

ÁREA TEMÁTICA: GESTÃO AMBIENTAL

**APROVEITAMENTO ENERGÉTICO ATRAVÉS DO BIODIGESTOR E SUA
IMPLANTAÇÃO EM PRÉDIOS DE 20 ANDARES**

Vanessa Rosales Bezerra, rosalesuepb@gmail.com,(UEPB)
Luis Reyes Rosales Montero,professorluisreyes@hotmail.com,Dr.(UFCG)
Valderi Duarte Leite,mangabeiraleite@gmail.com,Dr.(UEPB)
Kelly Dayane Silva do O ,kellydayane@htmail.com,(UEPB)
Ricardo Antônio Ferreira da Silva, ricardoantonio0109@gmail.com(UEPB)
Maria Celia Cavalcante de Paula e Silva,celia_romulo@hotmail.com,(UEPB)
Johan Kely Alves Barbosa,johank@bol.com.br(UEPB)

RESUMO

A atual civilização humana tem usufruído em demasia dos recursos energéticos não renováveis, comprometendo assim a sustentabilidade do meio ambiente. Projetos envolvendo práticas de equilíbrio ambiental devem ser mais intensificados nas obras da engenharia moderna, com finalidade principal, reaproveitamento de resíduos produzidos pelo homem em decorrência do seu elevado poder de consumo. Este trabalho teve como objetivo estimar a geração de energia elétrica a partir da produção de biogás de resíduos orgânicos em prédio de 20 andares, possibilitando assim o reaproveitamento dos resíduos orgânicos prediais e a conversão energética utilizando a biodigestão anaeróbia como tecnologia de tratamento, a estimativa teórica da produção de biogás e energia elétrica foi calculada a partir da geração de resíduos da população estudada. Os potenciais estimados, quando agregados, somaram aproximadamente 65.055,84 KWh/ano a partir da utilização de biogás gerado pela decomposição dos resíduos domésticos. Conclui-se que a estimativa teórica de geração de energia elétrica apresenta viabilidade técnica para implantação do sistema , tornando eficiente o gerenciamento de resíduos orgânicos.

Palavras-chave: Resíduos; Energia; Biodigestor; Biogás.

**ENERGY UTILIZATION THROUGH THE BIODIGESTER AND ITS
IMPLANTATION IN 20 FLOORS BUILDINGS**

ABSTRACT

The present human civilization has enjoyed too much of the nonrenewable energy resources, thus compromising the sustainability of the environment. Projects involving environmental equilibrium practices should be further intensified in the works of modern engineering, with the main purpose, reuse of waste produced by man due to its high consumption power. The objective of this work was to estimate the generation of from the biogas production of organic residues in a 20-storey building, thus making it possible to reuse organic building waste and energetic conversion using anaerobic biodigestion as treatment technology, the theoretical estimate of the biogas and electric energy production was calculated from the generation of residues of the study population. The estimated potentials, when aggregated, totaled approximately 65,055.84 KWh / year from the use of biogas

generated by the decomposition of household waste. It is concluded that the theoretical estimation of electric power generation presents technical viability for the implementation of the system, making efficient the management of organic waste.

Keywords: Waste; Energy; Biodigester; Biogas.

1. INTRODUÇÃO

Até o início do século XX, a biomassa era tida como a principal fonte energética. Foi quando se teve início a chamada “era do petróleo” e a biomassa energética ficou praticamente esquecida. Segundo Staiss; Pereira (2001), os elementos primários da biomassa podem ser convertidos através de diferentes tecnologias em bicomustíveis sólidos, líquidos ou gasosos, que por sua vez se transformam em energias térmica, mecânica e elétrica.

