

**POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DA  
BIODEGRADAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM BIODIGESTORES.**

***GENERATION POTENTIAL OF ELECTRICITY FROM ORGANIC WASTE  
BIODEGRADATION IN BIODIGESTERS.***

**AUTORES:**

**Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha,** Msc em Engenharia Sanitária e Ambiental UERJ e Doutorando em Engenharia Ambiental na UERJ, atua como coordenador do MBA em Planejamento e Gestão Ambiental da UVA. Residência situada a Rua Marquês de Olinda, 80, Botafogo, RJ, 22251-040. ([carlos.pinheiro@uva.br](mailto:carlos.pinheiro@uva.br)). (21) 96571-2304.

**Patrícia Guedes Pimentel:** Graduanda em Engenharia Ambiental pela UVA. Residência situada a Rua Paulo Silva Araújo, 201, Méier, RJ – 20735-230. ([pg77621@gmail.com](mailto:pg77621@gmail.com)).

**Sarita de Cassia Coelho Marques:** Graduanda em Engenharia Ambiental pela UVA, tecnóloga em Gestão Ambiental. Residência situada a Rua Barão de Ubá, 441, RJ, 20260-050 ([saritinha.sa@gmail.com](mailto:saritinha.sa@gmail.com)).

**RESUMO:**

O aproveitamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos está relacionado à viabilidade econômica na produção de composto e à ampla participação social na segregação de seus resíduos. O biogás gerado no processo de decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos urbanos é essencialmente composto de metano e gás carbônico, gases com excelente poder de queima para geração de energia térmica e elétrica. O aproveitamento eficiente do biogás pode ser o indutor de viabilidade econômica de todo um sistema de gestão de resíduos, haja visto que a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos ultrapassa 50% do total gerado diariamente. A partir de uma extensa pesquisa bibliográfica, revisão de literatura e análise teórica das informações obtidas, o presente artigo tem como principal objetivo analisar o real potencial de geração de energia elétrica a partir do uso de biogás em biodigestores.

**PALAVRAS-CHAVE:** BIOGÁS, GERAÇÃO DE ELETRICIDADE E BIODIGESTORES.

**ABSTRACT:**

The use of the organic fraction of municipal solid waste is related to economic viability in the production of compost and wide social participation in the segregation of their waste. The biogas generated in the process of decomposition of organic matter in municipal solid waste is mainly composed of methane and carbon dioxide, gases with excellent power burning to generate heat and electricity. The efficient use of biogas can be the economic viability of inducing an entire waste management system, given the fact that the organic fraction of municipal solid waste exceeds 50% of the total generated daily. From an extensive literature search, literature review and theoretical analysis of information, this article aims to analyze the real potential of electricity generation from biogas digesters in use.

**KEYWORDS:** BIOGAS, GENERATION OF ELECTRICITY AND DIGESTERS.

## **1. INTRODUÇÃO:**

A partir do século XX, com a engenharia bioquímica, os estudos cinéticos, de projetos de bioreatores, de ampliação da escala de sistemas, avançaram significativamente. (CRAVEIRO, 1994). Nos grandes centros urbanos, os altos padrões de vida e o desenvolvimento econômico são alguns processos complexos que compartilham de uma problemática em comum: a disponibilidade para o provimento adequado e confiável de energia. Os suprimentos de energia são fatores primordiais ao desenvolvimento econômico da sociedade como um todo.

A primeira etapa da gestão de resíduos sólidos diz respeito à sua geração. Por diversos motivos – tais como disposição irregular, coleta informal ou insuficiência do sistema de coleta pública – não necessariamente todo o resíduo sólido gerado é coletado. (IPEA, 2012).

Os impactos ambientais da incorreta disposição da fração orgânica dos resíduos de origem domiciliar são considerados graves, podendo propiciar a formação de gases oriundos da decomposição, ocasionando odores desagradáveis e a geração de líquidos percolados (chorume), que são tóxicos e podem contaminar o solo e o lençol freático.

A reutilização de substratos oriundos da fração orgânica dos resíduos é de grande importância, pois auxilia na produção agrícola, sendo capaz de aumentar a quantidade de nutrientes no solo, na redução do material destinado a aterros entre outros benefícios intimamente ligados à sustentabilidade.

