



**FUNDAÇÃO  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE  
MATO GROSSO DO SUL**

**FACULDADE DE ENGENHARIAS,  
ARQUITETURA E URBANISMO E  
GEOGRAFIA**

---

**ENGENHARIA ELÉTRICA**

**Viabilidade para Instalação de um Biodigestor no Hospital Universitário Maria  
Aparecida Pedrossian para Alimentar uma Microturbina**

**Marcelo Cabral Teles**

**Campo Grande - MS**

**06 de agosto de 2020**



**FUNDAÇÃO  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE  
MATO GROSSO DO SUL**

**FACULDADE DE ENGENHARIAS,  
ARQUITETURA E URBANISMO E  
GEOGRAFIA**

---

**ENGENHARIA ELÉTRICA**

**Viabilidade para Instalação de um Biodigestor no Hospital Universitário Maria  
Aparecida Pedrossian para Alimentar uma Microturbina**

**Marcelo Cabral Teles**

**Orientador:** Cristiano Quevedo Andrea

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Mato Grosso do Sul na Faculdade de  
Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e  
Geografia, como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro  
Eletricista.

**Campo Grande - MS**

06 de agosto 2020

Monografia apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, para obtenção da Graduação em Engenharia Elétrica.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Cristiano Quevedo Andrea

Orientador

---

Prof. Dr. Frederico Silva Moreira

---

Prof. Dr. Saulo Gomes Moreira

**Campo Grande MS**

06 de agosto de 2020

## DECLARAÇÃO DE AUTORIA E RESPONSABILIDADE

**Marcelo Cabral Teles**, residente e domiciliado na cidade de Campo Grande, Estado do Mato Grosso do Sul, portador do RG de nº 1028191 SSP/MS e CPF nº 98400649168, declaro que o TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO apresentado, com o título "Viabilidade para Instalação de um Biodigestor no Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian para Alimentar uma Microturbina" é de minha autoria e assumo a total responsabilidade pelo seu conteúdo e pela originalidade do texto. Declaro que identifiquei e referenciei todas as fontes e informações gerais que foram utilizadas para construção do presente texto. Declaro também que este artigo não foi publicado, em parte, na íntegra ou conteúdo similar em outros meios de comunicação, tendo sido enviado com exclusividade para a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

Campo Grande, 12 de abril de 2021.

---

Marcelo Cabral Teles

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Pedro Paulo de Oliveira Teles e Cleusa Cabral Teles, que sempre apoiaram e incentivaram essa caminhada.

A minha esposa Priscilla e meus filhos Guilherme, Beatriz e Maria Cecilia, que em muitos momentos me dão forças para continuar.

Ao meu orientador Prof. Dr. Cristiano Quevedo Andrea, que desde o começo da ideia do trabalho vem me apoiando e orientando com muita paciência e dedicação.

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma opção de fornecimento de biogás para geração de energia elétrica em uma microturbina que já se encontra instalada no hospital universitário Maria Aparecida Pedrossian, em Campo Grande – MS, fornecendo energia limpa através da instalação de um biodigestor, que será alimentado pelo esgoto do próprio hospital. Com a instalação do biodigestor, além de produzir o biogás para o funcionamento da microturbina, também será possível o tratamento do esgoto, gerando composto orgânico que poderá ser aproveitado como biofertilizante, a ser utilizado no setor agrícola regional ou nacional. A energia gerada pela microturbina será enviada à rede da distribuidora para ser revertida em crédito para descontar no valor da fatura mensal de energia elétrica do hospital de realização da pesquisa. Com a realização deste trabalho, observou-se o benefício econômico e ambiental, em razão da uma geração de energia limpa, a contribuição na redução da emissão de gases causadores do efeito estufa, bem como a economia na fatura energética do hospital referido. Analisando o custo-benefício, a implantação desse biodigestor no Hospital Universitário da UFMS no campus de Campo Grande - MS é totalmente viável.

**Palavras-Chave:** Biodigestor, Biogás, Microturbina.

## **ABSTRACT**

This work aims to present an option of supplying biogas for electricity generation in a microturbine that is already installed in the Maria Aparecida Pedrossian university hospital, in Campo Grande - MS, providing clean energy through the installation of a biodigester, which will be fed by the hospital's sewage. With the installation of the biodigester, in addition to producing biogas for the operation of the microturbine, sewage treatment will also be possible, generating fertilizer that can be used as biofertilizer, to be used in the national or regional agricultural sector. The energy generated by the microturbine will be sent to the distributor's network to be reverted in credit to deduct from the value of the monthly electricity bill of the hospital where the research is carried out. With the completion of this work, it can be observed that because it is a clean energy generation and the reduction of gas emissions, it is totally feasible to implement this biodigester at the UFMS University Hospital on the campus of Campo Grande - MS

**Keywords:** Biodigester, Biogas, Microturbine.

---

**LISTA DE FIGURAS**

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 1 - Matriz Energetica Brasileira .....</b>                                       | <b>11</b> |
| <b>Figura 2 - Biodigestor Rural .....</b>                                                  | <b>12</b> |
| <b>Figura 3 - Biodigestor Tipo Chinês .....</b>                                            | <b>13</b> |
| <b>Figura 4 - Esquema de Formação do Biogás .....</b>                                      | <b>19</b> |
| <b>Figura 5 - Usina de Konnern na Alemanha.....</b>                                        | <b>20</b> |
| <b>Figura 6 - Biodigestor Instalado em Santiago no Chile.....</b>                          | <b>21</b> |
| <b>Figura 7 - Biodigestor Instalado em Tatura na Austrália.....</b>                        | <b>22</b> |
| <b>Figura 8 – Biodigestor na Adecoagro, Ivinhema - MS .....</b>                            | <b>23</b> |
| <b>Figura 9 – Fertirrigação do biofertilizante na plantação de cana-de-açúca .....</b>     | <b>24</b> |
| <b>Figura 10 - Corte do Biodigestor Chinês.....</b>                                        | <b>26</b> |
| <b>Figura 11 - Corte frontal do Biodigestor indicado.....</b>                              | <b>28</b> |
| <b>Figura 12 - Vista superior do Biodigestor indicado.....</b>                             | <b>28</b> |
| <b>Figura 13 - Local para Instalação do Biodigestor.....</b>                               | <b>28</b> |
| <b>Figura 14 - Local por Onde Pode Passar o Coletor do Esgoto.....</b>                     | <b>30</b> |
| <b>Figura 15 - Vista de Satélite do Local Indicado para Instalação do Biodigestor.....</b> | <b>31</b> |
| <b>Figura 16 - Microturbina Instalada no HUMAP .....</b>                                   | <b>32</b> |
| <b>Figura 17 - Placa do Projeto da Microturbina .....</b>                                  | <b>33</b> |

---

## Sumário

|                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                              | <b>11</b>  |
| <b>1.1. Justificativa .....</b>                                        | <b>13</b>  |
| <b>1.2. Objetivos.....</b>                                             | <b>14</b>  |
| <b>1.2.1. Objetivo Geral.....</b>                                      | <b>144</b> |
| <b>1.2.2. Objetivos Específicos.....</b>                               | <b>144</b> |
| <b>1.3. Organização do Trabalho .....</b>                              | <b>15</b>  |
| <b>2. Biogás .....</b>                                                 | <b>16</b>  |
| <b>2.1. Contaminantes típicos do biogás.....</b>                       | <b>17</b>  |
| <b>2.1.1 Sulfeto de hidrogênio.....</b>                                | <b>17</b>  |
| <b>2.1.2 Amônia .....</b>                                              | <b>17</b>  |
| <b>2.1.3 Dióxido de carbono .....</b>                                  | <b>18</b>  |
| <b>2.1.4 Partículas sólidas e vapor d'água .....</b>                   | <b>18</b>  |
| <b>3. Biodigestores pelo mundo .....</b>                               | <b>20</b>  |
| <b>3.1 Alemanha .....</b>                                              | <b>20</b>  |
| <b>3.2 Chile .....</b>                                                 | <b>21</b>  |
| <b>3.3 Austrália .....</b>                                             | <b>22</b>  |
| <b>3.4 Brasil .....</b>                                                | <b>23</b>  |
| <b>4. Tipo do biodigestor indicado e a purificação do biogás .....</b> | <b>24</b>  |
| <b>4.1 Modelo Indiano .....</b>                                        | <b>24</b>  |
| <b>4.2 Modelo Batelada.....</b>                                        | <b>25</b>  |
| <b>4.3 Modelo Chinês .....</b>                                         | <b>25</b>  |
| <b>4.4 Dimensionamento do biodigestor.....</b>                         | <b>27</b>  |
| <b>4.5 Filtro para o purificar o biogás .....</b>                      | <b>31</b>  |

