

GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: ESTUDO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS PELA OBTENÇÃO DO BIOGÁS

Allefy Alexander Lima Leão - Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Estado do Amazonas (UEA); Estagiário de Engenharia Elétrica no Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM). E-mail: aall.eng@uea.edu.br
Raimundo Claudio de Souza - Professor Mestre do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Estado do Amazonas (UEA). E-mail: rsgomes@uea.edu.br

RESUMO

Este trabalho intitulado Geração de Energia Elétrica: estudo de um sistema de aproveitamento energético de resíduos orgânicos pela obtenção do biogás, teve como objetivo realizar estudos de implementação de biodigestores na obtenção do biogás a partir da utilização de resíduos orgânicos como fonte de energia renovável na cidade de Manaus-AM, pois é uma alternativa sustentável e de baixo valor financeiro. O programa de extensão da UEA foi primordial para a realização deste estudo, contribuiu para a ampliação dos horizontes acadêmicos e profissionais, possibilitou uma nova perspectiva na implementação/execução domiciliar do projeto, sendo uma alternativa de fácil execução para toda a sociedade. Vale ressaltar que na atualidade surgiu no mercado a necessidade de desprender-se da produção de energia movida a combustíveis fósseis e nesse novo cenário ganha destaque o conceito de energia renovável, sendo que uma das possibilidades de gerar energia elétrica é a utilização de biodigestores que com a fermentação anaeróbica dos resíduos orgânicos geram o biometano, ou seja, biogás. Então, a partir desse biogás podem ser implementados sistemas auxiliares e da compressão em recipientes deste. O trabalho está fundamentando nas ideias e análises de autores como Dias (2006), Magalhães (1986), Nogueira (1986) e outros. Foi utilizado a pesquisa de campo, tendo como instrumento de coleta de dados o questionário, abordagem qualitativa e quantitativa. Este sistema de implementação é uma fonte de energia limpa, de fácil instalação, sendo uma alternativa caseira que pode ser construído com materiais de fácil acesso e uso comum, também é uma forma de contribuir positivamente para a redução de resíduos gerados diariamente na sociedade e que geralmente são destinados aos aterros municipais. Desta forma, este trabalho possibilita analisar um estudo de implementação de energia sustentável e contribuir a sociedade acadêmica e civil.

Palavras-chave: Energia sustentável. Biodigestores. Resíduos orgânicos. Biogás.

ABSTRACT

This work entitled Electric Power Generation: Study of an energy use system of organic waste by obtaining biogas, aimed to carry out studies of implementation of biodigesters in obtaining biogas from the use of organic waste as a source of renewable energy in the city of Manaus-AM, as it is a sustainable alternative with low financial value. The UEA extension program was essential for this study, contributed to the expansion of academic and professional horizons, enabled a new perspective on the

implementation/home execution of the project, being an easy-to-implement alternative for the whole society. It is worth mentioning, that nowadays, there is a need in the market to detach itself from the production of energy powered by fossil fuels and in this new scenario stands out the concept of renewable energy, and one of the possibilities of generating electricity is the use of biodigesters that with the anaerobic fermentation of organic waste generate biomethane, that is, biogas. So from this biogas can be implemented auxiliary systems and compression in containers of this. The work is based on the ideas and analysis of authors such as Dias (2006), Magalhães (1986), Nogueira (1986) and others. The field research was used, using as a data collection instrument the questionnaire, qualitative and quantitative approach. This implementation system is a clean energy source, easy to install, being a homemade alternative that can be built with materials of easy access and common use, is also a way to contribute positively to the reduction of waste generated daily in society and that are usually destined to municipal landfills, in this way, this work allows analyzing a study of implementation of sustainable energy and contributing to academic and civil society.

Keywords: Sustainable energy. Biodigestors.Organic waste. Biogas.