Os resíduos orgânicos gerados a partir de restos de alimentos serão aqui abordados como uma fonte para a obtenção de energia através de biodigestores, que podem ser elaborados através de substratos orgânicos provenientes de residências, estabelecimentos comerciais, restaurantes, universidades, entre outros locais que possam disponibilizar os recursos necessários para sua manutenção e seu devido funcionamento.

Atualmente é possível enxergar que no que se refere ao setor energético, se faz necessária a busca constante de energia no Brasil. Porém não somente da energia que temos utilizado, como também, e principalmente, formas renováveis de obtenção da mesma para um futuro promissor em que recursos naturais sejam mais poupados, e resíduos que antes seriam descartados passem a ser reutilizados.

Baseado no fato de que o abastecimento adequado e confiável de energia é papel fundamental para o desenvolvimento de um país, e que o Brasil contém diversas fontes

geradoras de energia, é fundamental ampliar o uso das energias renováveis em busca da sustentabilidade.

Nesse sentido, a crise ambiental que hoje se faz sentir de maneira cada vez mais intensa no mundo, como consequência do modelo de crescimento econômico e demográfico implementado durante o curso do século XX, começa a oferecer sinais claros de que estamos ultrapassando os limites de suportabilidade natural do planeta. (CARNEIRO, Ricardo, 1993, p. 2).

A preservação do meio ambiente deixa de ser vista apenas como uma questão de educação, passando a ser também uma imposição do uso consciente dos recursos, principalmente por empresas, que enxergavam tal medida como um custo a mais para a organização. Nos dias atuais, empresas que buscam contribuir com a preservação ambiental, passam a ter um diferencial competitivo entre elas, mesmo porque a sociedade está cada vez mais preocupada com este assunto, passando a consumir determinados produtos de empresas ambientalmente colaboradoras.

O pensamento econômico contemporâneo está obcecado com o crescimento isento de qualquer reflexão ambiental. A deterioração do meio ambiente, a perda do equilíbrio natural, não é resultado dos processos de desenvolvimento em geral, mas principalmente do estilo de crescimento indiscriminado que é intrinsecamente insustentável em termos ecológicos e extremamente injusto em termos sociais. É preciso uma mudança tanto quantitativa quanto qualitativa nesse estilo. (JARA, 1998).

Os 1.668 municípios dos quatro Estados da região Sudeste geraram em 2014 a quantidade de 105.431 toneladas/dia de RSU, das quais 97,3% foram coletadas. Os dados indicam crescimento de 3,5% no total coletado e aumento de 3,3% na geração de RSU em relação ao ano anterior. Dos resíduos coletados na região, 27,4%, correspondentes a 28.086 toneladas diárias, ainda são destinados para lixões e aterros controlados que, do ponto de vista ambiental, pouco se diferenciam dos próprios lixões, pois não possuem o conjunto de sistemas necessários para proteção do meio ambiente e da saúde pública. (ABRELPE, 2014).

De acordo com o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Rio de Janeiro (PERS – 2013), as frações presentes nos resíduos sólidos urbanos são representados pela gravimetria abaixo.

MUNICÍPIOS	MATÉRIA ORGÂNICA	PAPEL / PAPELÃO	PLÁSTICOS	VIDRO	METAIS	OUTROS
Pequenos	56,72	13,45	18,63	2,83	1,58	6,79
Médios	53,03	16,57	19,69	2,95	1,49	6,27

<b>Grandes</b>	53,28	15,99	19,14	3,28	1,57	6,74
----------------	-------	-------	-------	------	------	------

Claramente, identifica-se que a maior fração gravimétrica de resíduos no Estado do Rio de Janeiro é a matéria orgânica, representando mais de 50% do total gerado em todas as faixas municipais. Se avaliarmos somente a Região Sudeste, podemos ter uma geração estimada de 56.000 toneladas de resíduos orgânicos por dia, o Rio de Janeiro representa aproximadamente 9.000 toneladas deste total, sendo estas, as principais responsáveis pela contaminação de solos e água subterrânea, em função da geração de chorume nas áreas irregulares de disposição final.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:**

### **2.1. Decomposição de resíduos orgânicos e o uso de biodigestores:**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, aprovada pela Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, descreve como Resíduo Sólido, todo “material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviável em face da melhor tecnologia disponível”.