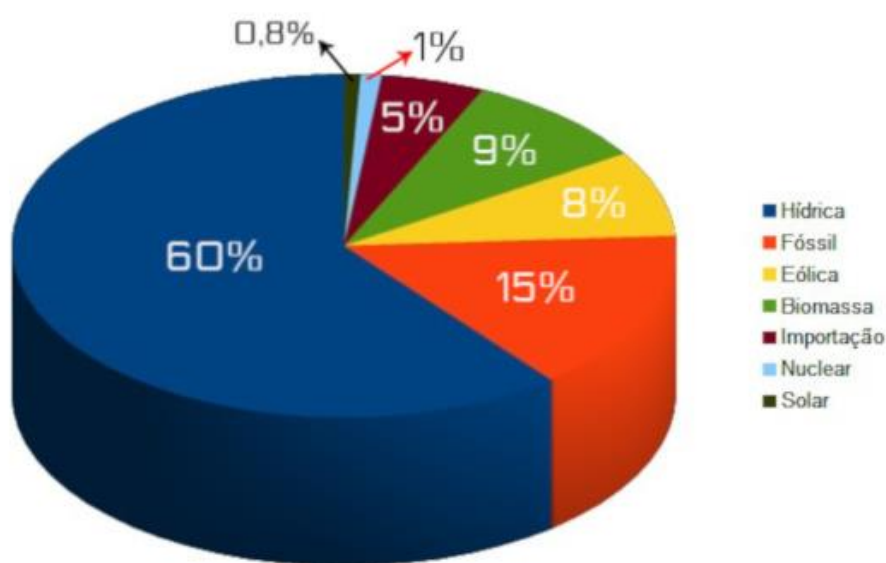
---

|                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>5. Produção de Biogás no Biodigestor e a Produção de Energia Elétrica na Microturbina.....</b> | <b>32</b> |
| 5.1 Especificações da microturbina nstalada.....                                                  | 33        |
| 5.2 Geração de energia .....                                                                      | 33        |
| <b>6. Viabilidade para implantação do biodigestor .....</b>                                       | <b>34</b> |
| <b>7. Conclusão .....</b>                                                                         | <b>35</b> |
| <b>8. Referência .....</b>                                                                        | <b>36</b> |
| <b>Apêndices 1 - Fatura de Energia do HUMAP.....</b>                                              | <b>38</b> |
| <b>Apêndices 2 - Fatura de Agua do HUMAP.....</b>                                                 | <b>38</b> |
| <b>Apêndices 3 - Orçamento para Cosntrução de Biodigestor.....</b>                                | <b>39</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Com a necessidade cada vez maior de utilizar fontes de energia alternativas, o biogás vem ganhando cada vez mais espaço, como é mostrado na Figura 1. Hoje a matriz elétrica brasileira tem 9% de energia gerada por biomassa, esse é um número que tende a aumentar devido a necessidade de mais fontes renováveis.

Figura 1 – Matriz energética brasileira



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/matriz-energetica-brasileira.htm>

A vantagem da geração de energia a partir do tratamento de esgoto vem crescendo muito, principalmente porque é uma iniciativa de geração a partir de resíduos que deveriam receber tratamento para serem devolvidos a natureza. Muitos países já vêm nesse processo de aproveitamento de biomassa, podendo citar, por exemplo, Alemanha, Chile, Austrália ( Fonte: <https://www.bgsequipamentos.com.br/biodigestores-ao-redor-do-mundo>).

Neste contexto observa-se o funcionamento de biodigestores em meio rural (Figura 2), o qual apresenta uma estrutura simples, sendo alimentados por dejetos de animais das próprias fazendas, tornando essas propriedades auto suficientes em energia elétrica.

---

Figura 2 – Biodigestor Rural



Fonte: <https://www.rastrorural.com.br/index.php/tecnologia/item/1363-biodigestor-o-que-e-e-quando-e-viavel-utilizar-em-fazendas>

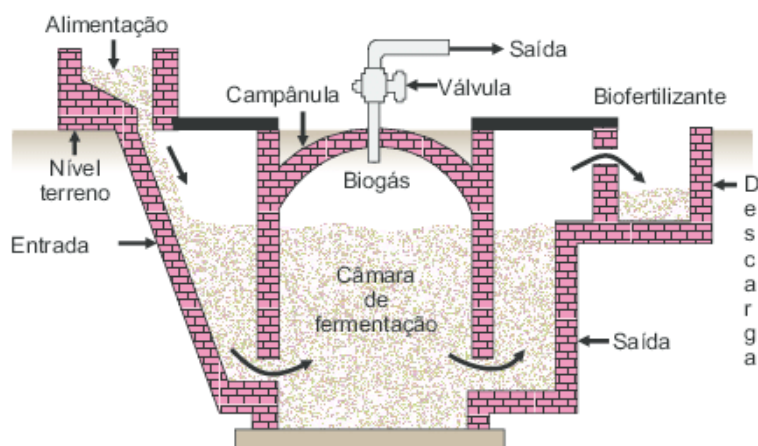
De forma simplificada, os dejetos são armazenados nessas lonas, conforme ilustrado na Figura 2, até começar a fermentação. O gás originado neste processo é conduzido até um filtro para que seja purificado e então queimado em um motor a combustão. Por sua vez, esse motor aciona um gerador de energia elétrica, e após a fermentação total desse material, o que sobra é um fertilizante reaproveitado na própria propriedade.

A proposta para esse estudo será a viabilidade da implantação de um biodigestor para o tratamento do esgoto gerado pelo Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian - HUMAP. Este trabalho apresenta uma análise para implantação em sistema de geração de biogás para alimentar uma microturbina instalada no local, com isso, além de geração de energia, com o tratamento do esgoto, também pode-se produzir fertilizante que poderá ser comercializado, auxiliando na geração de recursos financeiros para o hospital.

O biodigestor escolhido foi do tipo chinês, conforme ilustrado na Figura 3.

A escolha desse modelo partiu da análise que sua eficiência, ao qual possui desempenho similar ao biodigestor do tipo Indiano, porém, com a vantagem de ter o custo de construção menor.

Figura 3 – Biodigestor tipo Chinês



Fonte - <http://expedicaovida.com.br/o-que-sao-biodigestores>

O esgoto será coletado, e após isso, na câmara de fermentação será feito a retirada do biogás, que será conduzido até um filtro, que retirará toda a impureza do biogás para que possa ser utilizado na microturbina sem prejuízos futuros com corrosão e manutenções.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Existe uma necessidade de procurar fontes alternativas para geração de energia elétrica, e a utilização de biodigestores já é uma realidade em muitos países como parte da sua principal fonte de energia. No Chile, em Santiago, a empresa La Farfana, a maior estação privada de tratamento de esgoto do país, é responsável por tratar 60% do esgoto gerado na cidade. Este valor é equivalente a 778 mil m<sup>3</sup>/dia, e gera em torno de 60 mil m<sup>3</sup> de biogás por dia. No início, o biogás costumava ser utilizado como fonte de calor no aquecimento de caldeiras de água, que serviam ao abastecimento de processos da própria Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Porém, a forte dependência do gás natural importado da Argentina, com abastecimento incerto e preços elevados, motivou a construção de uma central para captação e purificação do biogás da estação com o objetivo de transformá-lo em gás natural e comercializá-lo. O gás natural possui 70% teor de metano, enquanto no biogás este teor é de aproximadamente 55%; portanto, para converter o biogás em gás natural é necessário remover suas impurezas, “liberando espaço” para novas moléculas de metano.

---

Partindo dessa premissa, resolveu-se elaborar um estudo sobre a construção de um biodigestor para fornecimento de biogás que acionaria uma microturbina existente no local. No trabalho realizou-se um estudo de viabilidade da implantação deste sistema supracitado no HUMAP. Neste caso, o projeto propõe a utilização o esgoto gerado no local para alimentação do biodigestor e, com isso, suprir o fornecimento de biogás para a microturbina instalada no hospital. Ressalta-se que a microturbina está instalada no local, entretanto, a mesma não encontra-se em operação

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O objetivo é demonstrar a possibilidade de implementação de um biodigestor no Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian - HUMAP, o qual poderia gerar biogás para a alimentação de uma microturbina instalada no local supracitado.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Fazer levantamento no local: estrutura, terreno, turbina instalada, demanda de gás e demanda de esgoto.
- Dimensionar o biodigestor de acordo com a demanda de esgoto gerada do hospital e assim determinar o tempo de funcionamento da turbina.
- Estudar os impactos ambientais da instalação do biodigestor no local.
- Estudar economia de energia para o hospital.

---

### 1.3 Organização do Trabalho

Neste trabalho é organizado em capítulos. Neste contexto, apresenta-se, no Capítulo 1, a matriz energética brasileira, a importância da geração de energia renovável, a motivação e os objetivos que serão alcançados.

No Capítulo 2 é apresentado uma introdução sobre a composição básica do biogás gerado a partir do processo no biodigestor.

No Capítulo 3 é apresentado modelos de biodigestores pelo mundo, uma energia cada vez mais aproveitada, tornando-se uma opção muito importante.

No Capítulo 4 é apresentado o biodigestor utilizado neste trabalho, descrevendo-se o dimensionamento para suprir a necessidade da captação do efluente do Hospital em estudo.