INTRODUÇÃO

Na contemporaneidade, o mundo mostra sinais da importância de adquirirmos hábitos e atitudes sustentáveis, assim, no cenário atual, a implementação de um sistema de energia elétrica que contribui para o meio ambiente é necessário e fundamental para o presente e o futuro.

Desta forma, é essencial que o mercado também busque desenvolver uma gestão sustentável, mas também implementar ações que possibilitem uma sustentabilidade sistemática.

Segundo Dias (2006, p. 107), a qualidade ambiental deve ser tratada como elemento estratégico, permeando toda a organização, de forma que a empresa olhe para o mercado e para as necessidades futuras dos consumidores e colaboradores, direcionando-se à redução de desperdícios, à diminuição de custos, ao controle do processo, à melhoria das condições de trabalho, entre outras atribuições envolvendo a estrutura organizacional, as responsabilidades, os procedimentos, processos e recursos.

Vale ressaltar que o biogás é um dos produtos da decomposição anaeróbia (ausência de oxigênio gasoso) da matéria orgânica, que se dá através da ação de determinadas espécies de bactérias¹.

O projeto Geração de Energia Elétrica: estudo de um sistema de aproveitamento energético de resíduos orgânicos pela obtenção do biogás teve como finalidade realizar

¹Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/biogas/>

estudos de implementação de biodigestores na obtenção do biogás a partir da utilização de resíduos orgânicos como fonte de energia renovável na cidade de Manaus-AM.

O estudo teve início no mês de agosto/2019 à julho/2020, durante esse período realizou-se um estudo bibliográfico destacando conteúdo específico sobre o processo de energia renovável. Também foi utilizado a pesquisa de campo, tendo como instrumento de coleta de dados o questionário, uma abordagem qualitativa e quantitativa.

Este trabalho foi essencial para adquirirmos conhecimentos relevantes sobre o processo de obtenção de energia renovável com a utilização de resíduos orgânicos, tendo como base os dados coletados no Restaurante Universitário (RU) da Escola Superior de Tecnologia (EST).

Portanto, este estudo tem como relevância contribuir para as futuras pesquisas acadêmicas, pois se entende que o conhecimento não se esgota e que são necessários novos estudos nessa área, contribuindo para a sociedade com uma alternativa sustentável e de baixo valor monetário para produção de energia elétrica.

DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O biodigestor é uma câmara fechada onde ocorre a degradação da matéria orgânica por ação microbológica, num processo bioquímico denominado digestão anaeróbica, que tem como resultado a produção do Biogás e biofertilizante (MAGALHÃES, 1986).

O autor nos remete o processo da biodigestão como fonte de manufatura do biogás. Vale ressaltar que este método já é bastante conhecido, porém pouco difundido, devido à grande utilização dos combustíveis fosseis.

Segundo Nogueira (1986), estudos literários apontam a existência do biodigestor desde a segunda metade do século XIX, como a primeira instalação operacional com a finalidade de produzir gás combustível. Contudo, o biogás já era conhecido desde o século anterior. Em 1776, o pesquisador italiano Alessandro Volta descobriu que o gás metano já existia incorporado ao chamado "gás dos pântanos", sendo um resultado da decomposição de restos vegetais em ambientes confinados. No entanto, somente em 1857, em Bombaim, na Índia, instalou-se o biodigestor pioneiro que deu bases teóricas e experimentais da digestão anaeróbica.

A deposição de resíduos em aterros leva a decomposição daquele resíduo e na produção de Gás, vulgo "fedor do lixão", sendo gerado logo após a deposição deste e devendo se estender por muitos anos.

Na elaboração de um sistema alternativo contrapondo o processo acima descrito, surge uma nova esperança de cunho sustentável, para a degradação ambiental nas áreas dos lixões e também uma nova perspectiva financeira e energética.

A formação do biogás é obtida do mesmo material encaminhado aos aterros, devendo apenas passar por processos posteriores para sua total obtenção.

O biogás é uma mistura de gases com uma composição altamente variável; podendo conter metano, dióxido de carbono, nitrogênio, oxigênio, ácido sulfídrico, enxofre e outros componentes em várias concentrações.