A utilização de biodigestores para estabilizar matéria orgânica residual ou poluente assume estratégica posição na redução do impacto ambiental produzido pelos grandes centros geradores de resíduos orgânicos, em termos de saneamento e otimização da produção de insumos, na forma de fertilizantes ou de energia, na forma de biogás. (BORJA & BANKS, 1996).

O grande diferencial tecnológico dos biodigestores é a sua simplicidade. Trata-se, basicamente, de uma câmara fechada onde a biomassa é fermentada anaerobicamente, e o biogás resultante é canalizado para ser empregado nos mais diversos fins. (BARRERA, 1993).

Biodigestores são estruturas projetadas e construídas de modo a produzir a degradação da biomassa residual sem que haja qualquer tipo de contato com o ar. Isso proporciona condições para que alguns tipos especializados de bactérias, altamente consumidoras passem a predominar no meio e, com isso, provoquem uma degradação mais acelerada da matéria. (JÚNIOR, 2009).

Neste processo de degradação da matéria orgânica, temos como principal subproduto o biogás. Define-se como biogás a mistura de gases produzidos pela conversão microbiológica anaeróbia de resíduos agroindustriais, que tem como constituintes principais o metano, além de outros gases, como o dióxido de carbono, e o gás sulfídrico, cuja presença é variável, dependendo da composição do resíduo tratado. (CASSINI, 2003).

O potencial de geração do biogás está diretamente ligado ao potencial químico de cada substrato inserido no fermentador e a eficiência da tecnologia de biodigestão empregada. Assim, podemos defini-lo como a quantidade máxima de produção de biogás a ser obtida de um substrato levando em consideração unicamente a composição química desse substrato.

Segundo Alessandro Volta, no ano de 1776, verificou que o “ar combustível”, era formado em sedimentos no fundo de lagos e rios. Em 1856, Reiset detectou a formação de metano em estrumeiras e propôs o estudo do manejo destes resíduos para explicar o processo de decomposição anaeróbia.

Em 1967, Briant publicou que existem duas espécies de bactérias que convertem a metano. Uma através do acetato e outra pelo hidrogênio. Estudos comprovaram que a biodecomposição anaeróbia é realizada por meio de bactérias, podendo ser explicada em algumas etapas como: a hidrólise, acidogênese, acetogênese, metanogênese e sulfetogênese.

Na hidrólise, as ligações moleculares mais complexas (polímeros) como carboidratos, proteínas e gorduras, são quebradas por enzimas em um processo bioquímico, liberadas por um grupo específico de bactérias e dão origem à compostos orgânicos simples (monômeros), como aminoácidos, ácidos graxos e açúcares. Esse processo é de fundamental importância para a produção de biogás, pois somente com a quebra dos polímeros maiores é que começa o processo de biodigestão.

Diversos fatores influenciam o grau e a taxa em que um substrato é hidrolisado, entre os quais podemos citar a composição e temperatura do substrato, o tamanho das partículas, a concentração de amônio, concentração de produtos da hidrólise. (CHERNICHARO, 2007).

Outra etapa da biodecomposição pode ser dividida em duas fases: fermentação ácida ou acidogênese, e a fermentação acetogênica ou acetogênese. Na primeira fase, compostos orgânicos são transformados em ácidos orgânicos voláteis, e na fase acetogênica, os produtos da subfase anterior são transformados em acetato, hidrogênio e monóxido de carbono.

Além da degradação dos compostos orgânicos complexos, as bactérias hidrolíticas também contribuem com a formação de um ambiente anaeróbio, pois consomem uma quantidade de hidrogênio no processo de hidrogenação. (SAHM, 1981).

Na acidogênese, as substâncias resultantes da hidrólise são transformadas por bactérias fermentativas em ácido propanóico, ácido butanóico, ácido láctico e álcoois assim como hidrogênio e gás carbônico. A formação de produtos nesta fase também depende da quantidade de hidrogênio dissolvido na mistura. Quando a concentração de hidrogênio é muito alta, interfere negativamente na eficiência da acidogênese o que causa o acúmulo de ácidos orgânicos. Com isso, o pH da mistura diminui, e o processo pode ser quase que totalmente afetado.