No Capítulo 5 trata da formação do biogás no biodigestor e a produção de energia elétrica na turbina a partir desse biogás gerado, mostrando as especificações da microturbina utilizado e a demanda de biogás necessário para o seu funcionamento permanente.

No Capítulo 6 consta a apresentação da viabilidade econômica e ambiental.

No Capítulo 7 apresenta-se os objetivos alcançados e a afirmativa que o projeto se torna viável.

---

## 2 - Biogás

Biogás é um composto gasoso proveniente de matérias orgânicas decompostas principalmente em biodigestores anaeróbios e sua composição varia de acordo com o material que está em processamento no biodigestor. O biogás sem nenhum processo de filtragem é composto principalmente por metano (50 a 70%) e dióxido de carbono (30 a 50%), com uma pequena quantidade de vários componentes residuais como: vapor d'água, sulfeto de hidrogênio, amônia, etc (Dolejs et al., 2014).

Para que o biogás seja purificado, é necessário conhecer a sua composição básica. Muitos estudos já foram feitos nesse sentido e os valores exatos variam muito, mas Bansal et al. (2013), o biogás consiste principalmente de metano ( $\text{CH}_4$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e pode ser utilizado como combustível renovável em substituição ao gás natural.

Composição básica do biogás:

- Metano ( $\text{CH}_4$ ): 50% – 70% do volume de gás produzido.
- Dióxido de carbono (gás carbônico,  $\text{CO}_2$ ): 25% – 50% do volume de gás produzido.  
e traços de outros gases como:
  - Hidrogênio ( $\text{H}_2$ ): 0% – 1% do volume
  - Gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ): 0% – 3% do volume.
  - Oxigênio ( $\text{O}_2$ ): 0% – 2% do volume.
  - Amoníaco ( $\text{NH}_3$ ): 0% – 1% do volume.
  - Nitrogênio ( $\text{N}_2$ ): 0% – 7% do volume.

forte: <https://cetesb.sp.gov.br/biogas/>

Por meio da instalação de um filtro na saída do biodigestor, podemos retirar as impurezas indesejáveis do biogás, tornando-o predominantemente metano, chegando até a 90%.

---

## 2.1 Contaminantes Típicos do Biogás

Para Persson et al. (2007) o biogás é composto de metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), pequenas quantidades de sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ) e amônia ( $\text{NH}_3$ ). Ele ainda afirma que estão presentes traços de hidrogênio ( $\text{H}_2$ ), nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), hidrocarbonetos halogenados, oxigênio ( $\text{O}_2$ ), além do gás estar saturado de vapor d'água e partículas de poeira. Ainda, está presente no biogás compostos orgânicos a base de silício, como siloxanas. Esta composição do biogás é causada devido próprio processo de produção. Em uma eventual necessidade de usos mais puros (em veículos automotores, queima em turbinas ou caldeiras industriais, reforma a vapor, etc), o qual é composto majoritariamente por metano, torna-se necessária a remoção ou redução a níveis baixos de todos os contaminantes.

A transformação de biogás em biometano aumenta o seu poder energético, podendo assim, substituir diretamente o gás natural, tornando sua utilização muito mais expressiva em diversos seguimentos.

### 2.1.1 Sulfeto de hidrogênio

Segundo Persson et al. (2007), esse composto, na presença de água, torna-se corrosivo e precisam ser retirados antes do uso em tanques de armazenamento, compressores ou motores, para não danificar os equipamentos.

Outro fato é a questão ambiental, Kennedy et al. (2015) sugere que sulfeto de hidrogênio é quase totalmente convertido em óxidos de enxofre ( $\text{SO}_x$ ) quando queimado em motores ou caldeiras, sendo prejudicial a qualidade do ar.

De mesma forma, Horikawa et al. (2004) afirma que a utilização direta de biogás sem filtragem leva a transformação do sulfeto de hidrogênio  $\text{H}_2\text{S}$  em dióxido de enxofre  $\text{SO}_2$ , contribuindo para formação da chuva ácida na atmosfera.

### 2.1.2 Amônia

Assim como o sulfeto de hidrogênio, a amônia oferece os mesmos problemas para o equipamento e para o meio ambiente. Persson et al. (2007) afirma, em seus estudos, que

---

fabricantes de motores a gás limitam a presença de amônia em, no máximo, 100 mg/nm<sup>3</sup> de combustível.

### **2.1.3 Dióxido de carbono**

Para esse gás, sua presença prejudica a eficiência energética do biogás, por não ser combustível, pois arrasta consigo boa parte do calor gerado pela queima dos outros elementos combustíveis, sem gerar energia adicional.

Por ser o contaminante encontrado em maior quantidade no biogás, sua retirada torna-se fundamental para deixar o biogás predominantemente metano. Bansal et al. (2013) afirma que em média, o poder calorífico do biogás é de 21,5 MJ/m<sup>3</sup> enquanto para o gás natural o poder calorífico é de 35,8 MJ/m<sup>3</sup>. Ao se retirar CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S do biogás pode-se chegar facilmente a valores de 88% de CH<sub>4</sub> o que torna o uso do gás adequado a aplicações mais diversas, por apresentar um maior valor de queima.

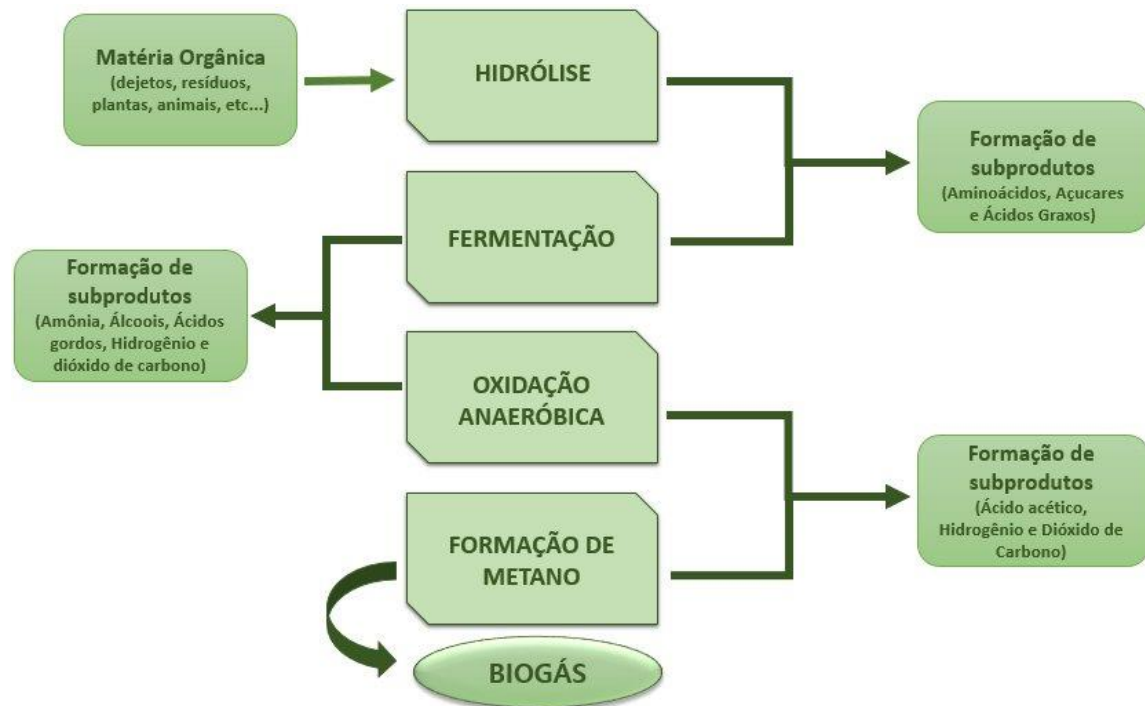
### **2.1.4 Partículas sólidas e vapor d'água**

Partículas solidadas presentes no biogás devem ser removidas por causar danos por atrito mecânico por partes moveis ou por incrustações dentro do sistema, danificando a máquina.

É inerente ao processo de biodigestão anaeróbia a presença de água, que na presença de sulfeto de hidrogênio, amônia e dióxido de carbono forma ácidos que causam corrosão.

Se torna necessário, então, a remoção desses sólidos e do vapor d'água para a queima em máquinas térmicas.

Figura 4 - Esquema de formação do biogás



Fonte: <https://www.infoescola.com/combustiveis/biogas/>

---

### 3. Biodigestores pelo mundo

Conforme será demonstrado a instalação de um biodigestor para obtenção do biogás e alimentar a microturbina é viável, conseguiremos tratar o esgoto do HU, produzir energia elétrica diminuindo o valor da fatura, produzir biofertilizantes e diminuir a emissão de gases na atmosfera. Esse tipo de energia é uma tendência mundial, segue alguns exemplos.