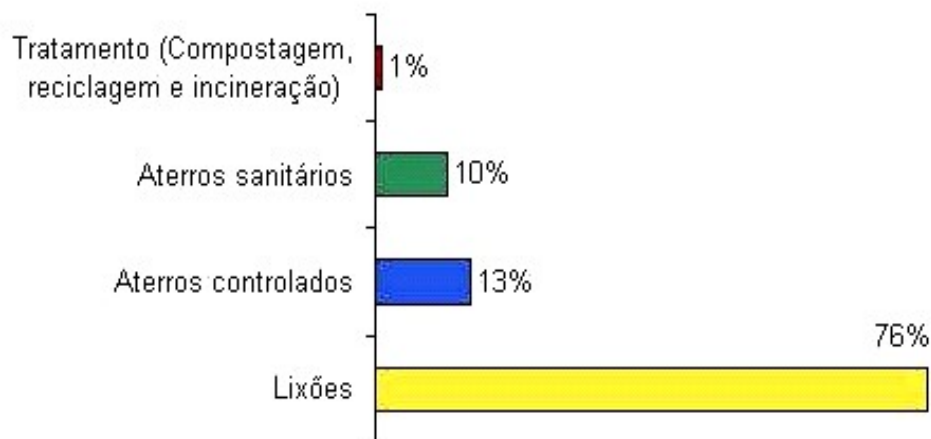
A produção de energia elétrica a partir da biomassa, atualmente, é proposta como uma alternativa importante para países em desenvolvimento. Considerado um dos principais causadores de problemas ambientais no agronegócio, os dejetos gerados da criação de animais estão sendo reaproveitados para a geração de gás combustível e biofertilizante, onde esta matéria orgânica é utilizada como substrato para bactérias metanogênicas (bactérias formadoras de gás metano) responsáveis pela produção de biogás.

O Brasil é privilegiado por apresentar alternativas para geração de energia renovável, o país possui extenso território litorâneo que possibilita potencial energético a partir de energia eólica, retrata também viabilidade para produção de energia solar, visto que o Brasil apresenta intensa radiação solar na maior parte do ano, em quase todos os estados, utilização dos vastos rios para a obtenção de energia hídrica, e produção de energia advinda da biomassa, uma vez que o país detém grande criação de animais. Conforme o IBGE(2017), o Brasil é o maior criador de gado bovino no mundo, ultrapassando a marca de 218,2 milhões de cabeças.

O Brasil produz 195 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos por dia, conforme dados da ABRELPE(2016). Embora o excesso de resíduos sólidos urbanos seja problema, seu manejo, devidamente administrado, poderá ser transformado em potencial econômico.

Na Figura 1, apresenta dados da atual distribuição do destino final do RSU brasileiro. Caso este fosse totalmente aproveitado, estima-se que o potencial de geração de energia de todo o resíduo orgânico seria suficiente para abastecer em 30% a demanda de energia elétrica atual do Brasil.(MME,2017)

Figura 1: Destino final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil



Fonte: CEMPRE,(2017)

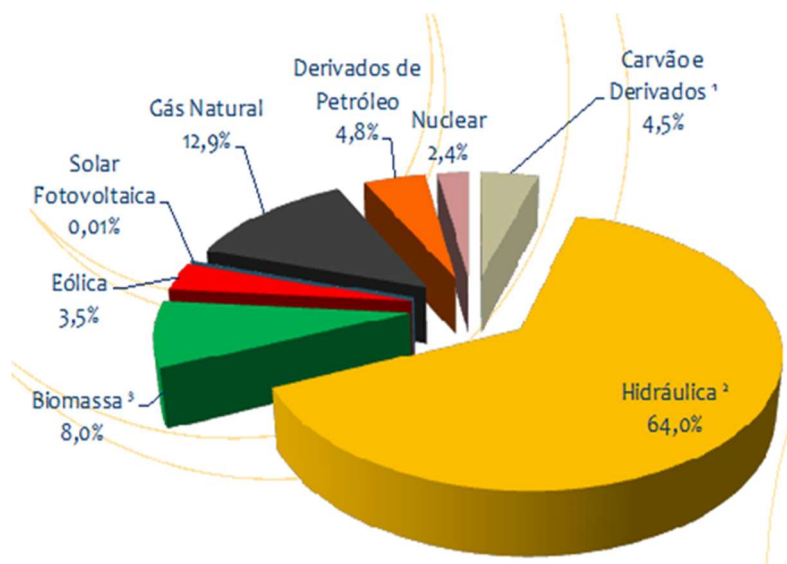
O desenvolvimento de tecnologias para geração de energia a partir de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é adequado principalmente para grandes centros urbanos, uma vez que a quantidade de RSU gerados por dia, denota grande perspectiva de produção energética, e proporciona destinação adequada de resíduos. Historicamente, resíduos foram destruídos em incineradores, porém devido a emissões de poluentes e alto custo de tratamento, esta prática tem se tornado cada vez menos comum, dando lugar a novas formas de aproveitamento de resíduos sustentáveis, tanto economicamente como ambientalmente.