METODOLOGIA

Na atualidade, surge-se no mercado a necessidade de desprender-se da produção de energia movida a combustíveis fósseis e nesse novo cenário ganha destaque o conceito de energia renovável, pois entende-se que este é uma energia limpa e sustentável.

O projeto foi desenvolvido em etapas, a princípio utilizou-se um estudo bibliográfico para adquirir conhecimentos e informações necessárias para prosseguir na elaboração do trabalho.

As informações levantadas possibilitaram analisar e elaborar um sistema eficaz de aproveitamento energético de resíduos orgânicos, dimensionados para o quantitativo diário por refeição do restaurante universitário da Escola Superior de Tecnologia - EST.

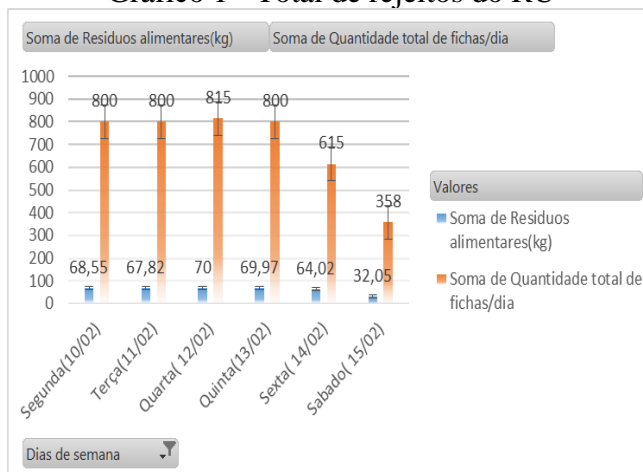
Com a utilização da pesquisa de campo, a segunda etapa do projeto foi destinada a coletar dados, para isso, foi aplicado no dia 05/12/2019 um questionário ao responsável do restaurante universitário - RU da Escola Superior de Tecnologia - EST.

O questionário foi um instrumento essencial para obter informações e constatações de que os usuários realizam refeições diárias com uma grande quantidade de alimentos distribuídos. Foi levantado nesse processo uma tabela de 7 dias para análise prévia, tendo como parâmetros: Quantidades de refeições, quantidade de lixos descartados pelos usuários do RU. Neste processo foi adquirida uma balança digital de 100 kg para a mensuração dos resíduos alimentares que são descartados por prato diários no período de uma semana.

A identificação dos resíduos serve para garantir a segregação realizada nos locais de geração e deve estar presente nas embalagens, nos locais de armazenamento e nos veículos de coleta interna e externa. Utiliza-se simbologias baseadas na norma da ABNT NBR 7500 a 7504 e na Resolução CONAMA nº 275/01, procurando sempre orientar quanto ao risco de exposição.

Após a segregação e ao término da tarefa ou do dia de serviço, os resíduos devem ser acondicionados em recipientes estrategicamente distribuídos até que atinjam volumes tais que justifiquem seu transporte interno para o depósito final de onde sairão para a reutilização, reciclagem ou destinação definitiva.

Gráfico 1 - Total de rejeitos do RU



Fonte - Pesquisa de campo, dezembro de 2019.

Podemos observar no gráfico a quantidade de refeição descartada em um período de uma semana, tendo o total de 372,41kg.

Com as informações levantadas no questionário, a terceira etapa foi destinada a análise dos dados, verificando-se que muitos alimentos são desperdiçados de forma irregular.

Os materiais orgânicos descartados no restaurante universitário têm destino final o aterro sanitário, com isso percebe-se que não existe um plano de gerenciamento de resíduos sólidos, para a produção de energia renovável.

Segundo o funcionário que respondeu o questionário existe a separação dos resíduos, através de lixeiras de 200 litros indicando quais são os materiais a serem despejados.

Figura 1 - Lixeiras do RU



Fonte - Pesquisa de campo, dezembro de 2019.