#### 3.1 Alemanha

Na Alemanha um dos projetos mais interessantes está localizado no estado da Saxônia-Anhalt, região leste da Alemanha, a usina de biogás Könnern (Figura 5), com um investimento de 30 milhões de Euros, essa usina fornece 15 milhões de m<sup>3</sup> por ano de biogás sem impurezas, o biometano, esse biogás é fornecido a rede nacional de gás da Alemanha para ser distribuído a residências e indústrias do país. Seu principal emprego é na conversão do biometano em energia elétrica, através do uso de geradores, utilizado em sistemas industriais e residenciais. Em especial nas casas a energia elétrica gerada é direcionada para o sistema de calefação. Sem Könnern, seria necessária a construção de uma usina com potência de 17 MW para atender a esta demanda.

Figura 5 – Usina de Könnern na Alemanha



Fonte: <https://www.bgsequipamentos.com.br/biodigestores-ao-redor-do-mundo>

Os materiais usados nesses biodigestores são oriundos do setor agrícola e criação de animais. Essa usina tem parceria com agricultores e pecuaristas locais, que fornecem todo material necessário para a geração. Estes rejeitos são condicionados em 16 grandes biodigestores, com 6 m de largura por 25 m de diâmetro cada, onde o biogás é gerado. Em seguida, 12 purificadores removem impurezas, apesar de todo esse tamanho a tecnologia é tamanha que com apenas 12 funcionários é mantido o funcionamento da usina.

A Alemanha é reconhecidamente uma das potências mundiais na produção de energia a partir do biogás gerado por biodigestores. Atualmente, existem cerca de 3,7 mil usinas de biogás em operação, que já permitiram o desligamento de três reatores nucleares no país. Até o ano de 2022, a meta alemã é desativar todas as suas usinas nucleares, que atualmente correspondem a uma potência instalada de 20 mil MW, substituindo-as por fontes renováveis e mais seguras, sendo uma delas o biogás.

### 3.2 Chile

Na América do Sul, o Chile também tem um projeto muito interessante observado está instalado em Santiago, capital do Chile. Lá a empresa La Farfana, com um investimento de cerca de U\$ 5 milhões construiu a maior estação privada de tratamento de efluentes do Chile (Figura 6), responsável por tratar 60% do esgoto gerado em Santiago ou o equivalente a 778 mil m<sup>3</sup>/dia gerando em torno de 60 mil m<sup>3</sup> de biogás por dia.

Figura 6 - Biodigestor instalado em Santiago no Chile.



Fonte: <https://www.bgsequipamentos.com.br/biodigestores-ao-redor-do-mundo/>

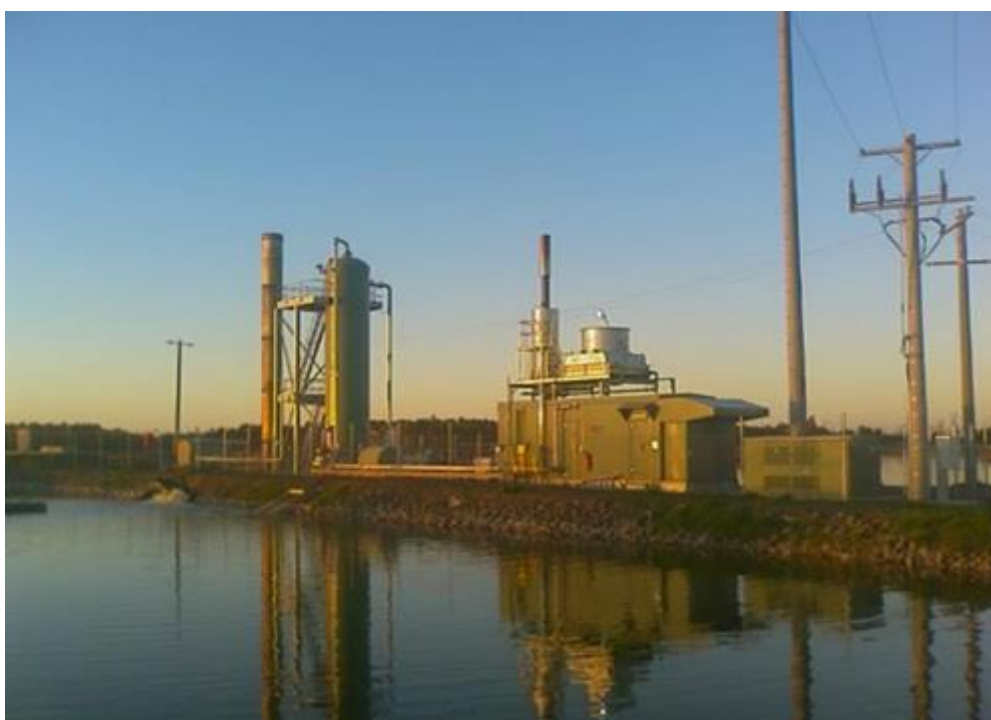
---

Em operação desde outubro de 2008, projeto totalmente custeado pela própria empresa. O gás gerado por La Farfana seria capaz de abastecer 2.700 veículos, o que representa cerca de 80% da frota de automóveis movidos por GNV em Santiago.

### 3.3 Austrália

A Austrália também utiliza efluentes para a produção de biogás. O que antes era queimado na atmosfera, com a implantação, a partir de 2007, de um sistema de captação e tratamento do biogás, possibilitou a geração de energia elétrica para a cidade, com produção de 5.000 MWh por ano. Estudos apontam que esta medida reduziu a emissão de 14.500 toneladas de gases de efeito estufa, o que equivale a retirar 3.400 carros das ruas.

Figura 7 - biodigestor instalado em Tatura na Austrália



Fonte: <https://www.bgsequipamentos.com.br/biodigestores-ao-redor-do-mundo/>

Com uma iniciativa público/privada, sendo U\$ 800 mil financiados por dinheiro público e uma quantia não divulgada pela empresa controladora da ETE Tatura (Figura 7). Com potência de 1,1 MW, a usina funciona com a geração de biogás a partir do esgoto.

A energia elétrica gerada pela usina de Tatura é conectada a rede elétrica local, onde foi instalado um sistema de sensores que permite ao consumidor final rastrear o percentual do seu consumo mensal que veio de fontes ambientalmente corretas, como o biogás.

### 4.3 Brasil

Em Ivinhema - MS, temos uma usina que apostou no tratamento da vinhaça (resíduo da destilação da cana-de-açúcar) em um biodigestor (Figura 8). Com tecnologia 100% brasileira, a empresa Methanum Engenharia Ambiental, desenvolveu o processo para a retirada do biogás utilizando-o no aquecimento das caldeiras da própria usina e aproveitando o biofertilizante para as lavouras de cana-de-açúcar. Antes desse procedimento, todo efluente era aplicada *in natura* nas plantações, apresentando impacto ambiental negativo. Se aplicada assim ao solo, a vinhaça começa a decompor e exala um forte cheiro, atraindo insetos. Outro ponto é a sua infiltração no solo, contaminando os lenções freáticos. Além disso, seu acúmulo no solo alimenta bactérias que liberam gases que causam efeito estufa. Utilizando o biogás nas caldeiras e o biofertilizante em um processo chamado fertirrigação, como ilustra a Figura 9, todo o efluente é aproveitado na própria usina.

Figura 8 - Biodigestor na Adecoagro, Ivinhema - MS.



Fonte: <http://www.finep.gov.br/noticias/todas-noticias/5935-brasil-domina-tecnologia-que-transforma-vinhaca-em-biogas>

Figura 9 - Fertirrigação do biofertilizante na plantação de cana-de-açúcar.



Fonte: <http://www.finep.gov.br/noticias/todas-noticias/5935-brasil-domina-tecnologia-que-transforma-vinhaca-em-biogas>

#### **4 - Tipo do Biodigestor Indicado e a Purificação do Biogás.**

Neste capítulo será descrito três tipos de biodigestores mais utilizados, são eles:

- Modelo Indiano
- Modelo Batelada
- Modelo Chinês

##### **4.1. Modelo Indiano**

Este modelo de biodigestor caracteriza-se por possuir uma campanula móvel, que mantém a pressão no interior do biodigestor constante, conforme aumenta a produção de gás, e uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras, a função da parede divisória é fazer com que o material circule por todo o interior da câmara de fermentação. O resíduo a ser utilizado para alimentar o biodigestor indiano, deverá apresentar uma concentração de sólidos totais (ST) não superior a 8%, para facilitar a circulação do resíduo pelo interior da câmara de fermentação e evitar entupimentos dos canos de entrada e saída do material (DEGANUTTI et al, 2002). O abastecimento também deverá ser contínuo, ou seja,

---

geralmente é alimentado por dejetos bovinos e/ou suínos, que apresentam uma certa regularidade no fornecimento de dejetos. Do ponto de vista construtivo, apresenta-se de fácil construção, contudo o gasômetro de metal pode encarecer o custo.

