biogás, além da presença de grande quantidade inicial de gás carbônico em relação ao nível de metano.

Oliveira (1994) adverte que nas primeiras semanas a quantidade de gás carbônico é bem superior à do metano embora, aos poucos, tal desproporção acabe desaparecendo. Convém manter em mente, o fato de que a produção de biogás, a partir de dejetos suínos, varia não só em função da relação Carbono/Nitrogênio encontrada nos dejetos de cada animal, mas também das condições que cada um oferece para a proliferação bacteriológica. Por essa razão, muitos biodigestores, ditos de alimentação intermitente, são projetados a fim de reter a biomassa em seu tanque digestor por um período aproximado de 60 dias, que é quanto demora a produção de biogás por tais biomassas.

3. Produção, Características e Utilização do Biogás

Produto da ação digestiva das bactérias metanogênicas, o biogás é composto, principalmente, por gás Carbônico (CO₂) e Metano (CH₄), embora apresente traços de Nitrogênio (N), Hidrogênio (H) e gás Sulfídrico (H₂S). Ele se forma através da decomposição de matéria orgânica (biomassa) em condições anaeróbicas.

Segundo Seixas (1980), a decomposição anaeróbica desenvolve-se ao longo de três fases distintas:

a) Período de hidrólise: ocorre a liberação, pelas bactérias, no meio anaeróbico, de enzimas extracelulares, que causam a hidrólise das partículas orgânicas, transformando as moléculas em moléculas menores e solúveis ao meio.

b) Período de acidulação: nesta fase as bactérias produtoras de ácidos degradam moléculas de proteínas, gorduras e carboidratos em ácidos orgânicos (como ácido láctico e butílico), álcool, como o etanol, e gases, como amônia, hidrogênio e dióxido de carbono, entre outros.

c) Período de metanogênese: as bactérias metanogênicas agem sobre o hidrogênio e o dióxido de carbono, transformando-os em álcool (metanol).

É comum ocorrer uma diminuição na velocidade da cadeia de reações, pois as bactérias acabam ficando isoladas do meio em digestão devido à presença de microbolhas de metano e/ou dióxido de carbono que permanecem em torno das mesmas, isolando-as do contato com a biomassa. Por essa razão, cada biodigestor deve possuir um mecanismo para agitação do meio em digestão (através, por exemplo, de movimentos giratórios do gasômetro), o que provoca o desprendimento destas bolhas em direção à câmara do gás, liberando as bactérias para a continuidade de seu trabalho de degradação orgânica.

Seixas (1980) ressalta, ainda, que para a produção de biogás ser satisfatória devem ser atendidos os critérios essenciais de sustentação de vida dos microorganismos anaeróbios (bactérias), como a impermeabilidade do meio metagênico ao contato com o ar atmosférico, temperatura adequada, quantidade suficiente de nutrientes orgânicos, ausência de substâncias tóxicas aos organismos anaeróbicos e teor de água adequado.

Reis (1991) lembra que as atividades biológicas dos microorganismos anaeróbicos, seu desenvolvimento, reprodução e metabolismo, prescindem da presença de oxigênio, o qual, dependendo do tempo de exposição dos microorganismos a ele é fatal. Sabe-se que a decomposição de biomassa em contato com o oxigênio produz dióxido de carbono (CO₂), enquanto que, na ausência de ar (e, portanto, oxigênio) é produzido o gás metano. Qualquer falha na vedação do biodigestor inibe, quando não inviabiliza, a produção de biogás.

Indubitavelmente, a temperatura encontrada no interior da câmara de digestão afeta significativamente a produção de biogás, uma vez que os microorganismos metanogênicos são extremamente sensíveis a alterações bruscas de temperatura. Devido a isso, Costa, Silva e Gomes (1985) aconselham que a escolha do terreno para a instalação do biodigestor e os processos de impermeabilização e vedação (reboco) das paredes do aparelho seja cuidadosamente executada, a fim de assegurar uma temperatura relativamente estável.

Os nutrientes mais importantes para a vida dos microorganismos são o carbono, o

nitrogênio e alguns sais orgânicos. A proporção de carbono em relação ao nitrogênio na biomassa com que se carrega o biodigestor deve ser mantida entre 20:1 e 30:1. O nitrogênio se encontra em grande quantidade nos dejetos animais, ao passo que os polímeros presentes nos restos de culturas (palha ou forragem) são os principais fornecedores de carbono. Isto explica por que a produção de biogás não pode ser bem sucedida se apenas uma fonte de material orgânico for utilizada.

O teor de água deve normalmente situar-se em torno de 90% do peso do conteúdo total. O excesso ou a falta de água é igualmente prejudicial à produção de biogás. As características específicas das matérias-primas a serem fermentadas devem ditar o teor de água presente na mistura.

