

HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL EM ASSENTAMENTOS INFORMAIS

Integração De Sistemas De Biogás Como Solução
De Energia E Gestão De Resíduos

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

Faculdade de Arquitectura e Planeamento Físico

Trabalho de Conclusão de Curso | 2023-2024

GRAU: Licenciatura em Arquitectura e Planeamento Físico

LINHA TEMÁTICA: TECNOLOGIA

Tema: HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL EM ASSENTAMENTOS INFORMAIS

CANDIDATO: STEFÂNIA MARGARIDA SEGA | CÓDIGO: 2017####

TUTOR: : Professor JAIME COMICHE, Arqº.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Stefânia Margarida Segal, venho por meio desta declarar solenemente que o trabalho de culminação do curso ora apresentado é fruto exclusivo de minha autoria. Atesto que em sua elaboração não recorri a quaisquer práticas de plágio, cópia ou outros métodos ilícitos, salvo quando explicitamente mencionado.

Ressalto que este trabalho é o resultado de uma extensa jornada de pesquisa, embasada na aplicação do conhecimento adquirido ao longo do curso. Todos os recursos utilizados foram devidamente referenciados conforme as normas acadêmicas vigentes. Ademais, certifico que esta obra não foi submetida anteriormente para a obtenção de grau nesta instituição de ensino ou em qualquer outra ocasião.

Termo de Aprovação

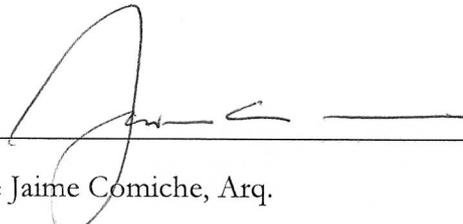
Stefânia Margarida Segá

Construção sustentável em assentamentos informais: integração de sistemas de biogás como solução de energia e gestão de resíduos.

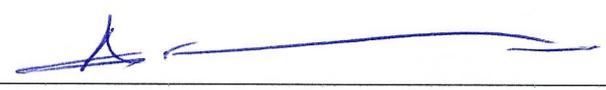
Monografia submetida ao Júri, designado pela Coordenação do TCC da Faculdade de Arquitectura e Planeamento Físico da Universidade Eduardo Mondlane, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciado em Arquitectura e Planeamento Físico.

Monografia aprovada em: Maputo, 17 de Maio de 2024.

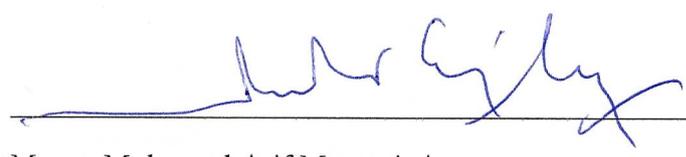
Por:



Mestre Jaime Comiche, Arq.



Lic. António Simão Júnior, Arq.



Mestre Mohamad Arif Mussagi, Arq.



TERMO DE APROVAÇÃO

STEFÂNIA MARGARIDA SEGA

**HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL EM ASSENTAMENTOS INFORMAIS:
INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE BIOGÁS COMO SOLUÇÃO DE ENERGIA E
GESTÃO DE RESÍDUOS**

CASO DE ESTUDO: BAIRRO LUÍS CABRAL – CIDADE DE MAPUTO

Monografia submetida ao Júri, designada pelo Reitor da Universidade Eduardo Mondlane, como parte dos requisitos para a obtenção do título de licenciada em arquitectura e planeamento físico.

Monografia aprovada em: Maputo, 15 de Abril de 2024.

Por:

Prof. **Jaime Comiche, Arq.**

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

AGRADECECIMENTOS

Expresso minha gratidão a Deus pela Sua inestimável bondade e presença constante em minha vida. Não posso deixar de reconhecer e agradecer profundamente o apoio e amor incondicionais dos meus pais, **Estevão Luís Segá** e **Margarida João Isaiás Segá**, que têm sido pilares fundamentais ao longo de toda a minha trajetória.

Sou grata aos meus irmãos, **Cléria, Hilma** e **John**, pela paciência e dedicação demonstradas durante o meu percurso acadêmico. Ao meu orientador, **Professor Jaime Comiche**, expresso minha sincera gratidão pela orientação intelectual valiosa que possibilitou a concretização deste trabalho com a qualidade almejada.

Não poderia deixar de mencionar meu profundo agradecimento ao meu companheiro, **Mahmud Salamagy**, pelo apoio emocional e intelectual oferecido ao longo desta jornada. Agradeço também aos meus amigos, cujo apoio e colaboração foram fundamentais para tornar este sonho uma realidade tangível.

A todos os mencionados, meu sincero obrigado.

