

Usina Termelétrica Sustentável a partir do biometano gerado em biodigestor de resíduo orgânico

Sustainable Thermoelectric Power Plant using biomethane produced in an organic waste biodigester

Author: Monica Miranda Rodrigues

1 – Introdução:

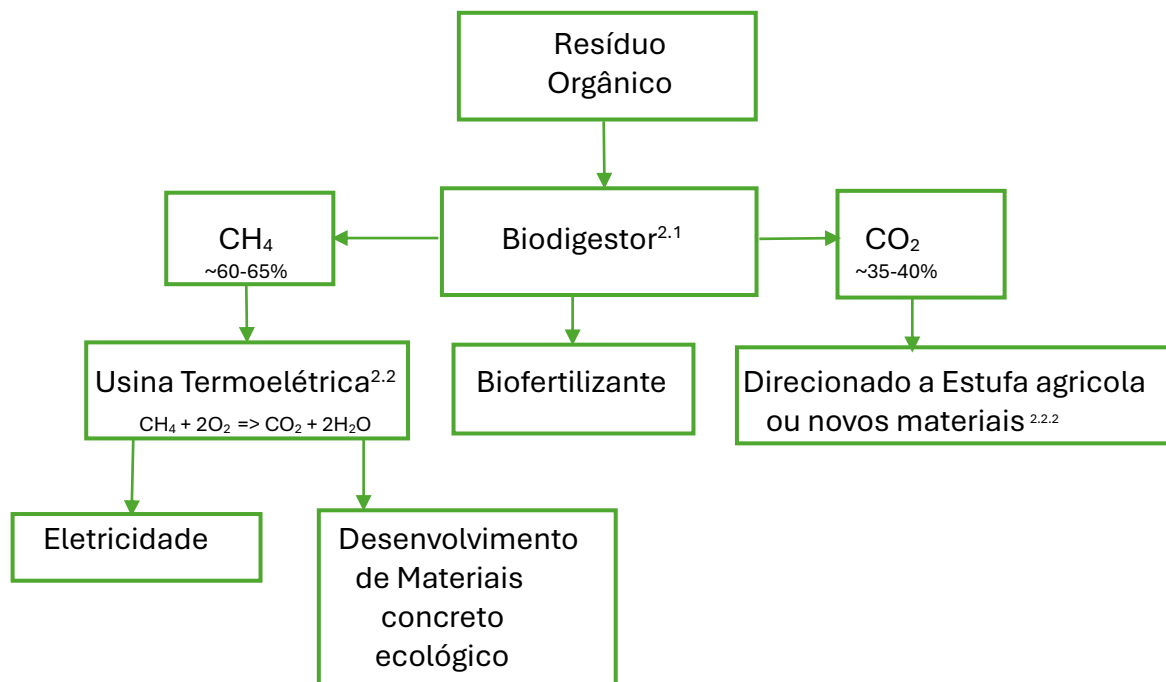
Imagine um futuro onde resíduos orgânicos, muitas vezes vistos como inúteis e problemáticos, tornam-se fontes valiosas de energia limpa e sustentável. Esse é o impacto transformador do projeto de geração de biogás a partir de resíduos como excreção de seres vivos e folhagens. A iniciativa não apenas revoluciona a gestão de resíduos orgânicos, mas também oferece uma solução renovável e gratuita para a produção de energia térmica e conversão para energia elétrica.

Ao aproveitar resíduos que são continuamente gerados por nós, o biodigestor converte matéria orgânica em biometano e biofertilizante. Este biogás alimenta uma Usina Termelétrica Sustentável, capaz de atender demandas energéticas sem depender de fontes poluentes, como combustíveis fósseis. A acessibilidade desse processo tem o potencial de democratizar o acesso à energia renovável, beneficiando comunidades em diferentes contextos socioeconômicos. Mas o impacto não termina aqui. O dióxido de carbono produzido na queima do biogás, longe de ser um problema ambiental, pode ser canalizado para estufas de plantas, intensificando o cultivo agrícola e promovendo a neutralidade de carbono. Além disso, o CO₂ pode ser utilizado no desenvolvimento de materiais como concreto ecológico, evidenciando um ciclo produtivo que transforma o que antes era desperdício em inovação.