É simplesmente impossível impedir que determinados elementos prejudiciais aos microorganismos adentrem o biodigestor, dissolvidos na mistura da biomassa. Entretanto, certos elementos, como NaCl, Cu, Cr, NH₃, K, Ca, Mg e Ni, não representam uma grande ameaça se suas concentrações estiverem muito diluídas. A presença destas substâncias pode ser evitada ou minimizada se for feito um estudo criterioso da alimentação dos animais, que contribuem para a formação da biomassa. Alguns tipos de ração podem conter altos teores de alguns desses elementos, e uma simples mudança na dieta dos animais pode ser a solução do problema. O exame da água a ser misturada com a matéria orgânica também é uma medida apreciada para evitar que substâncias nocivas à vida dos microorganismos sejam adicionadas à biomassa, que abastece a câmara de digestão.

Quando as especificações de qualidade de vida dos microorganismos são atendidas, o biogás obtido deve, segundo Seixas et al (1980), ser composto de uma mistura de gases, com cerca de 60 ou 65% do volume total consistindo em metano, enquanto os 35 ou 40% restantes consistem, principalmente, em gás carbônico, e quantidades menores de outros gases. Naturalmente, a composição do biogás varia de acordo com o tipo e quantidade de biomassa empregada, os fatores climáticos e as dimensões do biodigestor, entre outros, mas a composição básica não deve variar significativamente, devendo apresentar a composição descrita na Tabela 8.

TABELA 8 - COMPOSIÇÃO MÉDIA DO BIOGÁS

TIPO DE GÁS	COMPOSIÇÃO DO BIOGÁS EM %
Metano (CH ₄)	60 a 70
Gás Carbônico (CO ₂)	30 a 40
Nitrogênio (N)	Traços
Hidrogênio (H)	Traços
Gás Sulfídrico (H ₂ S)	Traços

Fonte: SGANZERLA, 1983, p. 10.

O metano, principal componente do biogás, é um gás incolor, inodoro, altamente combustível. Sua combustão apresenta uma chama azul-lilás e, às vezes, com pequenas manchas vermelhas. Não produz fuligem e seu índice de poluição atmosférico é inferior ao do butano, presente no gás de cozinha.

É esta percentagem de metano que confere ao biogás um alto poder calorífico, o qual varia de 5.000 a 7.000 kcal por metro cúbico, e que, submetido a um alto índice de purificação, pode gerar um índice de até 12.000 kcal por metro cúbico.

Torna-se interessante comparar a capacidade calorífica do biogás com outras fontes energéticas encontradas na natureza. É o que mostram as tabelas 9 e 10, embora existam certas discrepâncias entre os dados apontados por uma e outra.

TABELA 9 - COMPARAÇÃO ENTRE O BIOGÁS E OUTROS COMBUSTÍVEIS

Combustíveis	1m³ de biogás equivale a
Gasolina	0,613 litros
Querosene	0,579 litros
Óleo diesel	0,553 litros
Gás de cozinha (GLP)	0,454 litros
Lenha	1,536 Kg
Álcool hidratado	0,790 litros
Eletricidade	1,428 kw

Fonte: BARRERA, 1993, p. 10.

Apesar destes dados apresentarem pequenas divergências, causadas, possivelmente, por diferenças na produção do biogás, devido à utilização de biodigestores adaptados a diferentes regiões do Brasil, fica claro, tanto em uma como em outra tabela, a capacidade calorífica do biogás.

TABELA 10 - EQUIVALÊNCIA ENTRE O BIOGÁS E OUTROS COMBUSTÍVEIS

COMBUSTÍVEIS	1M³ DE BIOGÁS EQUIVALE A
Gasolina	0,321 litros
Querosene	0,342 litros
Óleo diesel	0,358 litros
Gás de cozinha (GLP)	0,396 kg
Lenha	1,450 kg

Fonte: FUNDAÇÃO, p. 9, 1982.

Outro dado importante a ser computado na análise da capacidade calorífica do biogás: enquanto um barril de petróleo custa aproximadamente US\$ 100,00 [valor em Fevereiro de 2011], um metro cúbico de biogás apresenta um custo mínimo. Um metro cúbico de biogás, oriundo de um biodigestor corretamente instalado e operado, custa bem menos ao produtor; pois a matéria-prima para a produção do biogás representa apenas o custo normal, que o criador tem de manter o animal vivo e saudável (vacinas, rações, estrebarias, pocilgas).

4. Conversão do Biogás

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.

Para a geração deste biogás é necessário efetuar a limpeza do mesmo, pois a presença de substâncias não combustíveis no biogás, como água e dióxido de carbono, prejudica o processo de queima, tornando-o menos eficiente.

Além destes, outros contaminantes podem estar presentes como é o caso do gás sulfídrico (H₂S), que pode acarretar corrosão precoce, diminuindo tanto o rendimento, quanto a vida útil do motor térmico utilizado.