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado aos meus pais, Estevão Luís Segal e Margarida João Isaías Segal, cujo esforço e dedicação inestimáveis foram fundamentais para moldar quem sou hoje e para me proporcionar as oportunidades que me trouxeram até este ponto da minha jornada acadêmica.

ÍNDICE



ESCOPO DA INVESTIGAÇÃO

- 1.1. Introdução
- 1.2. Abstract
- 1.3. Objetivos do trabalho
- 1.4. Hipóteses a considerar
- 1.5. Metodologia de investigação



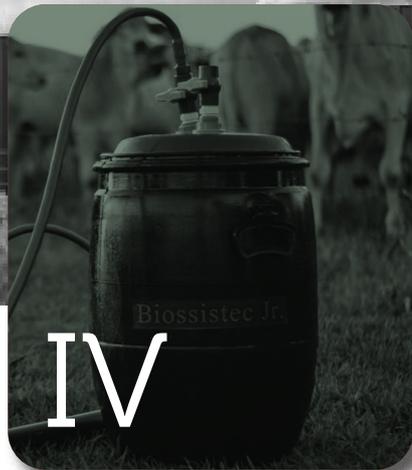
EMBASAMENTO TEÓRICO

- 2.1. Assentamentos informais
- 2.2. Assentamentos informais na cidade de Maputo
- 2.3. Análise SWOT
- 2.4. Biogás
- 2.5. Biodigestores



PROTÓTIPO

- 3.1. Fases da intervenção
- 3.2. Biodigestor caseiro
- 3.3. Biodigestor convencional



IV

CASO DE ESTUDO

- 4.1. Localização
- 4.2. Descrição
- 4.3. Associação das famílias
- 4.4. Área para instalação do biodigestor



V

PEÇAS DESENHADAS

- 5.1. Plantas
- 5.2. Planta da proposta
- 5.3. Modelo de biodigestor
- 5.4. Unidade habitacional
- 5.5. Detalhes



VI

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- 5.1. Conclusões
- 5.2. Recomendações



SIGLAS E ACRÓNIMOS

AI - Assentamentos Informais
CD - Carga Diária
CH4 - Gás Metano
CO2 - Dióxido de Carbono
CMCM - Conselho Municipal da Cidade de Maputo
CTT - Capacidade Total do Depósito
DU - Distrito Urbano
EN1 - Estrada Nacional Número Um
EN4 - Estrada Nacional Número Quatro
GLP - Gás Liquefeito de Petróleo (Gás de Cozinha)
INE - Instituto Nacional de Estatística
O2 - Oxigénio
ONU - Organização das Nações Unidas
PGR - Plano de Gestão de Resíduos
PGIRSU - Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos
PH - Potencial de Hidrogénio
RSU - Resíduo Sólido Urbano
TR - Tempo de Retenção
UNFPA - Fundo das Nações Unidas para a População
VT - Volume de Trabalho
TCC - Trabalho de Culminação de Curso

GRANDEZAS

GWh - Gigawatt-hora
Kg - Quilograma
M - Metro
m³ - Metro cúbico
L - litros

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Biodigestor

Figura 2:

Figura 3:

Figura 4: Assentamentos informais

Figura 5: Assentamentos informais na cidade de Maputo

Figura 6: Área Urbana (cidade-cimento)

Figura 7: Área Periurbana

Figura 8: Problemas associados aos assentamentos informais

Figura 9:

Figura 10:

Figura 11:

Figura 12:

Figura 13: Representação esquemática das etapas da digestão anaeróbia

Figura 14: Estrutura de um biodigestor

Figura 15: Biodigestor modelo batelada

Figura 16: Biodigestor modelo chinês

Figura 17: Biodigestor modelo indiano

Figura 18: Funcionamento de um biodigestor

Figura 19: Resíduos orgânicos de origem vegetal

Figura 20: Resíduos orgânicos de origem animal

Figura 21: Resíduos orgânicos de origem animal

Figura 22: Resíduos orgânicos de origem industrial

Figura 23:

Figura 24: Fases de intervenção

Figura 25: Montagem de um biodigestor caseiro (de tambor)

Figura 26: Filtro de palha de aço

Figura 27:

Figura 28: Matéria orgânica que pode ser utilizada

Figura 29: Matéria orgânica que não deve ser utilizada

Figura 30: Alguidar (mbenga)

Figura 31: Liquidificador

Figura 32:

Figura 33:

Figura 34:

Figura 35: Caixas de entrada e de saída

Figura 36: Câmara de fermentação

Figura 37: Câmara de fermentação

LISTA DE FIGURAS

Figura 38: Batentes no fundo

Figura 39: Encaixe da caixa de fibra na camara de fermentação

Figura 40: Colocação de lastro e enchimento com terra

Figura 41: Colocação de lastro e enchimento com terra

Figura 42: Filtros (de agua e cal e o de palha de aço)

Figura 43:

Figura 44: Canalização do gás às residências

Figura 45: Sistema de Drenagem

Figura 46: Bairro Luís Cabral

Figura 47: Cenários A, B e C

Figura 48: Situação actual

Figura 49: Situação actual

Figura 50: Agrupamento das famílias e possível área de instalação do biodigestor

Figura 51: Proposta

Figura 52: Escolha de um dos conjuntos para o estudo detalhado

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Gases que compõem o biogás bruto e suas percentagens.