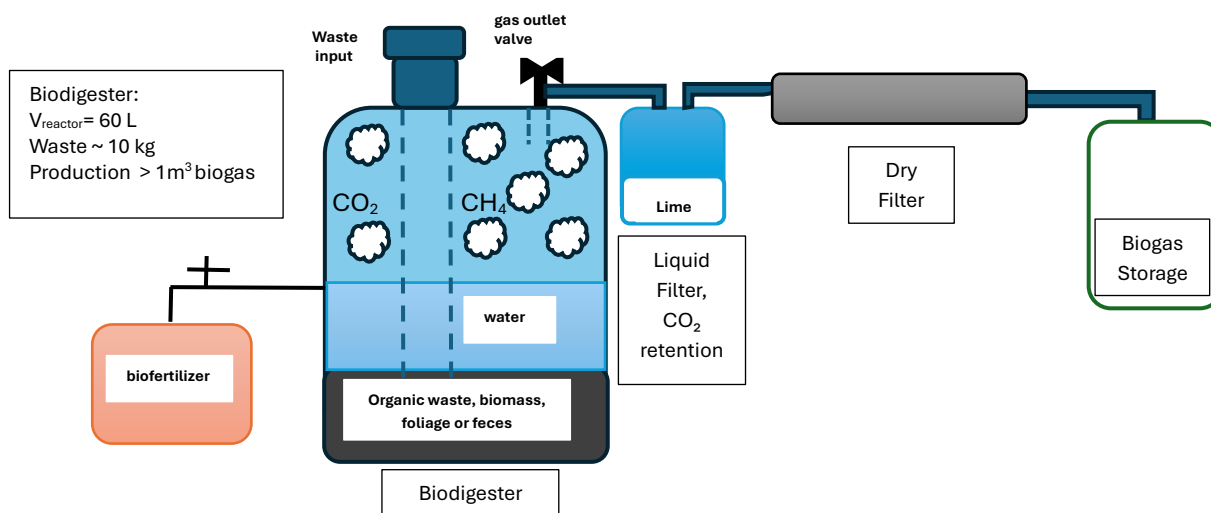
Este projeto, com seu uso inteligente de resíduos e compromisso com a sustentabilidade, representa um modelo de economia circular em sua essência. Ele aponta para um mundo mais consciente, onde tecnologia e respeito ambiental caminham lado a lado, tornando realidade o sonho de uma gestão de resíduos eficiente e uma energia limpa e inclusiva.

2-Fluxogramas do Processo

Processo Principal:



2.1-Biodigestor:



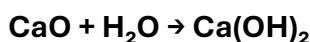
O biodigestor é uma câmara ou espaço fechado hermeticamente (reator químico que, através da ação de algumas bactérias anaerobias e dentro de determinados limites de temperatura, umidade e acidez, transforma a matéria orgânica em gás metano), este reator é alimentado por resíduos orgânicos como esterco, restos de alimentos, folhagens, entre outros; esses resíduos são

misturados com água e através da falta de oxigênio no reator algumas bactérias anaeróbicas atuam nesse material transformando em biogás e biofertilizante.

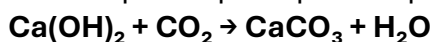
As bactérias digerem a biomassa através de uma reação química anaeróbica gerando dióxido de carbono e metano, o biodigestor serve para acelerar o processo de decomposição da matéria orgânica. O Biofertilizante líquido gerado pode ser usado em plantas, jardins, hortas e produção agrícola. O biofertilizante é retirado abrindo uma torneira na parte lateral do biodigestor. Já o biogás é canalizado e passa por dois filtros, um líquido e outro seco.

No filtro líquido é retirado o gás carbônico do biogás com ajuda de cal e água, logo após passa pelo filtro seco que é composto de palhas de aço onde o odor do biogás é retirado e chega homogêneo no depósito de biogás sendo usado como fonte de energia alternativa renovável.

Quando a cal (óxido de cálcio, CaO) reage com água, no filtro líquido, forma-se hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), também conhecido como cal hidratada:



Quando o hidróxido de cálcio entra em contato com dióxido de carbono (CO_2), ocorre uma reação que forma carbonato de cálcio (CaCO_3), um sólido branco que é o principal componente do mármore e calcário:



Esse processo é usado, na purificação de gases e na produção de materiais de construção.

2.2 – Usina Termoeletrica

Uma usina termoeletrica é uma instalação que transforma energia térmica em energia elétrica. O processo de uma forma geral funciona assim:

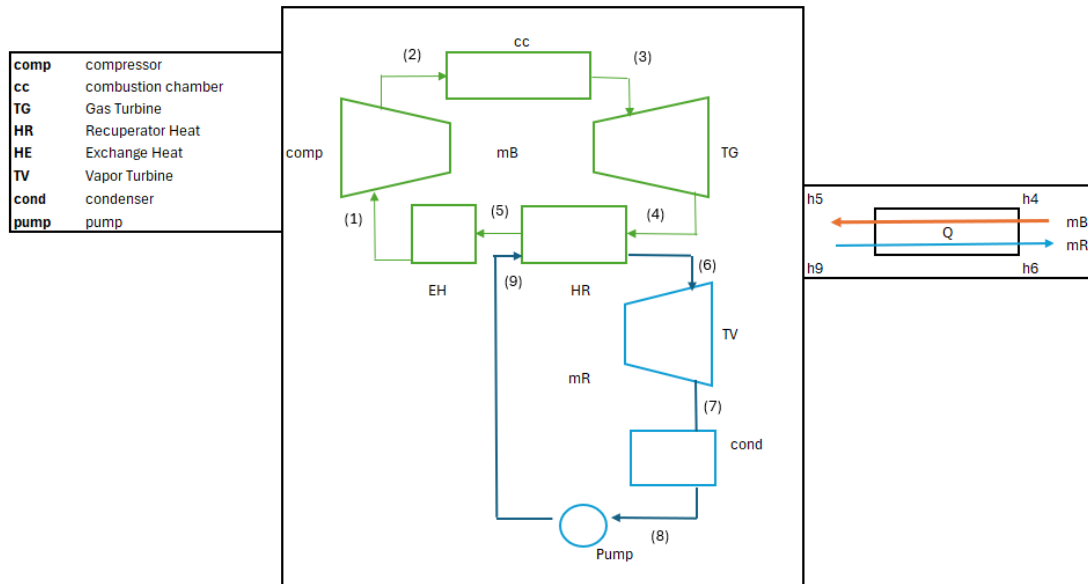
1. **Queima de combustível:** Combustíveis gás natural, óleo ou biomassa são queimados para gerar calor.