Comumente, para a retirada da umidade presente no biogás, são utilizados filtros coalescentes e dois secadores por refrigeração; um antes e outro após o compressor. Quanto à remoção do H₂S gasoso, utiliza-se um filtro de carvão ativado, operando pelo princípio de adsorção, enquanto que, para a remoção do H₂S solubilizado na água, são utilizados secadores por refrigeração e filtros coalescentes.

4.1. Produção, Características e Utilização do Biofertilizante

Após a produção do biogás, a biomassa fermentada deixa o interior do biodigestor sob a forma líquida, rica em material orgânico (húmus), com grande poder de fertilização. Este biofertilizante, aplicado ao solo, melhora as qualidades físicas, químicas e biológicas deste. É possível, logicamente, usar adubos químicos em lugar da matéria orgânica, mas estes não podem suprir as qualidades físicas e biológicas fornecidas por aquela. Além disso, Sganzerla (1983) lembra que o excesso de adubação química causa mineralização do solo, ressecando-o, endurecendo-o e dificultando a entrada da água e do ar, o que provoca e facilita a ocorrência de erosão. Além disso, os sais, muito solúveis, destroem as bactérias que vivificam o solo, deixando-o indefeso, propenso a invasões por insetos, fungos, nematóides e vírus, entre outros, que causarão, certamente, danos às plantas. O agricultor lança mão, neste momento, do uso de defensivos agrícolas, os quais, além de poluírem o solo, eliminam os predadores naturais das pragas, criando a necessidade de novos defensivos serem aplicados, o que dá início a um ciclo vicioso, que só poderá ser quebrado com a aplicação de grande quantidade de matéria orgânica.

Percebe-se, portanto, a sensatez de se preservar a integridade físicoquímica e biológica do solo, pois a saúde deste resulta na saúde das plantas que o mesmo abriga.

A principal razão para a grande capacidade de fertilização do biofertilizante se encontra no fato da digestão da biomassa (no interior do biodigestor) diminuir drasticamente o teor de carbono presente na mesma. De acordo com Sganzerla (1983, p. 25), isto ocorre porque, na biodigestão, a matéria orgânica, perde exclusivamente carbono sob a forma de CH₄ (Metano) e CO₂ (gás Carbônico). Além disso, há o aumento do teor de nitrogênio e demais nutrientes, devido à perda do carbono e, conseqüentemente, diminuição na relação C/N da matéria orgânica. Com isso, os microorganismos do solo (bactérias nitrogenadoras) conseguem um melhor índice de fixação do nitrogênio, além do fato do próprio biofertilizante conter alguns nutrientes já solubilizados. Com seu nível de pH (em torno de 7,5), o biofertilizante funciona como corretor de acidez, eliminando o alumínio e liberando o fósforo dos sais insolúveis do alumínio de ferro. Com a elevação do pH dificulta-se a multiplicação de fungos patogênicos.

A grande capacidade de fixação apresentada pelo biofertilizante evita a solubidade excessiva e a lixiviação dos sais, mantendo-os sob formas aproveitáveis pelas plantas, cujo delicado sistema radicular é o único capaz de desagregar estes nutrientes. O biofertilizante, ao contrário dos adubos químicos, melhora a estrutura e a textura do solo deixando-o mais fácil de ser trabalhado e facilitando a penetração de raízes, que conseguem absorver melhor a umidade do subsolo, podendo resistir mais facilmente a longos períodos de estiagem.

Outra vantagem advinda da aplicação de biofertilizantes é que estes deixam a terra com uma estrutura mais porosa, permitindo maior penetração do ar na zona explorada pelas raízes. Com isso, a respiração dos vegetais fica facilitada e os mesmos obtêm melhores condições de se desenvolver. O gás carbônico presente no ar, ao circular melhor pelo solo, forma ácido carboxílico, o qual irá solubilizar sais que se encontram em formas insolúveis, facilitando sua assimilação pelas plantas.

O biofertilizante favorece a multiplicação das bactérias aos milhões, dando vida e saúde ao solo. A intensa atividade das bactérias fixa o nitrogênio atmosférico, transformando-o em sais aproveitáveis pelas plantas. As bactérias radiculas, que se fixam nas raízes das leguminosas, têm seu desempenho e desenvolvimento melhorados.

Além dessas características inestimáveis, que aumentam muito a produtividade das lavouras, deve-se frisar ainda que o biofertilizante já se encontra completamente "curado", na expressão do campo, pois não sendo passível de nova fermentação, não apresenta odor nem é poluente e, com isso, não atrai moscas ou outros insetos. Ao contrário de outros tipos de adubos, o biofertilizante, segundo Sganzerla (1983), pode ser aplicado diretamente no solo, em

forma líquida ou desidratada, dependendo das condições locais. O poder germinativo das sementes de plantas prejudiciais à lavoura, e que passaram incólumes pelos sistemas digestivos e excretórios dos animais, é destruído pelos efeitos da biofermentação, não havendo perigo de que infestem as lavouras onde forem aplicados. A composição do biofertilizante varia de acordo com a biomassa utilizada, porém, análises têm mostrado os seguintes resultados médios:

TABELA 13 - COMPONENTES DO BIOFERTILIZANTE

COMPOSIÇÃO	QUANTIDADE %
pH	7,5
Matéria Orgânica	85%
Nitrogênio	1,8
Fósforo	1,6
Potássio	1,0

Fonte: SGANZERLA, 1983, p. 26.