A pressão parcial do hidrogênio é um fator determinante para os tipos de produtos a serem gerados durante a acidogênese, quanto maior a pressão parcial, menor a quantidade de ácido acético e hidrogênio formados em favorcimento da geração de ácidos orgânicos de cadeia longa. (SCHERER 1995).

A quantidade e tipos de bactérias capazes de realizar a acidogênese é muito grande. Entre os principais grupos presentes em reatores anaeróbios podemos citar *Clostridium*, *Bacteroides*, *Ruminococcus*, *Butiribacterium*, *Propionibacterium*, *Eubacterium*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas*, *Desilfobacter*, *Micrococcus*, *Bacillus* e *Escherichia*. (MACHADO 2016).

Na acetogênese, os materiais resultantes da acidogênese, são transformados em ácido etanóico, hidrogênio e gás carbônico por bactérias acetogênicas. Esse é uma das fases mais delicadas do processo, pois é necessário manter o equilíbrio para que a

quantidade de hidrogênio gerado seja consumida pelas bactérias responsáveis pela metanogênese.

Uma alta concentração de hidrogênio não oferece condições ambientes necessárias para que as bactérias acetogênicas consigam converter os ácidos orgânicos gerados na fase de acidogênese.

O acúmulo cada vez maior de ácidos orgânicos inibe a ação das bactérias metanogênicas e compromete a geração de biogás. Por isso, é de extrema importância que de alguma forma, se consiga reduzir a quantidade de hidrogênio da mistura.

Essa tarefa fundamental é realizada justamente por bactérias da metanogênese, que processam o hidrogênio, dióxido de carbono e ácido acético em metano e gás carbônico. Desta forma, as bactérias da acetogênese só conseguem sobreviver se trabalharem juntos com as bactérias da metanogênese e vice-versa.

Na terceira etapa, os produtos da acetogênese são transformados, principalmente em metano ( $\text{CH}_4$ ), embora também sejam gerados outros gases. A metanogênese ocorre por diferentes grupos de bactérias basicamente através de duas reações, onde na primeira ocorre a geração de metano e gás carbônico, derivados do ácido acético, e a segunda reação em que o hidrogênio e o gás carbônico dão origem ao metano e a água.

Ao contrário do que acontece na acetogênese, na metanogênese vemos uma grande quantidade de reações exotérmicas, destacando-se a produção de metano a partir de hidrogênio e gás carbônico, onde há uma grande quantidade de energia liberada, pelo menos 4 vezes mais energia liberada do que a segunda reação mais importante a partir de acetato.

Na última etapa da biodecomposição anaeróbia, temos a sulfetogênese, na qual ocorre a formação de sulfeto de hidrogênio. No processo de digestão ou tratamento anaeróbio, as bactérias competem com os demais grupos pela utilização dos ácidos voláteis e outros intermediários e geram o sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ), que pode promover a precipitação de íons metálicos e gás carbônico.

Este grupo de bactérias é considerado muito versátil, pois consegue utilizar uma ampla variedade de substratos, o que inclui toda a cadeia de ácidos orgânicos voláteis,

diversos ácidos aromáticos, hidrogênio, metanol, etanol, glicerol, açúcares, aminoácidos e vários compostos fenólicos.

Devido à sua capacidade de utilizar acetato e hidrogênio, as bactérias redutoras de sulfato acabam competindo com as bactérias fermentativas, acetogênicas e metanogênicas pelos substratos disponíveis no processo de biodigestão anaeróbia. (MACHADO, 2016).