#### **4.2. Modelo Batelada**

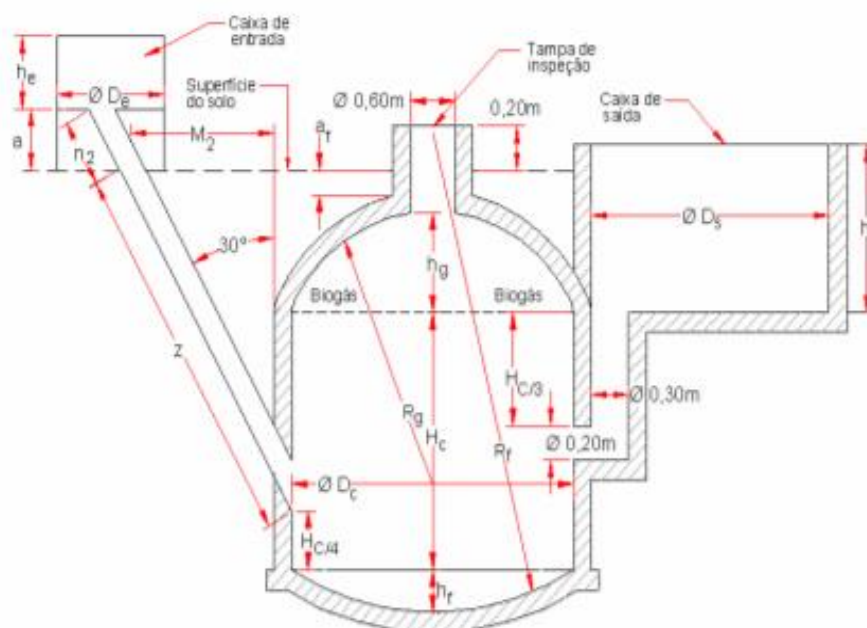
Este tipo de biodigestor é bem simples, consiste em um tanque anaeróbico, ou vários tanques em serie, é alimentado de uma única vez, portanto não é um biodigestor contínuo, mantendo-se em fermentação por um período conveniente, sendo o material descarregado posteriormente após o término do período efetivo de produção de biogás. Enquanto, os modelos chinês e indiano prestam-se para atender propriedades em que a disponibilidade de biomassa ocorre em períodos curtos, como exemplo aquelas que recolhem o gado duas vezes ao dia para ordenha, permitindo coleta diária de biomassa, que deve ser encaminhada ao biodigestor, o modelo em batelada adapta-se melhor quando essa disponibilidade ocorre em períodos mais longos, como ocorre em granjas avícolas de corte, cuja a biomassa fica a disposição após a venda dos animais e limpeza do galpão.

#### **4.3. Modelo Chinês**

Biodigestor do modelo Chinês, é muito semelhante ao modelo Indiano, tendo como diferença principal a campanula fixa e não ter uma parede dividindo a câmara de efluentes, tornando o projeto de construção mais econômico. Este biodigestor funciona com base no princípio de prensa hidráulica, de modo que aumentos de pressão em seu interior resultantes do acúmulo de biogás resultarão em deslocamentos do efluente da câmara de fermentação para a caixa de saída, e em sentido contrário quando ocorre decompressão. O modelo Chinês é constituído quase que totalmente em alvenaria, dispensando o uso de gasômetro em chapa de aço, reduzindo os custos, contudo pode ocorrer problemas com vazamento do biogás caso a estrutura não seja bem vedada e impermeabilizada. Da mesma forma que o modelo indiano, o substrato deverá ser fornecido continuamente, com a concentração de sólidos totais em torno de 8%, para evitar entupimentos do sistema de entrada e facilitar a circulação do material (DEGANUTTI et al, 2002).

Para esse projeto optou-se pelo biodigestor tipo Chinês (Figura 10), sua eficiência é bem semelhante ao indiano mas o custo de construção é menor, custo/benefício ele se torna mais viável.

Figura 10 - Corte do biodigestor Chinês



Fonte: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/bioindiano4\\_U000g/6qz0cx02wx5ok0wtedt3skavec5.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/bioindiano4_U000g/6qz0cx02wx5ok0wtedt3skavec5.pdf)

pdf

Sendo,

**D<sub>c</sub>** - diâmetro do corpo cilíndrico;

**H<sub>c</sub>** - altura do corpo cilíndrico;

**h<sub>g</sub>** - altura da calota do gasômetro;

**h<sub>f</sub>** - altura da calota do fundo;

**R<sub>g</sub>** - Raio da calota do gasômetro;

**R<sub>f</sub>** - Raio da calota do fundo;

**h<sub>e</sub>** - altura da caixa de entrada;

**D<sub>e</sub>** - diâmetro da caixa de entrada;

**h<sub>s</sub>** - altura da caixa de saída;

**D<sub>s</sub>** - diâmetro da caixa de saída;

**a<sub>f</sub>** - afundamento da cúpula no solo;

**a** - altura do fundo da caixa de entrada;

#### 4.4. Dimensionamento do biodigestor

Para o dimensionamento do biodigestor, segundo Biodieselbr (2009), precisamos saber o tempo necessário para o processo químico e o volume que será fornecido de material durante esse tempo, portanto a equação ficaria assim:

$$VB = VC \times THR \quad (1)$$

Sendo VB o Volume do biodigestor ( $m^3$ ), VC o Volume da carga diária ( $m^3/dia$ ) e THR o Tempo de retenção hidráulico (dias).

Para se calcular as dimensões do biodigestor, utiliza-se a equação do cálculo de um cilindro, onde altura (H) e diâmetro (D), essa altura será a altura útil, ou seja, até onde deverá ser colocado o material para a fermentação.

$$V = VB \quad V = (\pi D^2 / 4) \times H \quad (2)$$

Segundo a estimativa da empresa de tratamentos de esgoto da cidade de Campo Grande, Águas Guariroba, o esgoto tratado equivale a 70% do valor de água consumida pela unidade, então, como o consumo mensal do HUMAP é de 10.000  $m^3$  de água mensal, conforme Apêndice 2. Considerando 7.000  $m^3$  de esgoto devem ser tratados pelo biodigestor, utilizando-se (2), tem-se:

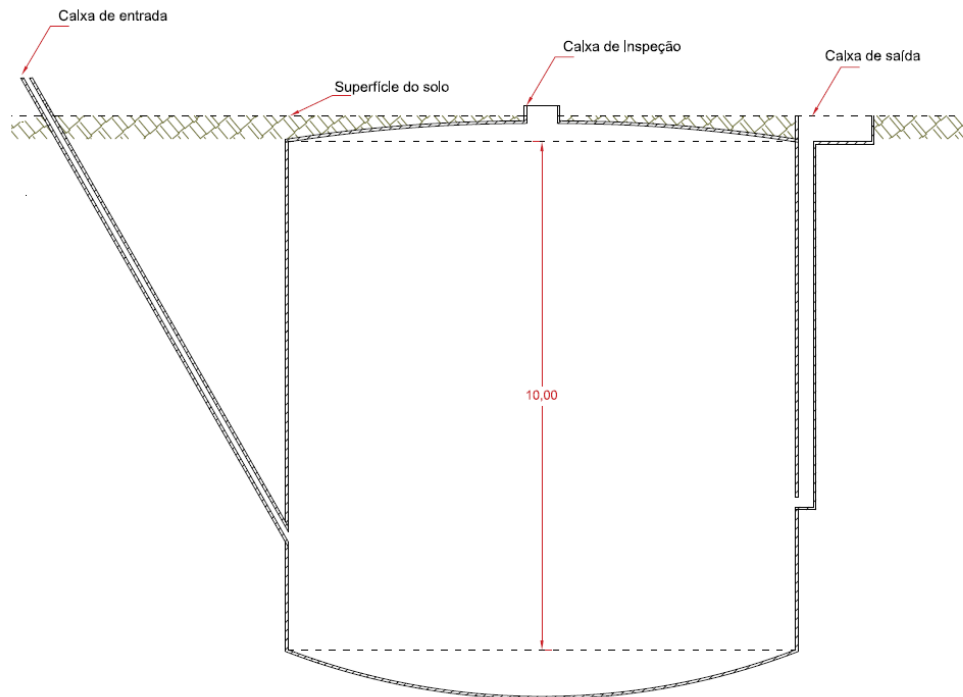
$$V = (\pi D^2 / 4) \times H \quad (3)$$

$$7000 = (\pi D^2 / 4) \times H$$

Os valores de D e H, podem ser escolhidos de acordo com a necessidade no terreno, o importante é o biodigestor suportar a carga mensal de esgoto fornecido pelo sistema.