Figura 2 - Lixo orgânico do RU



Fonte - Pesquisa de campo, dezembro de 2019.

Como podemos verificar nas figuras 1 e 2, os depósitos de lixo não são identificados da maneira correta, não reafirmando o compromisso dos responsáveis do restaurante universitário. Por consequência os seus usuários levam em consideração esse fator e não realizam a separação corretamente, impossibilitando que com a coleta o material seja reutilizado.

Também podemos enfatizar que apesar da falta de identificação nas lixeiras, falta desenvolver junto à comunidade acadêmica uma ação objetivando despertar uma iniciativa sustentável, desta forma, surgiu uma nova problemática para a implementação da eficiência deste projeto.

Mediante o abordado, a iniciativa seria produzir modelo de banners informativos quanto a “importância das ações de seletividade de resíduos”. Esta ação, estava prevista para ser realizada no mês de março de 2020, no entanto, devido a pandemia mundial de Covid-19 e a suspensão das atividades acadêmicas, não foi possível concretizar esta etapa.

Apesar de não ter realizado a ação descrita anteriormente, os modelos de banners informativos foram criados e servirão para futuramente serem expostos na universidade.

Vale mencionar que conforme o funcionário “A”, o volume total de rejeitos por dia no restaurante universitário é em torno de 70kg bruto, contando todos os resíduos, sendo que esses rejeitos são destinados e descartados para coleta municipal, não ocorrendo a reutilização destes.

Figura 3 - Lixeira de saída do resíduos do restaurante



Fonte - Pesquisa de campo, dezembro de 2019.

Percebe-se então, a necessidade de um planejamento voltado tanto para a conscientização/ação dos usuários do serviço alimentício do RU da EST para realizar o descarte do lixo corretamente como para a destinação dos resíduos produzidos diariamente.

Levando em consideração que a responsável pelo RU realiza de forma falha a seleção de lixos orgânicos, conforme podemos observar na Figura 3, o destino final é o mesmo de rejeitos de plástico, papel e metal.

A etapa subsequente foi efetuar o dimensionamento do armazenamento dos tanques que irão abrigar e fomentar a fermentação anaeróbica, para isso, foi necessário realizar um estudo para encontrar uma correlação de tamanho de diques, volume de rejeitos gerados pelo processo anaeróbico, levando em consideração a pressão no biodigestor. As fórmulas e descrição utilizadas serão apresentadas no resultado do estudo.

RESULTADOS DO PROJETO

Para fins de cálculo do volume gerado dos resíduos temos como fonte o Gráfico 1, no qual foi possível determinar a média dos resíduos sólidos por quantidade de usuários, que representa o valor médio diário de uma semana de coleta de resíduos, que será necessário e essencial para realizar o dimensionamento do biodigestor.

Ao realizar um levantamento sobre a construção de biodigestores, optamos por apresentar um biodigestor artesanal feito com tambor metálico.

Levando em consideração, os resíduos sólidos e o dimensionamento teórico do biodigestor, o peso total da mistura diária que será armazenada neste, será produzido pela soma dos resíduos sólidos, do inóculante (lodo do biodigestor), do NAC03 (Tamponamento) e do teor da umidade da mistura.

Tabela 1 - Fórmulas

Fórmula	Descrição
$V_b = PTMd/\rho_a$	Vd = Volume do biodigestor; PTMd = Massa total da mistura diária (kg); ρ_a = densidade da água;
$V_t = (Vd \times TDH) \times (1 + f)$	Vd = Volume do biodigestor; TDH = Tempo de detenção hidráulica (dias); f = fator do volume da mistura ocupado pelos gases produzidos.
Tamponamento: $NaCO_3 = 0,06\text{kg/kg}$ de inóculante;	Segundo Pinto (2000).
Inóculante:(Si) – FI (fator de inoculação) = 0,2;	Segundo Pinto (2000).
Teor de Umidade (T.U) = $0,58\text{L/Kg}$ de inóculante;	Segundo Pinto (2000).
Teor de Umidade (T.U) = $0,58\text{L/Kg}$ de inóculante;	Segundo Pinto (2000).
Eficiência do Biodigestor	54 a 87% 5.3 – Volume diário ocupado pela mistura.