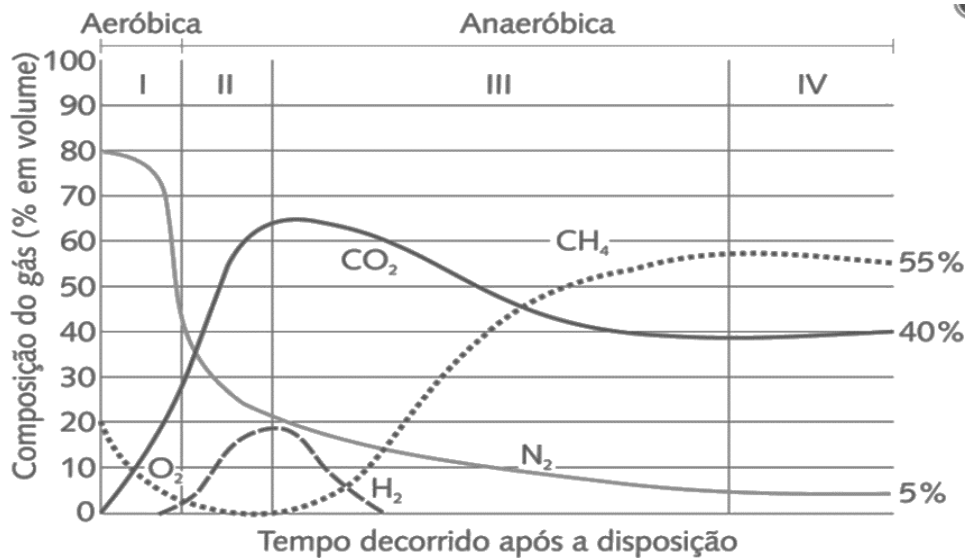
A produção do biogás a partir da biomassa, começa a se processar por volta de 20 dias, aumentando até chegar ao máximo na terceira semana e conseqüentemente diminuindo lentamente durante o período de fermentação. Durante o processo, é válido lembrar que fontes de carbono orgânico disponível se tornam limitantes, reduzindo a taxa de consumo de oxigênio. Mais de 90% da energia disponível por oxidação direta se transforma em metano.

## **2.2. Do biogás à geração de energia elétrica:**

A composição do biogás, como foi dito anteriormente, varia de acordo com a natureza da matéria-prima fermentada, e ao longo do processo de fermentação, apresenta maiores proporções de metano e gás carbônico. O metano é o mais simples dos hidrocarbonetos pertencente à família dos alcanos formado por um átomo de carbono e quatro de hidrogênio.

O conteúdo energético do biogás depende da concentração de metano existente no mesmo. Um metro cúbico de metano puro em condições normais de temperatura e pressão tem um conteúdo energético de 9,97 kWh.

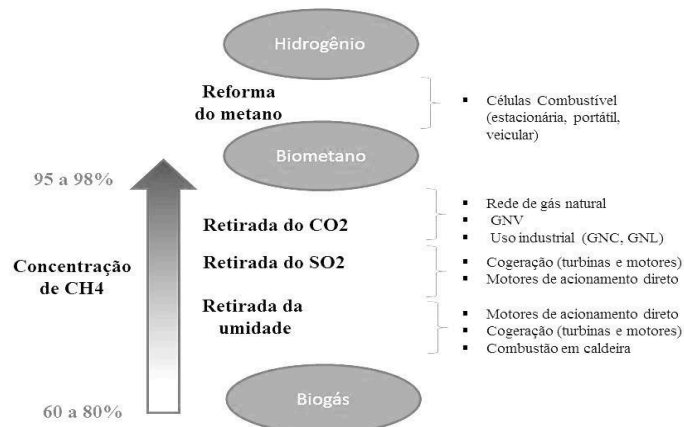
Com isso, 1 m<sup>3</sup> de biogás que possui uma concentração de 60% de metano tem um conteúdo energético de cerca de 6 kWh e podendo ser comparado ao conteúdo energético de aproximadamente 0,6 l de Óleo Combustível. Depois de devidamente tratado, o biogás pode ser comercializado tanto como fonte de calor para processos industriais como em forma de energia elétrica conseguida através da combustão em motores especiais. O gráfico a seguir mostra as porcentagens da composição do gás, de acordo com o tempo decorrido após a disposição:



**GRÁFICO 01:** Curvas típicas de geração de biogás a partir de resíduos sólidos urbanos. FONTE: BOSCOV (2012)

Dependendo de qual for a aplicação do gás produzido, o mesmo deverá passar por um processo de purificação com o objetivo de elevar seu poder calorífico com a retirada da água e do gás carbônico presentes na mistura.