A energia sempre foi reconhecida como a base do desenvolvimento das civilizações. No final do século XIX, por exemplo, o mundo modernizou após a Revolução Industrial, principalmente devido às novas fontes de energia. De acordo Alves (2009), relata as fontes de energia podem ser classificadas em renováveis, conhecidas também como energia limpa, exemplo da energia solar, eólica, biomassa e a hídrica, que obtêm repostas da natureza relativamente curtos em período de tempo e as não renováveis, uma vez que não podem ser regeneradas e sua reposição na natureza pode levar milhões de anos, ou simplesmente, não mais ocorrer.

Com as crises de petróleo nos países produtores, a grande fragilidade do sistema de hidroelétricas, ocasionou os últimos apagões no Brasil, inviabilidade e perigo de construção de termelétricas, usinas nucleares e outras formas de energia suja, chamadas desta forma, pois a utilização das mesmas gera uma grande carga de poluentes e, conseqüente degradação ambiental, o qual é visível e notório do ponto de vista social, econômico e humano(SILVA ,2009)

Na figura 2, estão apresentados os dados da produção interna de energia elétrica no Brasil, ressalta-se que o atual quadro energético brasileiro é muito bom comparado ao quadro energético mundial, isto porque o nosso país é um dos que mais usufruem da energia limpa em todo o mundo. Contudo, ainda há a necessidade de crescimento de outras fontes, principalmente da biomassa.

Figura 2:Produção interna de energia elétrica no Brasil



Fonte:Aneel(2016)

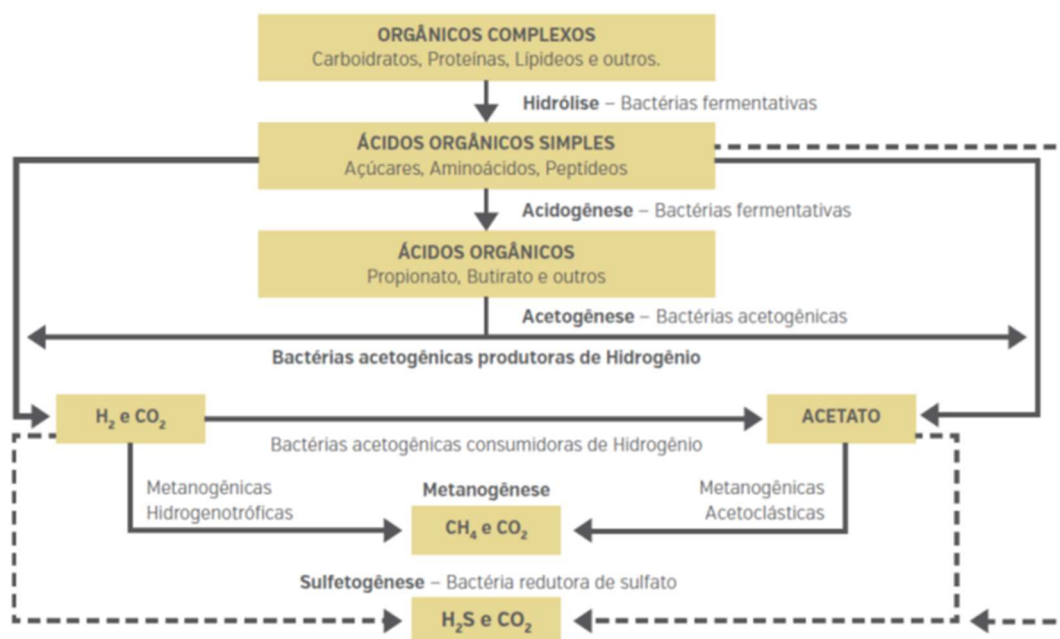
A necessidade de atender a demanda energética nas diversas áreas causando o mínimo de impacto, seja ele social ou ambiental, faz surgir a busca e exploração de fontes energéticas alternativas. O Governo Federal busca iniciativas para renovar essas fontes energéticas.