Considerando os dados do Gráfico 1 e utilizando operacionalmente os dados da Tabela 1, realizou-se o dimensionamento teórico do biodigestor. O peso total de mistura diária que alimenta o biodigestor (PTMd) foi representado pela soma dos R sólidos, do inóculante, do $NaCO_3$ (tamponamento) e o teor de umidade da mesma.

a) $NaCO_3$ (carbonato de cálcio) Tamponamento = $0,06 \times Si$

Onde, $0,06 \text{ kg/kg}$ = fator de relação com o inoculante; Si = Inoculante (kg)
Tamponamento = $0,06 \times 17,5 = 1,05 \text{ Kg}$.

b) H_2O (água) $H_2O = 0,58 \text{ L/kg} \times Si = 10,15 \text{ kg}$ Onde, $0,58 \text{ L/kg}$ = fator que relaciona o percentual de H_2O com o teor de umidade encontrado na matéria orgânica. Si = inóculante (kg).

Portanto, a massa total da Mistura – diária (PTMd) foi dada por: $PTMd = 70 + 17,5 + 1,05 + 10,15 = 98,7 \text{ kg}$.

Vale ressaltar uma definição importante para o processo de geração do biogás, tempo de Detenção Hidráulica que, segundo Barcelos (2009), o tempo de detenção hidráulica foi obtido em função do inóculante utilizado. TDH (inóculante – resíduos alimentares) = 20 dias.

Para a determinação do volume ocupado pela mistura considerou a densidade de cálculo no valor de 1g/ml . Sendo a densidade da mistura superior ao valor considerado, o

valor obtido será superior ao real, sendo esse volume adicional considerado como margem de utilização e demanda do Biodigestor.

Utilizando a equação foi possível obter o seguinte resultado:

$$V_b = PTMd/\rho a$$

$$V_b = \frac{98,7}{\left(\frac{1000\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = 0,098\text{m}^3$$

Então foi esse o volume total da mistura dimensionada de um biodigestor com os dados analisados do RU da EST.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração a necessidade de iniciar um novo ciclo a resíduos que historicamente tinham destino final o lixão, este estudo possibilita apresentar uma alternativa sustentável e de baixo custo para a produção de energia elétrica.

Desta forma, este estudo com todos os levantamentos e análises realizadas foi de fundamental relevância para a trajetória acadêmica, pois proporcionou adquirir conhecimentos necessários para o aperfeiçoamento na obtenção de biogás, levando em consideração a sua viabilidade energética, baixo valor financeiro e de ser ambientalmente sustentável, pois além do aproveitamento do biogás os resíduos gerados desse novo ciclo podem ser utilizados como fertilizantes, fomentando a agricultura familiar.

Com o estudo realizado percebeu-se a importância e necessidade de aprofundar este trabalho, com a elaboração de novas pesquisas e desenvolver na prática os métodos já abordados no decorrer do relatório.

REFERÊNCIAS

BOTERO, R. **Biodigestor**: comentarios sobre las dimensiones de la campana y la fosa. 2008.

DEUBLEINB, D., STEINHAUSER, A. *Biogas from waste and renewable resources*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2008.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental**: responsabilidade social e sustentabilidade – São Paulo: Editora Atlas, 2006.

MAGALHÃES, A. P. T. – **Biogás**: um projeto de saneamento urbano, 1986.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. **Biodigestão**: a alternativa energética. São Paulo: Nobel, 1986.

NBR 10004/87 Resíduos sólidos – Classificação.

PINTO, D. Avaliação da partida da digestão anaeróbia da fração orgânica de resíduos sólidos domésticos inoculados com percolado. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2000.