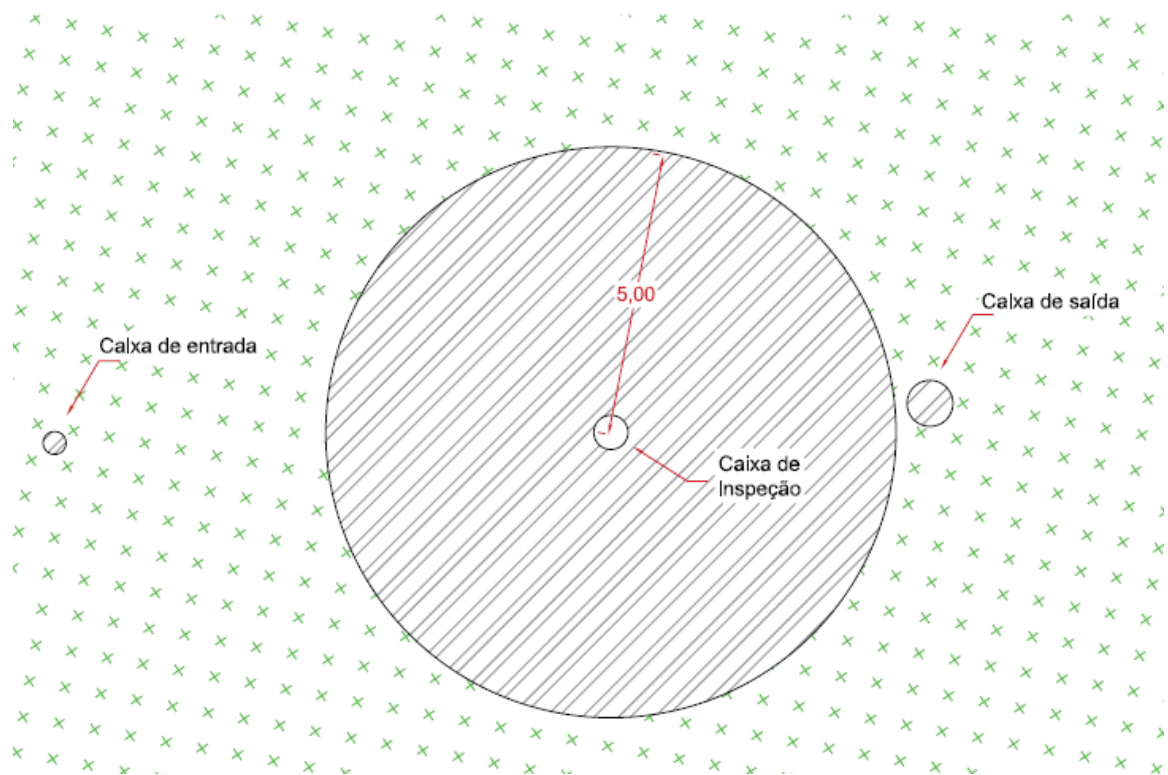
Outra opção seria tratar apenas o esgoto para atender a demanda de biogás da microturbina (Microturbina a gás natural de 100 kW da Elliott em cogeração de 587.000 BTU/h, com uma velocidade nominal de 68.000 rpm e um consumo nominal de 39  $Nm^3/h$ ), nesse caso seria necessária uma produção de 28.000  $Nm^3/mês$ , para produzir essa quantidade de biogás bastaria tratar apenas 560  $m^3$  de esgoto, nesse caso, utilizando (2) as dimensões do biodigestor devem ser de 10 m de diâmetro e 10 m de altura, para essas dimensões foi orçado sua construção (Apêndice 3), ilustrado o corte frontal na Figura 11 e a vista superior na Figura 12.

Figura 11 – Corte frontal do biodigestor proposto



Fonte: o próprio autor 16/04/2020

Figura 12 – Vista superior do Biodigestor proposto



Fonte: o próprio autor 16/04/2020

Conforme é ilustrada na Figura 13, existe um local próximo a microturbina já com área desmatada e construída, não oferecendo assim, impacto significativo ao meio ambiente, de fácil acesso para a construção e manutenção e, posteriormente, a remoção dos resíduos fertilizantes.

Figura 13 - Local para instalação do biodigestor



Fonte: foto tirada pelo próprio autor – 15/04/2020

Ilustra-se na Figura 14 o local sugerido para passar o coletor do esgoto, como temos essa rede de distribuição passando no mesmo sentido do coletor. Existe uma faixa de servidão

(faixa de terra sob a linha de transmissão destinada ao acesso de técnicos para manutenção dela), podendo ser enterrado os tubos sem maiores impactos ambientais.

Figura 14 - Local por onde pode passar o coletor do esgoto.



Fonte: foto tirada pelo próprio autor – 15/04/2020

Na Figura 15, temos uma foto por satélite que mostra como ficaria distribuído. Observa-se que todo o local para o projeto já está sem sua vegetação original, podendo ser trabalhado sem maiores impactos ambientais.

Figura 15 – Vista de satélite do local indicado para instalação do biodigestor.



Fonte : Google Maps

#### 4.5. Filtro para o Purificar o Biogás

Para esse biogás ser combustível aceitável na utilização da microturbina instalada, precisamos fazer uma purificação do mesmo e retirar todas as impurezas.

O valor aceitável de metano na composição do biogás é de 90%, exigido pelo manual da microturbina, consegue-se chegar a esse percentual retirando o ácido sulfídrico ( $H_2S$ ) e vapor d'água presente no biogás. Para tanto, temos vários modelos e empresas que fornece esses filtros para biogás.

## 5. Produção de Biogás no Biodigestor e a Produção de Energia Elétrica na Microturbina.

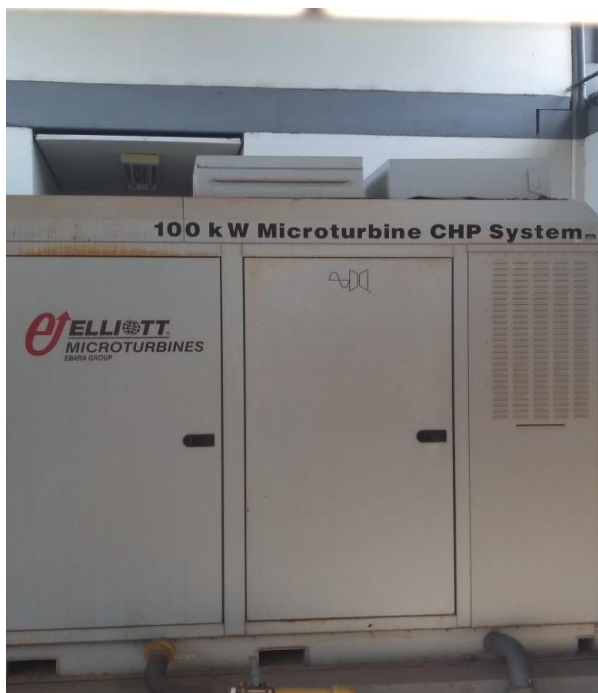
Para alimentar a microturbina será necessário um fornecimento de 28.000 Nm<sup>3</sup>/mês, para tal, podemos dimensionar o biodigestor para atender essa demanda.

Para atender um volume de 7.000 m<sup>3</sup> de esgoto, tendo em vista que essa é produção de esgoto mensal do HU (valor estimado pelo consumo mensal de água, estimativa que é feita pela empresa de tratamento de água), de acordo com Carneiro (2007), teremos uma produção de 1 m<sup>3</sup> de biogás a cada 20 L de esgoto (essa quantidade de biogás gerado é por ciclo de 30 dias de fermentação), portanto, teremos uma produção mensal de 350.000 m<sup>3</sup> de biogás. Essa produção supera em mais de dez vezes a necessidade para a operação da microturbina instalada no hospital universitário, para tal, o dimensionamento do biodigestor será para uma geração apenas para atender a microturbina em questão.

### 5.1. Especificações da microturbina instalada

- Microturbina a gás natural de 100 kW da Elliott em cogeração de 587.000 BTU/h, com uma velocidade nominal de 68.000 rpm e um consumo nominal de 39 Nm<sup>3</sup>/h.

Figura 16 – Microturbina instalada no Hospital Universitário



Fonte: foto tirada pelo próprio autor – 15/04/2020

Na Figura 17 é ilustrado a placa de instalação da microturbina. Nesta placa é descrito os parceiros responsáveis pela instalação deste dispositivo no HUMAP. Neste contexto, pode-se verificar que o projeto de um biodigestor é interessante para o funcionamento dela.

Figura 17 – Placa do projeto da microturbina



Fonte: foto tirada pelo próprio autor – 15/04/2020

## 5.2. Geração de energia

Para a microturbina utilizada temos um consumo de  $39 \text{ Nm}^3/\text{h}$ , como a geração de biogás é de  $350.000 \text{ Nm}^3/\text{mês}$  podemos manter a turbina em funcionamento permanente gerando  $72.000 \text{ KW}/\text{mês}$  (valor nominal fornecido pelo fabricante para funcionamento permanente da microturbina) essa geração equivale a 30% do consumo total do HUMAP, conforme conta de energia elétrica no Apêndice 1, podendo gerar uma economia aproximada de R\$ 52.000,00 /mês (valor obtido considerando 30% do valor total da fatura de energia elétrica do Apêndice 1).

Um dos subprodutos do biodigestor é o biofertilizante, um adubo líquido rico em nitrogênio, fósforo e potássio em quantidade e composição adequada, que pode ser utilizado diretamente na adubação das plantas (IPEC, 2008), podendo ser comercializado, doado ou devolvido a natureza.