O biofertilizante pode ainda, depois de desidratado, ser utilizado para dar volume à composição de rações para animais.

5. Panorama Mundial

Cada vez menos contestada, a realidade do esgotamento das reservas mundiais de petróleo vem fomentando a busca por meios alternativos de obtenção de energia em quase todos os países do mundo. Segundo o estudo “Revisão Estatística de Energia Mundial de 2004” da British Petroleum, as reservas mundiais durariam em torno de 41 anos e as de gás natural, 67 anos; o mesmo estudo ainda aponta que as reservas brasileiras se esgotariam em 18 anos.

O Instituto Internacional de Economia aponta para um crescimento mundial de cerca de 1,7% ao ano, entre 2000 e 2030, o que corresponderá a 15,3 bilhões de toneladas equivalentes de petróleo (TEP, ou toe, na sigla internacional, em inglês). Caso não haja mudança nas matrizes energéticas, os combustíveis fósseis responderiam por 90% do aumento projetado na demanda mundial, até 2030.

Os combustíveis fósseis representam 79,6% do total das matrizes energéticas do mundo, sendo 35,9% de petróleo e o resto se divide entre outros combustíveis de mesma origem (gás natural e carvão natural). O comportamento do preço do barril do petróleo é motivo de preocupação para muitos governantes e seus países, já que o desenvolvimento tecnológico aconteceu baseando-se nessa fonte energética para construir maquinários e equipamentos que permitem o nosso modo de vida. Baseado na variação do preço ao longo do tempo, como se

pode perceber na figura 1, houve épocas em que o barril custava em torno ou abaixo dos 20 dólares, contudo nos dias atuais a tendência é de preços crescentes, por isso os cenários futuros podem ser tranquilamente traçados com a base de 100 dólares/barril.

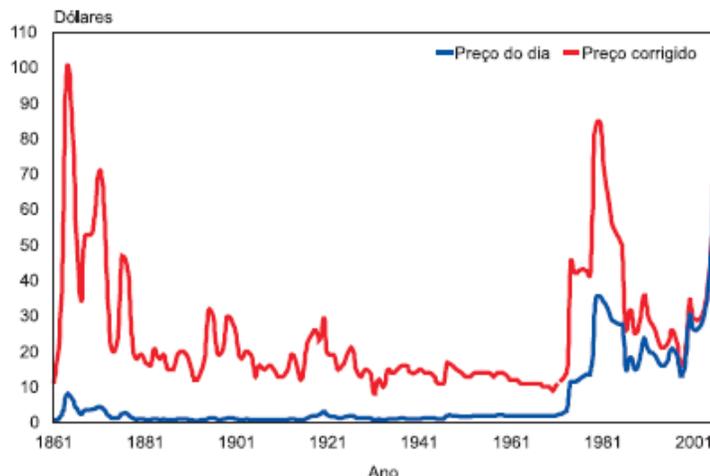


Figura 1. Preço internacional do barril de petróleo.

Fonte: Elaboração D. L. Gazzoni

No advento do novo milênio, além da escassez eminente das reservas mundiais de combustível fóssil, o mundo começava a definitivamente se deparar com outro problema que passou a fazer parte, progressivamente, das agendas de governos e cientistas do mundo todo: a crise ambiental agora já demonstrava que merecia a atenção dos tomadores de decisão. A partir desse momento na história da humanidade o fator ambiente começa a ter peso nos planejamentos energéticos dos países ao redor do globo, interessante aqui frisar que, as preocupações ambientais trouxeram junto a elas preocupações sociais, criando então a idéia de sustentabilidade e seu tripé: econômico, ambiental e social. Assad et al. (2004) apresentaram modelos matemáticos, que projetam alterações profundas na temperatura do planeta e desastrosas consequências para o agronegócio. As alterações do clima acarretam modificações na incidência de pragas agrícolas, com sérias consequências econômicas, sociais e ambientais.