Outro fator importante a ser considerado são as hidrelétricas, importante para a geração de energia elétrica no país, também estão sendo afetadas pelas mudanças climáticas, tendo em vista que os ciclos hidrológicos no planeta já começaram a ser alterados. Assim, o Brasil necessita diversificar a matriz energética e ampliar a utilização de outras fontes de energia renováveis no país, tais como energia solar, eólica, biomassa e biogás.

Os sistemas de bateladas sequenciais são tecnologicamente mais simples, robustos e baratos, tendo como principais desvantagens, a necessidade de uma maior área e uma menor produtividade de biogás. Entretanto, devido aos reatores serem completamente esvaziados ao final de cada processo, torna-se possível eliminar um dos principais problemas operacionais enfrentados em usinas de biodigestores de fração orgânica de resíduos sólidos urbanos, o acúmulo de materiais inertes no interior do reator (DE BAERE; MATTHEEUWS, 2008).

Na Figura 3, estão apresentadas as etapas do processo de digestão anaeróbia, resumido em cinco etapas: Hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese e sulfetogênese, como também os grupos microbianos envolvidos no processo.

Figura 7: Processo de digestão anaeróbia



(Fonte: CHERNICHARO,1997)

As bactérias metanogênicas desempenham duas funções primordiais: elas produzem gás insolúvel (o metano) possibilitando a remoção do carbono orgânico do ambiente anaeróbio, além de utilizarem o hidrogênio, favorecendo o ambiente para que as bactérias acidogênicas fermentem compostos orgânicos com a produção de ácido acético, o qual é convertido em metano. A digestão anaeróbia de compostos orgânicos é considerada um processo de dois estágios. No primeiro, um grupo de bactérias facultativas e anaeróbias, denominadas fermentativas, convertem os orgânicos complexos em outros compostos (CHERNICHARO,1997)

2. OBJETIVO

Estimar o potencial de geração de energia elétrica a partir da produção de biogás de resíduos orgânicos de um edifício residencial de 20 andares.

3. METODOLOGIA

O estudo aborda a incorporação de sistemas de biodigestores em prédios de 20 andares, visando a sustentabilidade ambiental e econômica, utilizando métodos capazes de transformar os resíduos sólidos orgânicos em fonte de energia para a sociedade. O prédio utilizado como modelo, para desenvolvimento do projeto é localizado em cidade com grande população urbana, classe média alta, com 20(vinte) andares com 2 (dois) apartamentos por andar, no total de 40 (quarenta) apartamentos, o qual residem aproximadamente 160 moradores.

Para identificar a quantidade de biogás foi utilizado o fator de conversão 0,038 m³ de biogás, que é capaz de produzir a partir de um metro cúbico de resíduos orgânicos, utilizado por Costa, (2006) em seu experimento para produção de eletricidade a partir de resíduos doméstico.

Existem diversas alternativas para viabilizar o aproveitamento do biogás advindo dos biodigestores. No Quadro 1, são apresentados os dados relacionados a equivalência energética do biogás, é possível observar que para geração de 1,43 kWh de energia elétrica é necessário um m³ de biogás.