A queima do metano (CH_4) é uma reação química conhecida como combustão. **Combustão completa:** O metano reage com o oxigênio (O_2) e produz dióxido de carbono (CO_2) e vapor d'água (H_2O). A queima do metano (CH_4)



2. **Produção de vapor e dióxido de carbono:** O calor aquece a água em uma caldeira, transformando-a em vapor de alta pressão. Porém a liberação do dióxido de carbono (CO_2) gerado pela queima do metano pode ser aproveitado de várias maneiras para reduzir seu impacto ambiental: Como o desenvolvimento de materiais de concreto.
3. **Movimento da turbina:** O vapor é direcionado para uma turbina, fazendo-a girar.
4. **Geração de eletricidade:** A turbina está conectada a um gerador que converte a energia mecânica em elétrica.
5. **Condensação e reutilização:** O vapor é resfriado e transformado novamente em água para ser reutilizado no ciclo.

Ciclo Combinado Brayton-Rakine (Ideal):



Calculo do ciclo combinado Brayton-Rankine Ideal:

https://colab.research.google.com/drive/1YDlOchArl4nT6YEv_zBZEeKnKnZhO2qh?usp=sharing

O ciclo combinado de Brayton e Rankine utilizando biometano como combustível é uma abordagem eficiente para usinas termoeletricas, pois aproveita o calor residual do ciclo de Brayton para alimentar o ciclo de Rankine, aumentando a eficiência global do sistema. Estudos indicam que a eficiência térmica pode atingir 63,8%, dependendo das condições operacionais. Além disso, o uso de gás natural (metano) é uma alternativa mais limpa em comparação com outros combustíveis fósseis, reduzindo emissões de poluentes.

Para a quantidade de 1 m^3 de gás natural, é necessário um volume adequado de ar para garantir que todo o combustível seja queimado sem gerar resíduos indesejados, como monóxido de carbono. Como o oxigênio representa cerca de 21% do ar atmosférico, a quantidade de ar necessária para a queima completa de 1 m^3 de gás natural é aproximadamente $9,52 \text{ m}^3$ de ar. Isso significa que, para cada metro cúbico de gás natural queimado, são necessários cerca de 10 m^3 de ar na prática, considerando fatores como eficiência e mistura adequada.

Obs.: Siemens Energy: A Siemens oferece soluções personalizadas para usinas de ciclo combinado, incluindo turbinas a gás e a vapor, além de geradores elétricos. Eles têm experiência em projetos de pequena e grande escala, com eficiência superior a 60%.

3 – Excedente de Energia

Esta seria uma solução para comunidade indígenas, os guardiões da floresta. Em uma escala mundial, como em países desenvolvidos, a usina termelétrica é a primeira opção de forma de geração de energia, correspondendo aproximadamente a 41% de toda a oferta de energia elétrica no mundo, já que existe uma reserva abundante de carvão mineral, que é um dos combustíveis que tem menor custo se comparado com os demais. Porém a fonte de resíduos orgânicos é a mais abundante e constante sendo uma alternativa renovável para as termoeletricas.

O excedente dessa energia pode ser vendida em : “Mercado livre de energia” Nos Estados Unidos, existe um sistema de mercado livre de energia em alguns estados, onde os consumidores podem escolher seus fornecedores de eletricidade, semelhante ao modelo brasileiro. Esse sistema é conhecido como **retail electricity market** e permite que consumidores residenciais e comerciais comprem energia diretamente de fornecedores competitivos, em vez de depender exclusivamente das concessionárias locais. No entanto, a regulamentação varia de estado para estado. Alguns estados, como Texas, Ohio, Illinois e Pensilvânia, possuem mercados de energia totalmente abertos, enquanto outros ainda operam sob um modelo regulado. Em estados com mercados livres, os consumidores podem comparar preços, escolher entre diferentes fontes de energia (como renováveis) e negociar contratos mais vantajosos.

4 – Conclusão:

A escolha entre metano (CH_4) e carvão para uma usina termoeletrica é melhor porque a queima mais limpa, emitindo menos dióxido de carbono (CO_2) e praticamente sem enxofre.

- Maior eficiência térmica devido à combustão mais completa.
- Fácil transporte via gasodutos.
- Menor impacto ambiental em comparação ao carvão.

Em termos de eficiência e impacto ambiental, o metano é geralmente a melhor opção.