Tabela 2: Materiais necessários para a instalação do biogás caseiro.

Tabela 3: Tabela do Xitique mensal por família.

Tabela 4: Tempo de retenção dos materiais de acordo com a temperatura.

Tabela 5: Relação entre a média diária de esgoto, o número de pessoas e o tamanho do biodigestor.

Tabela 6: Tabela de materiais e preços para construção de um biodigestor doméstico (indiano).

LISTA DE TABELAS

Gráfico 1: Quantidade de resíduos sólidos produzidos na cidade de Maputo.



I

ESCOPO DA INVESTIGAÇÃO

- 1.1. INTRODUÇÃO
- 1.2. ABSTRACT
- 1.3. OBJETIVOS DO TRABALHO
- 1.4. HIPÓTESES A CONSIDERAR
- 1.5. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

1.1. INTRODUÇÃO

A problemática dos assentamentos informais em áreas urbanas representa um desafio significativo para governos, urbanistas e comunidades. O crescimento rápido e desordenado dessas áreas frequentemente resulta em condições precárias de habitação, acesso limitado a serviços básicos e uma série de questões ambientais. Nesse contexto, a busca por soluções sustentáveis torna-se crucial para melhorar as condições de vida dessas comunidades e minimizar o impacto ambiental associado. A habitação sustentável em assentamentos informais exige uma abordagem integrada, que considere tanto a melhoria das condições habitacionais quanto a gestão eficiente de recursos naturais. Uma das áreas-chave para a intervenção é a energia, elemento vital para o funcionamento das comunidades.

A integração de sistemas de biogás emerge como uma solução inovadora e holística, abordando não apenas as necessidades energéticas, mas também proporcionando uma gestão eficaz dos resíduos orgânicos. Os assentamentos informais frequentemente carecem de acesso confiável à eletricidade e, simultaneamente, enfrentam desafios relacionados a gestão inadequada de resíduos. A introdução de sistemas de biogás nestas comunidades pode ser uma resposta eficaz, convertendo resíduos orgânicos em uma fonte de energia renovável. Este enfoque não apenas contribui para suprir as necessidades energéticas locais, mas

também aborda a questão dos resíduos de maneira ambientalmente responsável.

Ao integrar sistemas de biogás, essas comunidades podem reduzir sua dependência de fontes de energia não sustentáveis, mitigando os impactos ambientais negativos associados. Além disso, a gestão eficiente de resíduos orgânicos contribui para a redução da poluição e melhora a qualidade de vida dos habitantes, ao mesmo tempo em que promove práticas sustentáveis. Neste contexto, esta abordagem de habitação sustentável não apenas atende às necessidades imediatas de energia nos assentamentos informais, mas também promove a resiliência ambiental, social e econômica a longo prazo. Explorar a integração de sistemas de biogás em assentamentos informais representa, assim, um passo significativo em direção a uma urbanização mais sustentável e inclusiva. Este trabalho busca investigar os benefícios, desafios e potencial transformador da tecnologia do biogás, reconhecendo-a como uma peça fundamental na construção de assentamentos mais resilientes e ecologicamente conscientes.

Palavras-chave: Acesso à energia, assentamento informal; sustentabilidade; biogás e economia circular.

1.2. ABSTRACT

The issue of informal settlements in urban areas represents a significant challenge for governments, urban planners, and communities. The rapid and unplanned growth of these areas often leads to precarious housing conditions, limited access to basic services, and a range of environmental issues. In this context, the pursuit of sustainable solutions becomes crucial to improving the living conditions of these communities and minimizing the associated environmental impact. Sustainable housing in informal settlements requires an integrated approach that considers both the improvement of housing conditions and the efficient management of natural resources. One of the key areas for intervention is energy, a vital element for the functioning of communities.

The integration of biogas systems emerges as an innovative and holistic solution, addressing not only energy needs but also providing effective management of organic waste. Informal settlements often lack reliable access to electricity and, simultaneously, face challenges related to inadequate waste management. The introduction of biogas systems in these communities can be an effective response, converting organic waste into a renewable energy source. This approach not only helps meet local energy needs but also addresses waste management in an environmentally responsible manner.