Quadro 1 -Equivalências energéticas entre fontes de energia e um m³ de Biogás

Fonte	Faixa
Gasolina(L)	0,61-0,70
Querosene(L)	0,58-0,62
Óleo Diesel(L)	0,55
GLP(kg)	0,40-1,43
Álcool(L)	0,80
Carvão Mineral	0,74
Lenha(kg)	3,50
Eletricidade(kWh)	1,25-1,43

Fonte: Pompermayer, (2000)

Segundo Junior(2009), é possível estimar a geração de resíduos sólidos domiciliares a partir de indicadores de consumo do edifício, além da própria população, utilizou-se o seguinte modelo matemático para estimar a quantidade de resíduos sólidos gerados em um prédio:

$$\text{MRSD} = 0,0697 \text{ POP} + 2,28 \text{ CA} - 7,25 \text{ (equação I)}$$

Onde:

MRSD: massa de resíduos sólidos domiciliares (m³/dia);

POP: população do edifício (habitantes);

A equação I é útil para o projeto, visto que apresenta a estimativa da produção de resíduos diários, sendo utilizado na projeção dos dados, além da maior confiabilidade para dimensionamento do biodigestor.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ressalta-se que, o prédio apresenta coleta e transporte de esgoto adequado, tornando-o mais sustentável quanto aos recursos hídricos requeridos após tratamento. O sistema implantado é constituído por conjunto de motor bomba que coleta os efluentes gerados, direcionando-o para uma peneira estática, que irá remover os particulados sólidos superiores a 0,5 mm. Depois de passar pela peneira, o efluente escoar para o tanque isolado termicamente para que ocorra o processo de digestão anaeróbia com eficiência, tal compartimento é caracterizado como duto de aproximadamente 500 mm de diâmetro perfurado no solo a uma profundidade aproximada de 5 metros, conectado a um tanque localizado sob o solo, medindo aproximadamente 6 m³, tais dimensões são projetadas para tratamento superior ao número total de habitantes. Posteriormente, quando o efluente sai do segundo tanque, vai para o polimento final, constituído por flotor físico-químico, filtro de areia, e finalmente cloração para remoção de patógenos. Esse sistema é dimensionado para tratamento com vazão de 5 m³/h.

Na tabela 01, estão apresentados os dados referente a produção anual de resíduos doméstico, a estimativa teórica de produção de biogás a partir do processo anaeróbio e o potencial energético ao ano.

Tabela 01: Estimativa de potencial energético a partir do Biogás

Tipo de Resíduo	Produção anual de resíduos em (m³)	Potencial de Biogás em (m³)	Potencial energético (KWh/ano)
RSO	11.972	4.549,36	6.505,58

Fonte: autoria própria

O gerador de energia elétrica a partir do biogás deve estar localizado próximo ao tratamento do efluente, tendo em vista que a energia produzida será diretamente utilizada para a iluminação de ambientes internos dos apartamentos e para o funcionamento de aparelhos eletrodomésticos dos diversos tipos, tais como ventilador, máquina de lavar, televisão.

Para viabilizar o biodigestor para o prédio de 20 andares, será necessário que a disponibilidade do biogás no gerador de energia seja suficiente para produzir energia. Nesta perspectiva é necessário geração de efluente doméstico diário e em grande concentração para que o sistema ocorra com exatidão e eficiência.

A instalação do biodigestor deve ocorrer em local estratégico ao lado das instalações do projeto de tratamento de esgoto. Concomitantemente, o gerador de energia deve estar em localidade próxima. Assim, faz-se necessário a disponibilidade de uma vasta área no pavimento térreo do edifício para que o sistema completo de sustentabilidade ambiental seja empreendido.