5.1. A visão geral das políticas energéticas no mundo

Na Europa, o primeiro passo para a ratificação do Protocolo de Kyoto foi dado com o estabelecimento de uma política única para os países da União Européia, com as diretrizes básicas de aumentar de 6% em 1997 para 12% em 2012 a participação de fontes renováveis de energia, além de melhorar sua eficiência no sistema elétrico. Esta política de conservação de energia surgiu com o objetivo de formar uma instituição ou organismo que seja responsável por coordenar e fomentar que motivem a sociedade a desenvolver ações de eficiência energética

de forma descentralizada em vários países. Deste cenário presente na Europa, há alguns pontos que devem ser tratados com maior atenção para que as metas propostas sejam atingidas

Maior continuidade nas políticas energéticas individuais, com o desenvolvimento ou a manutenção de incentivos – como isenção e/ou subsídios – de forma a favorecer a utilização de fontes renováveis frente às fontes convencionais economicamente mais competitivas;

Desenvolvimento de um sistema de cotas de energia, obrigando a implantação de fontes renováveis de um percentual de participação mínimo na malha energética;

Estimular o mercado voluntário de energias renováveis, disponibilizando recursos financeiros sob forma de financiamentos com pagamentos em longo prazo, podendo estimular também o desenvolvimento econômico localizado.

Considerar as fontes de energia baseadas em biomassa no foco de ação dos governos e não simplesmente energia solar e eólica. Trabalhando na geração de calor e combustíveis como foco imediato para biomassa, há possibilidade de melhorar os índices de utilização racional da energia, aproximando assim o estágio energético atual do objetivo de aumento de eficiência energética almejado.

O cenário de referência da World Energy Outlook (WEO 2000) projeta que a demanda por energia renovável crescerá 2,3% ao ano, ao longo das duas próximas décadas, portanto, acima do crescimento médio da demanda geral de energia. Excetuando-se a hidroelétrica, a demanda total crescerá em torno de 2,8% ao ano. Entretanto, esta projeção não prevê intervenções de externalidades no mercado, como políticas públicas ou pressões sociais. Nos países em desenvolvimento, a bioenergia continuará a ser uma importante fonte na matriz energética. Sem as externalidades do mercado, a crescente urbanização e o aumento da renda per capita, fariam com que a demanda por outras fontes, que não as bioenergéticas, crescesse a taxas maiores. Como resultado, a participação da bioenergia tenderia a reduzir de 24% para 15%, até 2020.

De modo geral vários países no mundo todo começaram a adotar políticas e ações que visam o incentivo à busca por fontes alternativas de energia. Abaixo segue um quadro com o resumo das principais políticas e ações adotadas por diversos países no mundo.

Quadro 1 – Resumo das principais políticas energéticas observadas

Local	Políticas
União Européia	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a participação das fontes renováveis <ul style="list-style-type: none"> ○ Desenvolvimento de incentivos ○ Sistema de cotas de energia ○ Disponibilizar recursos financeiros • Melhorar a eficiência do sistema elétrico <ul style="list-style-type: none"> ○ Focar ação nas fontes baseadas em biomassa • Reorganizar o setor de energia
Austrália	<ul style="list-style-type: none"> • Obriga a participação das fontes renováveis
Reino Unido	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a participação das fontes renováveis <ul style="list-style-type: none"> ○ Criação da <i>Renewable Obligation</i>
Canadá	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar a eficiência do sistema elétrico <ul style="list-style-type: none"> ○ Redução das emissões nas plantas públicas ○ Programas de conscientização e suporte ○ Incentivos financeiros ○ Criação de padrões mínimos de desempenho
Japão	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a participação das fontes renováveis <ul style="list-style-type: none"> ○ Política de uso de energia solar ○ Pesquisas sobre energia solar
Finlândia	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a participação das fontes renováveis <ul style="list-style-type: none"> ○ Pesquisa e desenvolvimento ○ Incentivos financeiros ○ Sistema de cotas de energia • Melhorar a eficiência do sistema elétrico <ul style="list-style-type: none"> ○ Pesquisa e desenvolvimento
Taiwan	<ul style="list-style-type: none"> • Mitigar as emissões gasosas na atmosfera • Aumentar a participação das fontes renováveis <ul style="list-style-type: none"> ○ Pesquisa e Desenvolvimento ○ Preço fixo para consumo de energias renováveis ○ Subsídios para reduzir custos de produção
Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Reorganizar o setor de energia <ul style="list-style-type: none"> ○ Incentivar o capital privado como fonte de recursos ○ Diversificar a matriz energética
Índia	<ul style="list-style-type: none"> • Reorganizar o setor de energia <ul style="list-style-type: none"> ○ Implantação da geração distribuída ○ Eletrificação rural ○ Encorajar o gerenciamento descentralizado
Turquia	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a participação das fontes renováveis <ul style="list-style-type: none"> ○ Desenvolvimento de incentivos ○ Sistema de cotas de energia ○ Disponibilizar recursos financeiros
Espanha	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a participação das fontes renováveis <ul style="list-style-type: none"> ○ Desenvolvimento de incentivos ○ Sistema de cotas de energia ○ Estipular valores para tipos de energia ○ Disponibilizar recursos financeiros • Melhorar a eficiência do sistema elétrico • Reorganizar o setor de energia

Fonte: Gustavo Chiapinotto da Silva

6. Panorama Nacional

As vantagens ambientais e energéticas do biogás têm acelerado seu aproveitamento no mundo todo, inclusive no Brasil. Aqui, a utilização de resíduos da agricultura e da pecuária de biodigestores pode – em curto prazo – contribuir com o esforço nacional de diversificação das fontes de energia e com o fortalecimento da agroindústria, contribuindo também para minimizar os impactos ambientais da atividade.