---

## **6. Viabilidade para Implantação do Biodigestor.**

Conforme demonstrado a utilização do biogás para a geração de energia é viável economicamente, sem contar os benefícios para o meio ambiente, com a capacidade de geração do HU, além de atender a microturbina, a sobra de biogás pode ser usada para abastecer a frota de carros da própria Universidade Federal, ou até mesmo justificaria a aquisição de uma nova microturbina, tendo em vista que a geração de biogás será 5 vezes maior do que a capacidade de consumo da microturbina instalada.

O terreno favorece para a instalação do biodigestor, tendo como ponto positivo o desnível, ajudando na alimentação com material apenas pela gravidade.

O impacto ambiental será mínimo, tendo em vista que o local já está desocupado, de fácil acesso e a construção pode ser feita de maneira que não interfira em nenhum ponto de preservação.

A economia gerada será em torno de 52 mil reais por mês, justificando a construção do biodigestor.

Todo o excesso de gás gerado, poderá ser apenas queimado ou pode ser utilizado em veículos da própria frota da UFMS, em ambulâncias, queimado na caldeira do Hospital.

Mesmo com a substituição da microturbina instalada por uma de maior capacidade, como por exemplo, uma de 400kW que é a carga instalada do HUMAP, o projeto continua sendo totalmente viável, se pagando em pouco tempo.

---

## 7. Conclusão

O presente trabalho objetivou estudar a viabilidade da construção de um biodigestor para alimentar uma microturbina, já instalada no Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian - HUMAP. Durante a pesquisa levantou-se dados pertinentes à toda a dinâmica da geração da energia limpa, desde o local de implantação da estrutura física, o orçamento para a construção do biodigestor nas dimensões técnicas necessárias para atender a microturbina, as condições aparentes da microturbina instalada no local, a viabilidade na captação dos efluentes e alimentação do biodigestor, os registros das faturas de energia elétrica e de água e esgoto, para identificar se a produção dos efluentes do HUMAP demonstrariam um potencial de geração energia elétrica.

Feitas as análises, concluiu-se que a instalação do biodigestor é viável tanto econômica quanto ambientalmente, pois a microturbina utilizada apresenta um consumo de 39 Nm<sup>3</sup>/h e a geração de biogás é de 350.000 Nm<sup>3</sup>/mês, coeficiente suficiente para manter a turbina em funcionamento permanente gerando 72.000 KW/mês (valor nominal fornecido pelo fabricante para funcionamento permanente da microturbina). Esse potencial gerador equivale a 30% do consumo total do HUMAP, conforme fatura de energia elétrica constante no Apêndice 1, podendo gerar uma economia aproximada de R\$ 52.000,00/mês, ainda, essa dinâmica produtiva sistêmica e sustentável, apresenta como subproduto o biofertilizante, incrementando o valor econômico agregado.

Destaca-se que o HUMAP é um dos centros de saúde mais importantes da região, o que demonstra a tendência de ampliação da estrutura hospitalar e o aumento na produção dos efluentes, avaliando o local, foi possível perceber que existe espaço físico para construir mais biodigestores e instalar microturbinas de potencial até 5 vezes maior na capacidade de geração de energia elétrica. Portanto, este estudo identificou a viabilidade na implementação do biodigestor, para além, essa iniciativa é medida relevante que acompanha as iniciativas de desenvolvimento sustentável na geração de energia limpa.

---

## 8 . R E F E R Ê N C I A S

---

- 1 - DOLEJS, P.; POSTULKA, V.; SEDLAKOVA, Z.; et al. Simultaneous hydrogen sulphide and carbon dioxide removal from biogas by water-swollen reverse osmosis membrane. **Separation and Purification Technology**, v. 131, p. 108–116, 2014
- 2 - BANSAL, T.; TRIPATHI, N.; CHAWLA, G. Upgradation of biogas using combined method of alkaline water scrubbing and adsorption through carbon molecular sieve. **International Journal of ChemTech Research**, v. 5, n. 2, p. 886–890, 2013.
- PERSSON, M.; JONSSON, O.; WELLINGER, A. Biogas Upgrading To Vehicle Fuel Standards and Grid. **IEA Bioenergy**, p. 1–32, 2007.
- 3 - KENNEDY, N.; YORGEY, G.; FREAR, C.; et al. Biogas Upgrading on Dairy Digesters. 2015. Puyallup, WA: Washington State University.
- 4 - HORIKAWA, M. S.; ROSSI, F.; GIMENES, M. L.; COSTA, C. M. M. Chemical absorption of H<sub>2</sub>S for biogas purification. **Journal of Chemical Engineering**, v. 21, n. 03, p. 415–422, 2004.
- 5 - RAGHUWANSHI NK, PANDEY A, M. R. Failure analysis of internal combustion engine valves: a review. **Int J Innov Res Sci Eng Technol**, v. 1, n. 2, p. 173–181, 2012
- 6 - BOUCHIREB, A.; SARI, M. R. Effect of solid particles on gear tooth failure. **Journal of Central South University**, v. 22, n. 5, p. 1667–1675, 2015. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11771-015-2685-5>>.
- 7 - HAAS, L. B. **Desenvolvimento De Um Filtro Para Remoção De H<sub>2</sub>S De Biogás**, 2013. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- 8 - ORTOLANI, A.F.; BENINCASA, M.; LUCAS JUNIOR, J. Biodigestores rurais: modelos Indiano, Chinês e Batelada. Jaboticabal, FUNEP, 1991. 3p.
- 9 - BUREN, A. V., Crook, M. A Chinese Biogás Manual. Intermediate Technology Publications, Ltd., London, UK, 1979. CARNEIRO, J.V. Produção de Gás Metano em Biodigestor. Monografia. 2007. 45 páginas. CETESB – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO. Biogás. Disponível em: <<http://homologa.ambiente.sp.gov.br/biogas/biogas.asp>> .Acesso em 23 Maio de 2019.

- 
- 10 - DEGANUTTI, R., PALHACI, M. do C. J. P., ROSSI, M.. Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada. In Anais do 4º Encontro de Energia no Meio Rural, Campinas (SP), 2002. DOS SANTOS,
- 11 - E.L.B., JUNIOR, G.N. Produção de Biogás a Partir de Dejetos de Origem Animal. Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.4, n.2, Agosto, 2013. ISSN 2176 - 4808 FLORES, M.C. Viabilidade econômica do biogás produzido por biodigestor para produção de energia elétrica – estudo de caso em confinador suíno./ Marcelo Costa Flores; Orientação de Marcos Vinicius Rodrigues. Poços de Caldas: 2014. 32 fls.: il.; 30 cm. Inclui bibliografias: fls. 31-32 IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censos Demográficos 2014. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2018.
- 12 - ELLIOTT ENERGY SYSTEMS, Inc. – TARGCHP –100kW Turbo Alternator Recuperated Natural Gas Combined Heat and Power – Application Guide Part 1 – Product Description, Flórida, 2003.
- 13 - ELLIOTT ENERGY SYSTEMS, Inc. – TARGCHP –100kW Turbo Alternator Recuperated Natural Gas Combined Heat and Power – Application Guide Part 2 – Basic Installation Electrical, Flórida, 2003.
- 14 - DEGANUTTI, Roberto et al. Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada. Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural, 2002
- 15 - <https://www.bgsequipamentos.com.br/biodigestores-ao-redor-do-mundo>).