Calculou-se a curva de vazão do biogás, foi aproximadamente 4.549 m³/ano. Os potenciais estimados individualmente, quando agregados, somam 6.505,84 KWh de "potência instalada" em biogás gerado pela decomposição dos resíduos domésticos, que poderia abastecer uma população de 50 mil de habitantes. Tal potência representa abundância do combustível biogás, renovável

De acordo com a aplicabilidade do biogás no suprimento de energia elétrica dos aparelhos eletrodomésticos nos apartamentos, como ferro de passar, televisão, liquidificador, máquina de lavar, entre outros, sua produção implicará na constante deposição de resíduos, para que não ocorra o interrompimento na geração de gás pelo biodigestor.

Existem algumas limitações nas estimativas deste estudo, tendo em vista que foram calculadas desde dados e parâmetros da literatura, apresenta variáveis externas como biodigestão anaeróbia, composição do resíduo, dentre outros. Porém, estimar o potencial de uma fonte de

energia renovável, avaliar os benefícios e as barreiras para implementação, contribui para o desenvolvimento de políticas públicas e planejamento energético do estado.

5. CONCLUSÃO

Mediante a pesquisa realizada e os dados relatados anteriormente, é óbvia a necessidade da busca cada vez maior por fontes renováveis, sejam elas a energia eólica, a energia solar, a energia gerada nos biodigestores, entre tantas outras opções disponíveis.

Contudo, a produção de energia elétrica a partir de dejetos, além de ser acessível a população podendo instalar biodigestores tanto em casas e prédios, que geralmente não possuem vasta área para a atividade, como também no meio rural, em sítios e fazendas é também de teor econômico relativamente barato, se comparado a outros meios de geração de energia limpa.

O potencial estimado de geração de energia elétrica sendo aproximadamente 6.505,84 KWh/ano de potência instalada em biogás gerado pela decomposição dos resíduos domésticos, que poderia abastecer uma população de 50 mil de habitantes, tal potência representa abundância do combustível biogás.

Além de disponibilizar energia alternativa aos moradores, fazendo com que o consumo de energia elétrica comprada seja reduzido e ainda haja um melhor aproveitamento de produtos que seriam destinados aos lixões, ao fim do processo no biodigestor, as sobras servem como fertilizantes que, geralmente, são utilizados em plantações.

Portanto, a maior participação de biogás gerado pelos biodigestores anaeróbios na matriz energética brasileira, acarreta além da menor dependência de energia elétrica comprada, uma menor irradiação de gases poluentes na atmosfera, favorecendo o bem estar e a saúde da sociedade.

REFERÊNCIAS

ABRELPE ,ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: 2016. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.cfm>. Acesso em: 09 fev. 2018.

DE BAERE, L.; MATTHEUWS, B. State-of-the-art 2008 - Anaerobic Digestion of Solid Waste. Waste Management World. v.9, N. 4, Julho 2008. p. 8. Disponível em: < <http://www.waste-management-world.com/index/display/article-display/339836/articles/waste-management-world/volume-9/issue-4/features/state-of-the-art-2008-anaerobic-digestion-of-solid-waste.html>>.

JUNIOR, Gilson Barbosa Athayde; BESERRA, Leila Brunet Sá; FAGUNDES, Giulliano Souza. Estimando a geração de resíduos sólidos domiciliares a partir do consumo de água em edifícios multifamiliares. Revista Tecnologia, v. 29, n. 2, 2009.

CHERNICHARO, C.A.L. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Reatores Anaeróbios. 2a.ed. Belo Horizonte: Departamento de engenharia Sanitária e Ambiental, 2007.

BENINCASA, M. ; ORTOLANI, A.F. ; JUNIOR, J.L. Biodigestores convencionais. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Paulista, 1991. 25p

STAISS, C.; PEREIRA, H. Biomassa Energia Renovável na Agricultura e no Setor Florestal Instituto Superior de Agronomia, Portugal, Revista Agros n. 01 pp. 21-28, 2001.

CEMPRE, Compromisso empresarial para reciclagem, disponível em:
<http://www.cempre.org.br/Energia.php>, com acesso em 24 de setembro 2017.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, disponível em:
<<http://www.cnpsa.embrapa.br>>, com acesso em setembro de 2017.