A indústria produz hoje uma variedade de soluções técnicas muito eficientes para produzir biogás através dos diferentes tipos de biomassa. Tendências do futuro são o tratamento de biogás para combustível, a injeção na rede de gás e a metanização de lenha.

No Brasil, o potencial para produzir energia elétrica através de biogás é enorme. Só no sul, será possível fornecer para mais de 20% das casas domésticas. O Paraná é um dos estados que está bem à frente na corrida pela excelência no desenvolvimento de energias renováveis, principalmente em relação ao biogás. Uma das vantagens é a característica agroindustrial do estado, com um potencial bastante grande e ainda pouco explorado.

Apesar de todo o potencial de utilização do biogás, o Brasil ainda desperdiça um milhão de metros cúbicos do produto por dia. A falta de projetos para o uso do biogás é fruto da falta de autorização da Agência Nacional do Petróleo (ANP) para o uso como combustível veicular do modelo adotado pelo Protocolo de Kyoto, que não permite ganhos econômicos com projetos que gerem créditos de carbono. Muitos produtores rurais têm biodigestores para separar o biogás, mas preferem queimá-lo para atuar no mercado de crédito de carbono.

Uma mudança nessa regra permitiria que, com pouco investimento, os produtores separassem o gás natural do biogás para abastecer frotas ou gerar energia.

No Rio Grande do Sul, há um projeto de aproveitamento de gás a partir de dejetos de criações, com capacidade de produção de 10 mil metros cúbicos por dia. O investimento prevê a venda do gás como combustível automotivo. O produto será comprimido e transportado em caminhões.

Antes, porém, é necessária a regulamentação na ANP, que até hoje reconheceu só um pedido de uso de biogás, no complexo petroquímico de Camaçari (BA). Um projeto-piloto está sendo desenvolvido na Estação de Tratamento de Esgoto Alegria, no Rio de Janeiro. Com investimento de R\$1,1 milhão por meio de um fundo de pesquisa e desenvolvimento, terá capacidade para 25 mil metros cúbicos de gás por dia.

Outro entrave no uso e produção de biogás é o fato do preço da construção de biodigestores ser muito elevado. O custo da estrutura necessária – como as piscinas onde o

material orgânico é armazenado e processado, os filtros e o gerador – pode variar de R\$ 10 mil a R\$ 110 mil, dependendo do tamanho da propriedade e da quantidade de matéria orgânica produzida. O laboratório brasileiro para pesquisas com biogás tem trabalhado em torná-los melhores e mais baratos. Especialistas responsáveis pela iniciativa que será desenvolvida no Parque Tecnológico Itaipu (PTI), em Foz do Iguaçu, terão como tarefa principal testar a capacidade de novas matérias-primas e equipamentos de filtragem que possam garantir maior qualidade ao gás a custos cada vez mais acessíveis.

O laboratório é resultado de um termo de cooperação firmado entre o PTI, o Observatório Brasil de Energias Renováveis, a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Onudi) e a Universidade de Recursos Naturais e Ciências Aplicada à Vida, na Áustria. Cerca de R\$ 75 mil serão repassados pela Onudi para a compra dos equipamentos e os austríacos auxiliarão na montagem da estrutura e na capacitação dos técnicos. A ideia é integrar este a outros laboratórios em vários estados para a formação de uma rede de pesquisas.

Dentre os novos modelos de biodigestores que estão sendo testados pelo laboratório, está o modelo dos irmãos Pedro e Paulo Köhler. O desenvolvido pela Köhler Biodigestores reduz o investimento para até um terço. Com os dejetos de 40 vacas leiteiras, o biodigestor de 40 m³ instalado há quase um ano em uma propriedade de 33 hectares produz o equivalente a um botijão de 13 kg de gás por dia – os menores, de 5 m³, geram três botijões por mês.

Desde a instalação do biodigestor na Granja São Pedro, pioneira na transformação de dejetos animais em energia elétrica, os resíduos que antes ficavam a céu aberto, agora são armazenados em câmaras de biodigestão. Decompostos, os dejetos de três mil porcos se transformam em metano. O alto poder de combustão do gás movimenta o gerador de eletricidade e o líquido que sobra do processo vira fertilizante. Graças à mudança, a granja deixa de lançar na atmosfera cerca de 360 m³ de metano por dia.