## Apêndice 1 - Fatura de Energia do HUMAP

Junho/2020

22/06/2020

18/07/2020

10/9000859-0

DEMONSTRATIVO

| CCI                    | Descrição                                | Quantidade  | Tarifa s/ Tributos | Tarifa c/ Tributos | Valor Total (R\$) | Base Calc. ICMS (R\$) | Aliq. ICMS | ICMS (R\$) | Base Calc. PIS/COFINS (R\$) | PIS(R\$) (0,6500%) | COFINS (R\$) (4,4245%) |
|------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|------------|------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| 0601                   | Consumo em kWh - Ponta                   | 22.446,000  | 0,498550           | 0,642320           | 14.419,20         | 14.419,20             | 17         | 2.451,26   | 14.419,20                   | 138,51             | 637,97                 |
| 0601                   | Consumo em kWh - Fora Ponta              | 222.573,000 | 0,330200           | 0,425420           | 94.690,07         | 94.690,07             | 17         | 16.097,31  | 94.690,07                   | 909,59             | 4.189,56               |
| 0601                   | Energia Reativa Exced em kWh - Ponta     | 2.065,000   | 0,265700           | 0,342330           | 706,91            | 706,91                | 17         | 120,17     | 706,91                      | 6,79               | 31,28                  |
| 0601                   | Energia Reativa Exced em kWh - F.ponta   | 11.515,000  | 0,265700           | 0,342330           | 3.041,94          | 3.041,94              | 17         | 670,14     | 3.041,94                    | 29,56              | 174,41                 |
| 0602                   | Demanda de Potência Medida - Ponta       | 510,820     | 55,810000          | 71,906290          | 36.716,79         | 36.716,79             | 17         | 6.241,85   | 36.716,79                   | 352,70             | 1.624,53               |
| 0602                   | Demanda Potência Não Consumida - Ponta   | 189,380     | 55,810000          | 71,906290          | 13.617,61         | 13.617,61             | 17         | 2.314,99   | 13.617,61                   | 130,81             | 602,51                 |
| 0602                   | Demanda de Potência Medida - Fora Ponta  | 662,690     | 19,670000          | 25,343070          | 16.794,60         | 16.794,60             | 17         | 2.855,08   | 16.794,60                   | 161,33             | 743,08                 |
| 0602                   | Demanda Potência Não Consumida - F Ponta | 337,310     | 19,670000          | 25,343070          | 8.548,47          | 8.548,47              | 17         | 1.453,25   | 8.548,47                    | 82,12              | 378,23                 |
| LANÇAMENTOS E SERVIÇOS |                                          |             |                    |                    |                   |                       |            |            |                             |                    |                        |
| 0607                   | Contrib de Ilum Pub                      |             |                    |                    | 251,52            | 0,00                  | 0          | 0,00       | 0,00                        | 0,00               | 0,00                   |
| 0903                   | IMPOSTO RENDA ( - ) 06/2020              |             |                    |                    | -4.997,61         | 0,00                  | 0          | 0,00       | 0,00                        | 0,00               | 0,00                   |
| 0903                   | CONT. SOCIAL ( - ) 06/2020               |             |                    |                    | -1.894,35         | 0,00                  | 0          | 0,00       | 0,00                        | 0,00               | 0,00                   |
| 0903                   | COFINS ( - ) 06/2020                     |             |                    |                    | -5.683,06         | 0,00                  | 0          | 0,00       | 0,00                        | 0,00               | 0,00                   |
| 0903                   | PIS/PASEP ( - ) 06/2020                  |             |                    |                    | -1.231,33         | 0,00                  | 0          | 0,00       | 0,00                        | 0,00               | 0,00                   |
| Total                  |                                          |             |                    |                    | 175.880,76        | 189.435,59            |            | 32.204,05  | 189.435,59                  | 1.810,71           | 8.381,57               |

CCI

Código de Classificação do Item

COMPOSIÇÃO DO CONSUMO

| DISCRIMINAÇÃO                | VALOR (R\$) | %     |
|------------------------------|-------------|-------|
| SERVIÇO DISTRIBUIÇÃO ENERGIA | 47.975,98   | 25,30 |
| COMPRIM. DE ENERGIA          | 74.456,12   | 39,25 |
| SERVIÇO DE TRANSMISSÃO       | 7.208,69    | 3,81  |

VENCIMENTO

26/07/2020

TOTAL A PAGAR

R\$ 175.880,76

## Apêndice 2 - Fatura de água do HUMAP

RUA ANTONIO MARIA COELHO, 5401  
 CAMPO GRANDE/MS 79021-170  
 CNPJ 04.089.570/0001-60  
 INSC. EST. 28.315.129-3

**AGUAS GUARIROBA S.A.**  
FATURA DE ÁGUA E/OU ESGOTO

DOCUMENTO: 000001281696  
 EMPRESA: EMP BRASILEIRA DE SERV HOSPITALARES EBSERH  
 AV SENADOR FILINTO MULLER - DIVISÃO DE FINANÇAS, DIVISÃO D  
 CAMPO GRANDE

0000385601  
Folha: 1/1

| MES FATURA | DATA EMISSÃO | VENCIMENTO | VALOR TOTAL DA FATURA | IMPOSTO A RETER | VALOR A PAGAR |
|------------|--------------|------------|-----------------------|-----------------|---------------|
| 05/2020    | 30/05/2020   | 25/06/2020 | 621.333,82            | 49.266,06       | 472.067,76    |

ÓRGÃO SUBORDINADO: EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES - AV SEN FILINTO MULLER

| LOCALIZAÇÃO            | MATRICULA | Nº NOTA FISCAL | LEITURA         | CONSUMO     | ÁGUA          | ESGOTO     | SERVIÇO       |
|------------------------|-----------|----------------|-----------------|-------------|---------------|------------|---------------|
| 17-000-49-146-0120-000 | 17837199  | 0000357439     | 031235          | 000144      | 3.461,68      | 2.423,24   |               |
| VALOR PARCELAMENTO     | MULTA     | VALOR DA CONTA | IMPOSTO A RETER | TARIFA FIXA | ALÍQUOTA ICMS | VALOR ICMS | TOTAL A PAGAR |
| 0,00                   | 0,00      | 5.849,62       | 552,24          | 64,70       | 0000          |            | 5.387,38      |

ÓRGÃO SUBORDINADO: EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES - AV SEN FILINTO MULLER

| LOCALIZAÇÃO            | MATRICULA | Nº NOTA FISCAL | LEITURA         | CONSUMO     | ÁGUA          | ESGOTO     | SERVIÇO       |
|------------------------|-----------|----------------|-----------------|-------------|---------------|------------|---------------|
| 17-000-49-146-0120-000 | 17899458  | 0000357309     | 203151          | 005570      | 149.268,30    | 104.488,30 |               |
| VALOR PARCELAMENTO     | MULTA     | VALOR DA CONTA | IMPOSTO A RETER | TARIFA FIXA | ALÍQUOTA ICMS | VALOR ICMS | TOTAL A PAGAR |
| 0,00                   | 0,00      | 253.809,30     | 23.954,98       | 64,70       | 0000          |            | 229.824,32    |

ÓRGÃO SUBORDINADO: EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES - AV SEN FILINTO MULLER

| LOCALIZAÇÃO            | MATRICULA | Nº NOTA FISCAL | LEITURA         | CONSUMO     | ÁGUA          | ESGOTO     | SERVIÇO       |
|------------------------|-----------|----------------|-----------------|-------------|---------------|------------|---------------|
| 17-000-49-146-0120-000 | 17899460  | 0000357468     | 294176          | 005740      | 153.626,20    | 197.584,00 |               |
| VALOR PARCELAMENTO     | MULTA     | VALOR DA CONTA | IMPOSTO A RETER | TARIFA FIXA | ALÍQUOTA ICMS | VALOR ICMS | TOTAL A PAGAR |
| 0,00                   | 0,00      | 261.574,90     | 24.719,84       | 64,70       | 0000          |            | 236.858,06    |

ÓRGÃO SUBORDINADO: EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES - AV SEN FILINTO MULLER

| LOCALIZAÇÃO            | MATRICULA | Nº NOTA FISCAL | LEITURA         | CONSUMO     | ÁGUA          | ESGOTO     | SERVIÇO       |
|------------------------|-----------|----------------|-----------------|-------------|---------------|------------|---------------|
| 17-000-49-146-0120-000 | 17899460  | 0000357468     | 294176          | 005740      | 153.626,20    | 197.584,00 |               |
| VALOR PARCELAMENTO     | MULTA     | VALOR DA CONTA | IMPOSTO A RETER | TARIFA FIXA | ALÍQUOTA ICMS | VALOR ICMS | TOTAL A PAGAR |
| 0,00                   | 0,00      | 261.574,90     | 24.719,84       | 64,70       | 0000          |            | 236.858,06    |

Apêndice 3 - Orçamento para a construção do biodigestor.

| PLANILHA DE ORÇAMENTO            |                                                 |       |         |             |             |
|----------------------------------|-------------------------------------------------|-------|---------|-------------|-------------|
| OBRA.: CONSTRUÇÃO DE BIODIGESTOR |                                                 |       |         |             |             |
| ITEM                             | DISCRIMINAÇÃO                                   | UNID. | QUANT.  | PREÇO UNIT. | PREÇO TOTAL |
| 1.0                              | SERVIÇOS                                        |       |         |             |             |
| 1.1                              | ESCAVAÇÃO MECANIZADA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA | M3    | 1440,00 | 12,10       | 17.424,00   |
| 1.2                              | REATERRO MECANIZADO COM EQUIPAMENTO HIDRÁULICO  | M3    | 440,00  | 18,10       | 7.964,00    |
| 1.3                              | FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBO Ø 150MM     | M     | 100,00  | 150,00      | 15.000,00   |
| 1.4                              | ALVENARIA ESTRUTURAL COM TIJOLO MACIÇO          | M2    | 315,00  | 74,00       | 23.310,00   |
| 1.5                              | LAJE DO TIPO FORRO, ALTURA 7CM                  | M2    | 80,00   | 230,00      | 18.400,00   |
| 1.6                              | PISO EM CONCRETO ARMADO                         | M2    | 80,00   | 68,00       | 5.440,00    |
| 1.7                              | IMPERMEABILIZAÇÃO COM MANTA ASFÁLTICA           | M2    | 475,00  | 68,00       | 32.300,00   |
| TOTAL GERAL                      |                                                 |       |         |             | 119.838,00  |