Vale ressaltar que ao final, tendo como produto o biogás, o mesmo deverá entrar em combustão para gerar energia elétrica, objetivo do referido projeto. No entanto, para sua combustão ser satisfatória, o poder calorífico da mistura gasosa gerada deve ser alto. Logo a seguir, um esquema demonstra a concentração do metano e as tecnologias utilizadas para cada tipo de produto:



**GRÁFICO 02:** Esquema de concentração de metano e tecnologias para cada tipo de produto (adaptado de bte, IFEU, ISA 2004).

Na tabela a seguir, vemos as propriedades físicas e químicas do metano:

<b>Propriedades</b>	<b>Valores</b>
Peso molecular	16,04 u.m.a.
Ponto de ebulição, a 1,00 atm	-161,49 °C
Ponto de congelamento, a 1,00 atm	-182,48 °C
Pressão crítica	45,84 atm
Temperatura crítica	-82,50 °C
Peso específico (0°, 1,00 atm)	0,718 kg/m <sup>3</sup>
Poder calorífico superior (0°, 1,00 atm)	9.520,00 kcal/m <sup>3</sup>
Poder calorífico inferior (0°, 1,00 atm)	8.550,00 kcal/m <sup>3</sup>
Relação ar/combustível	9,53 litros/1litro
Limites de inflamabilidade	5,00 a 15,00 em vol.
Número de octanos	130,00
Temperatura de ignição	650,00 °C
Energia para ignição	300,00 μJ
Velocidade de chama	0,40 m/s

**TABELA 01:** Propriedades físicas e químicas do metano. FONTE: Craveiro, 1982).

Na tabela a seguir, temos o poder calorífico de alguns combustíveis:

<b>Combustível</b>	<b>kcal</b>
Madeira	4.500/kg
Briquetes de carvão	8.000/kg
Carvão vegetal	7.620/kg
Diesel	8.500/litro
Gasolina	7.700/litro
Querosene	8.800/litro
BPF (óleo combustível)	8.400/kg
BTE (óleo combustível)	10.400/kg
Álcool etílico 96° GL	5.100/litro ou 6.400/kg
Gasogênio	1.250/m <sup>3</sup>
GLP (gás liquefeito de petróleo)	11.000/kg

**TABELA 02:** Poder calorífico de alguns combustíveis (FONTE: Craveiro, 1982).

(FONTE: Grvschek & Belo, 1983).

A tabela a seguir, apresenta uma breve comparação entre as diferentes fontes energéticas e o biogás:

<b>Biogás (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Fonte energética</b>	<b>Equivalências</b>
1,63	Gasolina	1,00 litro
1,80	Óleo diesel	1,00 litro
1,73	Querosene	1,00 litro
1,58	Gasolina de avião	1,00 litro
2,00	Óleo combustível	1,00 litro
1,81	Petróleo médio	1,00 litro
1,26	Álcool combustível	1,00 litro
2,20	GLP	1,00 kg
0,65	Lenha	1,00 kg
1,36	Carvão vegetal	1,00 kg
0,29	Xisto	1,00 kg
0,70	Energia elétrica	1,00 kWh

**TABELA 03:** Comparação entre as diferentes fontes energéticas e o biogás.  
(FONTE: Craveiro, 1982). FONTE: FONTE: Filho, 1981. (adaptado).

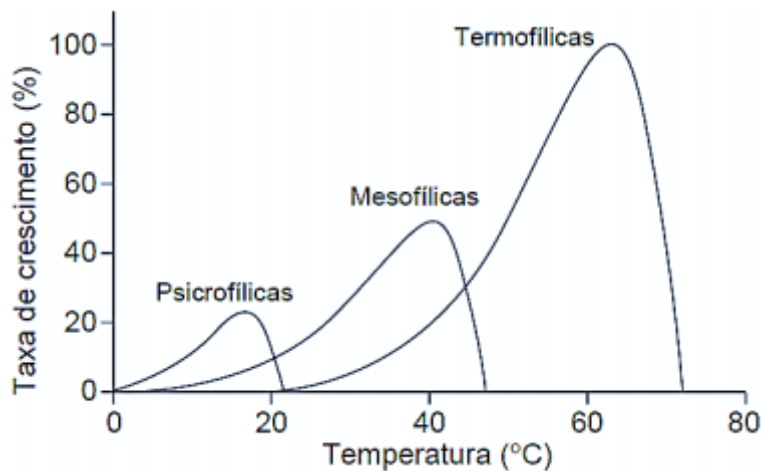
Na tabela abaixo, é apresentada a equivalência energética do biogás, comparada a outras fontes de energia, segundo alguns autores:

<b>Energético</b>	<b>Ferraz e Maciel (1980)</b>	<b>Sganzeria (1983)</b>	<b>Nogueira (1986)</b>	<b>Barrera (2003)</b>
Gasolina (l)	0,61	0,61	0,61	0,61
Querosene (l)	0,58	0,58	0,62	0,58
Diesel (l)	0,55	0,55	0,55	0,55
GLP (kg)	0,45	0,45	0,43	0,45
Álcool (l)	-	0,79	0,80	0,79
Carvão mineral (kg)	-	0,74	0,74	-
Lenha (kg)	-	1,52	3,50	1,54
Eletricidade (kWh)	1,43	1,43	-	1,43

**TABELA 04:** Equivalência energética do biogás. (FONTE: Craveiro, 1982)

Alguns fatores que podem influenciar na produção de biogás são: composição dos resíduos dispostos, umidade, tamanho das partículas, temperatura, pH, tempo de retenção, idade dos resíduos, entre outros.

As bactérias existentes durante a biodigestão trabalham em temperaturas diferentes uma das outras. Cada grupo de bactérias possui uma temperatura ideal de trabalho onde sua eficiência é maior. Três limites de temperatura podem ser distinguidos no tratamento anaeróbio:



**GRÁFICO 03:** Temperaturas no tratamento anaeróbio. (adaptado de Lettinga, Rebac e Zeeman, 2001).

A maior parte das bactérias da metanogênese trabalham em uma temperatura de aproximadamente 39°C. Variações nessa temperatura podem até anular quase que completamente a produção de biogás de um sistema.

Seguindo pelo mesmo princípio da temperatura, cada grupo de bactérias possui seu ponto ideal de acidez. Nas fases da hidrólise e da acidogênese o pH ideal fica em torno de 5,2 à 6,3. Já na acetogênese e metanogênese o pH ideal fica entre 6,5 à 8.

Nos processos anaeróbios a eficiência do contato entre as bactérias e a matéria orgânica está no material de enchimento e no seu índice de vazios que serve de suporte para as bactérias. Os substratos não misturados tendem a formar camadas de acordo com a densidade da mistura no substrato. A maior parte das bactérias se acumula no fundo do fermentador, devido a diferença de densidade enquanto que a maior parte do substrato fica na parte de cima. Nesse caso, devido a diminuição do contato entre as bactérias e o substrato, a geração de biogás diminui essencialmente.

Por existirem juntas, em certo ponto, bactérias da acetogênese e da metanogênese, uma mistura excessiva pode ser prejudicial para a fase anaeróbia deste processo, pois essas bactérias precisam estar próximas umas das outras.

As bactérias da metanogênese trabalham na completa ausência de oxigênio. Os mais baixos índices de concentração de oxigênio já podem reduzir significativamente a ação dessas bactérias. Por isso é de extrema importância um perfeito isolamento dos fermentadores.

Além disso, o biodigestor deve ser agitado pelo menos duas vezes por semana, balançando manualmente o galão. A agitação é importante para manter um contato total e permanente das bactérias com os dejetos, uniformizar a temperatura e as camadas que existem dentro do biodigestor. A agitação também destrói microbolhas de gases formados no interior da mistura e que aprisionam as bactérias, impedindo sua atuação na degradação dos dejetos e formação do biogás.

O tempo de retenção, também é um parâmetro utilizado para se referir à atividade dos reatores. Corresponde, aproximadamente, ao inverso da taxa de alimentação, quando esta se refere à massa já diluída ao invés do conteúdo em sólidos voláteis do substrato. Por isso mesmo é um parâmetro muito dependente do conteúdo de sólidos voláteis e da diluição do substrato.