7. Vantagens e Desvantagens

O biodigestor tem como função estabilizar a matéria orgânica por meio da digestão anaeróbia, e como consequência desse processo há a liberação de biogás e a produção de biofertilizantes. Grande parte da biomassa utilizada é potencialmente poluente, como dejetos da suinocultura, abatedouros, e efluentes domésticos que causam comprometimento da água, saturação do solo e degradação da paisagem.

O biogás que é o gás gerado pelo processo de decomposição do material orgânico na ausência de oxigênio, pode ser utilizado para cozinhar em residências próximas ao local de produção (economizando outras fontes de energia, como principalmente lenha ou GLP), gerar energia elétrica, através de geradores elétricos acoplados a motores de explosão adaptados ao consumo de gás, pode também ser utilizado para a produção de vapor sob alta pressão e na produção rural como, por exemplo, no aquecimento de instalações para animais muito sensíveis ao frio ou no aquecimento de estufas de produção vegetal.

O Brasil possui dimensões continentais, com a maior parte de seu território localizado entre o equador e o trópico de capricórnio, oferecendo condições climáticas para a utilização da tecnologia da digestão anaeróbia. Esta grande extensão territorial dificulta a implantação de redes de transmissão elétrica, gasodutos e de transporte de combustíveis fósseis, o que favorece a adoção de soluções locais para o suprimento de energia e de outros insumos agrícolas. Deve-se ressaltar que a utilização do biogás é de caráter regional, mas pode trazer melhoria na qualidade de vida de comunidades menos favorecidas economicamente, já que também reduz a dependência energética externa.

É importante destacar que o fato de esta fonte não ser competitiva e de, individualmente, o potencial do biogás ser pequeno, no conjunto temos uma situação diferente. Temos o exemplo de aterros sanitários, no caso, se os municípios brasileiros tivessem aterros adequados (com produção de biogás), teríamos uma produção média de 5 MW de energia por município, o que totalizaria 12.500 MW de energia, o equivalente a produção máxima de Itaipu (SIMIONI, 2006 apud LINDEMEYER, 2008).

Deve-se atentar aos possíveis riscos com o uso de biogás. Por ser altamente inflamável, existem riscos de manejo incorreto e possibilidade de acidentes. Há uma atenção quanto a este ponto, pois tal fonte é principalmente de produção e consumo local, por isso tem-se o destaque para o conhecimento técnico quanto ao manejo do biogás (SIMIONI, 2006 apud LINDEMEYER, 2008).

O biodigestor, além de gerar o biogás, é responsável também por produzir o biofertilizante, que nada mais é do que o efluente líquido que sai do biodigestor após o período de tempo necessário à digestão da matéria orgânica pelas bactérias. Este efluente possui alta qualidade para uso como fertilizante agrícola, devido principalmente aos seguintes aspectos: diminuição do teor de carbono do material, pois a matéria orgânica ao ser digerida perde exclusivamente carbono na forma de CH₄ e CO₂, aumentando o teor de nitrogênio e demais nutrientes e diminuindo a relação C/N, o que melhora as condições do material para fins agrícola; maiores facilidades de imobilização do biofertilizante pelos microorganismos do solo,

devido ao material já se encontrar em grau avançado de decomposição, o que vem aumentar a eficiência do biofertilizante e solubilidade parcial de alguns nutrientes, além de sua ação nutricional tem sido atribuído aos biofertilizantes a ação indutora de resistência e apresentam propriedades fungicidas, bacteriostáticas, repelentes, inseticidas e acaricidas sobre diversos organismos alvos, todos estes benefícios com um baixo custo.

8. Viabilidade Econômica

É do conhecimento do público em geral que o fator energético é muito importante para alavancar o desenvolvimento de uma sociedade. Sabe-se também que há uma crescente vulnerabilidade dos atuais mecanismos de suprimento de energia face à dependência de recursos não renováveis, cujo esgotamento das reservas naturais provocaria um colapso na sociedade atual, é nesse contexto que as fontes alternativas se fazem necessárias, para instaurar-se um modelo energético que atenda as premissas da sustentabilidade. A escalada do preço do petróleo e seus derivados e inclusive de alguns combustíveis originários da biomassa como o álcool está propiciando a inserção de fontes de energia alternativas de recursos renováveis como o biogás.

Segundo dados da ANAEEEL (2007), o Brasil, devido à imensa superfície do território nacional, quase toda localizada em regiões tropicais e chuvosas, oferece excelentes condições para a produção, e o uso energético da biomassa em larga escala, além de um potencial de geração de energia elétrica, por meio de sistemas de co-geração e suprimento de energia elétrica para demandas isoladas da rede elétrica.

A alternativa dos biodigestores é viável economicamente, pois proporciona economia e gera novas receitas para o agricultor, já que possuem um potencial de redução de 80% das descargas poluentes que hoje são lançadas in natura no meio ambiente (FARRET, 1999).