### **3. CONCLUSÕES:**

A partir da revisão bibliográfica realizada, foi possível verificar que o biogás gerado no processo de decomposição da matéria orgânica dos resíduos sólidos urbanos é composto, essencialmente, por metano e gás carbônico, gases com excelente poder de queima e transformação de energia química em energia térmica e/ou elétrica.

O aproveitamento eficiente do biogás pode ser o indutor de viabilidade econômica de todo um sistema de gestão de resíduos, haja visto que a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos ultrapassa 50% do total gerado diariamente em nosso País e a possibilidade de comercialização da energia, uma fonte de receita real que possibilita amortizar investimentos públicos e privados na operacionalização do sistema.

O presente artigo trouxe informações sobre o biogás como sua formação, composição e poder calorífico, apresentando o breve funcionamento de um biodigestor. A partir deste conhecimento é possível realizar uma análise técnica da geração de energia a partir do biogás. Podemos concluir que a utilização de biodigestores é de grande importância, não só pelo aproveitamento dos resíduos que seriam descartados e redução com os custos de destinação, mas também por ser uma fonte com tecnologia relativamente simples para a geração de energia limpa e sustentável, tendo como subproduto um composto a ser utilizado na agricultura como fertilizante.

Constatou-se que biogás além de ser um produto que pode ser utilizado no funcionamento de diversos equipamentos, também é uma iniciativa de sustentabilidade, que pode trazer consigo a redução de custos na conta de luz e/ou gás de cozinha.

#### **4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. **Educação Ambiental: A implantação da educação ambiental no Brasil.** Disponível em <http://www.mec.gov.br/ambiente>.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resoluções. Disponível em <http://www.mma.gov.br/conama/resoluções>.

B. MACHADO: **Geração e Aproveitamento Energético do Biogás, PROJETO PROBIOGÁS 2016.**

CHERNICHARO, 2007: C.A de L., **Reatores Anaeróbios, Princípio do Tratamento Biológico de águas residuais, 2007.**

CRAVEIRO, A. M.: **Considerações sobre projetos de plantas de biodigestão – Digestão anaeróbia e aspectos teóricos e práticos.** São Paulo, Dezembro de 1982;

BARRERA, P. **Biodigestores: Energia, fertilidade e saneamento para a zona rural.** 2 ed, São Paulo: Ícone , 2003, 106 p.

FILHO, J. A. C. **Biogás: independência energética do Pantanal Mato-grossense.** Circular técnica nº 9. Corumbá, Embrapa, 1981, 53 p

FERRAZ, J. M. G, MARIEL, I. E. **Biogás, uma fonte alternativa de energia.** Brasil, 1980, 27 p

SGANZERIA, E. **Biodigestor, uma solução agropecuária.** Porto Alegre, 1983.

NOGUEIRA, L. A. H. **Biodigestão: A alternativa energética.** São Paulo, 1986

ALVES, J.W.S. – **Diagnóstico técnico institucional da recuperação e uso energético do biogás gerado pela digestão anaeróbia de resíduos, 2000.**

OLIVEIRA, L. B. **Potencial de aproveitamento energético de lixo e de biodiesel de insumos residuais no Brasil.** Tese de doutorado (Ph.D) em Planejamento Energético. UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

ANDRADE, M.; LESER, W.; SACHS, N.; FURTADO, C.; KERR, W. **Meio Ambiente Desenvolvimento e subdesenvolvimento.** São Paulo: HUCITEC, 1975.

GASPAR, R. M. A. B. L. **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo-PR.** Dissertação (Engenharia de Produção) – UFSC, 2003.

CASSINI S T, CHERNICHARO C A L, CLERVERSON V A, FRANÇA M, BORGES E S M, GONÇALVES R F, **Hidrólise e atividade anaeróbia em lodos. In. CASSINI, S T (Cord.) Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás.** Rio de Janeiro: ABES, 2003, 210 p.

SOUZA, C.F., CAMPOS, J.A., SANTOS, C.R., BRESSAN, W.S., MOGAMI, C.A. **Produção volumétrica de metano: dejetos de suínos.** Ciências e Agrotecnologia, 2008.