A implantação de uma unidade geradora de energia proveniente do biogás se viabiliza economicamente pelo equivalente em quilowatts/hora evitados no consumo tradicional. A economia é grande quando, a energia gerada pela atividade agropecuária é utilizada para suprir a demanda durante o horário de pico (entre as 18 e 21 horas), em que o custo da eletricidade chega a sete vezes o valor do horário normal.

A utilização da eletricidade gerada pela biomassa apenas em determinados horários é possível porque essa energia pode ser armazenada na forma biogás em reservatórios chamados gasômetros.

Conclusão

Como conclusão deste trabalho, visualiza-se a viabilidade de construção de biodigestores para a geração de energia, embora seu uso se limite para pequenos espaços em virtude da matéria prima utilizada, o que favorece locais distantes dos centros de transmissão elétricos.

A geração de energia a partir de biodigestores contribui tanto do ponto de vista ambiental quanto social, com menores índices de emissões de gases poluentes, geração de empregos, redução da geração de resíduos, solucionada a problemática do saneamento básico e incentivo à atividade econômica, tendo em vista principalmente a economia local, que proporciona às propriedades seu desenvolvimento.

A tecnologia de biodigestores cerca de duas décadas no Brasil, que ainda apresenta dificuldades na sua implementação, fazendo com que esta tecnologia não tenha o incentivo necessário por parte do governo para o meio rural. Existe desta forma a demanda por pesquisas e planos governamentais para desenvolver e regulamentar os biodigestores em relação aos fatores climáticos Brasileiros.

Referências

- BARRERA, Paulo. Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural. São Paulo: Ícone, 1993, p. 11.
- Castanho, D.S.; Arruda, H.J. de. Biodigestores. In: VI Semana de Tecnologia em Alimentos. Ponta Grossa – PR, 2008.
- COSTA, Alfredo Ribeiro da; SILVA, Nazareno Ferreira da; GOMES, Francisco Plínio Barrôzo. Biodigestor. Goiânia: Editora da Universidade Católica de Goiás, 1985. Série Cadernos de Pesquisa.
- FIGUEIREDO, N.J.V. de. Utilização do biogás de aterro sanitário para geração de energia elétrica e iluminação a gás: Estudo de caso. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo 2007.
- OLIVEIRA, Paulo A. V. Impacto ambiental causado pelos dejetos de suínos. Simpósio Latino-Americano de Nutrição de Suínos, 1994. Anais, p. 27-40.
- Oliver, André de Paula Moniz (Org.). Manual de treinamento em Biodigestão. Fevereiro de 2008.
- REIS, Antônio Junqueira. Potencial energético e fertilizante do lixo. Folha de São Paulo, 12 nov. 1991. Caderno Regional – Nordeste.
- SEIXAS, Jorge et al. Construção e funcionamento de biodigestores. Brasília: EMBRAPA - DID, 1980. EMBRAPA-CPAC. Circular técnica, 4.
- SGANZERLA, Edílio. Biodigestores: uma solução. Porto Alegre. Agropecuária, 1983.
- Villela, I.A. de C.; Silveira, J.L. Aspectos técnicos da produção de biogás em um laticínio, Janus, Vol. 2, No 2, Lorena-SP, (2005).
- PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA 2006

SILVA, Gustavo Chiapinotto da, A eficiência energética e o panorama brasileiro: onde encontrar soluções para a crise de energia? Rio Grande do Sul: Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, 2005

- CASHEE – COMISSÃO DE ANÁLISE DO SISTEMA HIDROTÉRMICO DE ENERGIA ELÉTRICA. Relatório: O desequilíbrio entre oferta e demanda de energia elétrica. Brasília: Agência Nacional de Águas – ANA 2001

- LINDEMEYER, Ricardo Matsuruka, Análise da Viabilidade Econômico Financeira do Uso do Biogás como Fonte de Energia Elétrica. Florianópolis: Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

- Mirko V. Turdera; Danilo Yura, Estudo da viabilidade de um biodigestor no município de Dourados. Dourados: Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2010

- Avaliação De Biodigestores Anaeróbios Modelo Chinês Operando Em Uma Estação De Tratamento De Esgotos do Tipo Biosistemas Integrados.

Disponível em
<<http://www.aev.edu.br/caxixe/publicacoes/avaliacao%20de%20biodigestores%20anaerobios%20modelo%20chines%20operando%20em%20uma%20estacao%20de%20tratamento%20de%20esgotos%20do%20tipo%20biosistemas%20integrados.pdf>> Acessado em 12 de Jun. de 2010

- Uso De Biofertilizantes Líquidos No Manejo Ecológico De Pragas Agrícolas. Disponível em
<http://www.prac.ufpb.br/anais/meae/Anais_II_Encontro_Tematico/trabalhos/BIOFERTILIZANTES.doc> Acessado em 12 de Jun. de 2010