By integrating biogas systems, these communities can reduce their dependence on unsustainable energy sources, thereby mitigating associated negative environmental impacts. Furthermore, efficient organic waste management contributes to pollution reduction and enhances the quality of life for inhabitants, while also promoting sustainable practices. In this context, this approach to sustainable housing not only addresses the immediate energy needs in informal settlements but also fosters long-term environmental, social, and economic resilience exploring the integration of biogas systems in informal settlements represents a significant step towards more sustainable and inclusive urbanization. This work aims to investigate the benefits, challenges, and transformative potential of biogas technology, recognizing it as a key component in the construction of more resilient and environmentally conscious settlements.

Keywords: Access to energy, informal settlement; sustainability; biogas, and circular economy.

1.3. OBJETIVOS DO TRABALHO

TEMA

Habitação Sustentável Em Assentamentos Informais: Integração De Sistemas De Biogás Como Solução De Energia E Gestão De Resíduos

OBJECTIVO GERAL

Contribuir para a melhoria das condições de vida em assentamentos informais.

OBJECTIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar tecnologias de biogás aplicadas ao saneamento sustentável;
- Identificar técnicas de alimentação de biodigestores com base em resíduos orgânicos domésticos e de saneamento;
- Adotar lógicas de economia circular para a geração de renda doméstica;

MOTIVAÇÃO

A escolha do tema “Habitação Sustentável em Assentamentos Informais: Integração de Sistemas de Biogás como Solução de Energia e Gestão de Resíduos” é motivada pela necessidade premente de abordar desafios críticos enfrentados por assentamentos em crescimento rápido e desordenado. Essa motivação surge da compreensão de que tais assentamentos frequentemente enfrentam condições habitacionais precárias, escassez de serviços básicos e consequências ambientais significativas. A busca por soluções sustentáveis é impulsionada pelo desejo de melhorar as condições de vida nesses assentamentos, ao mesmo tempo em que se contribui para a construção de sociedades mais resilientes e ecologicamente conscientes.

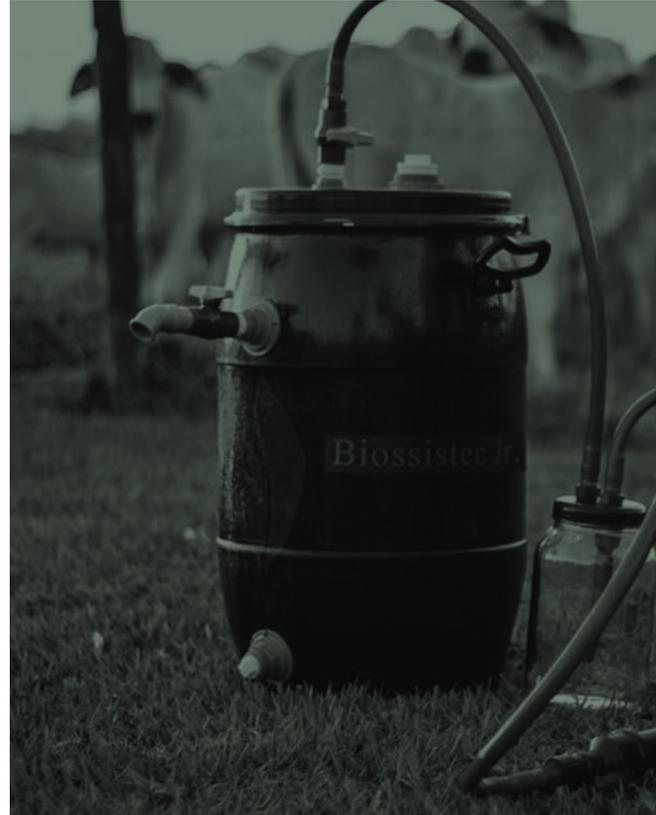
1. #. OBJECTO

PROTÓTIPO DE UM SANITÁRIO E UM BIODIGESTOR DOMÉSTICO

4.1. PROBLEMA

O problema central abordado neste trabalho de culminação do curso é a insustentabilidade das condições de habitação em assentamentos informais. Este contexto é caracterizado por condições precárias de habitação, acesso limitado a serviços básicos e desafios na gestão de resíduos. A ausência de soluções eficazes de energia agrava ainda mais a situação, contribuindo para a dependência de fontes não sustentáveis. Diante disso, o problema-chave é:

«Como a integração de sistemas de biogás pode ser estrategicamente implementada para fornecer uma solução eficiente de energia e, simultaneamente, abordar os desafios na gestão de resíduos em assentamentos informais, promovendo uma habitação sustentável e melhorando as condições de vida dos habitantes? »





4.2. HIPÓTESE BÁSICA

A introdução de sistemas de biogás em assentamentos informais poderá contribuir para a melhoria das condições de vida, oferecendo uma solução eficiente tanto para as necessidades energéticas quanto para a gestão de resíduos, resultando em assentamentos mais sustentáveis e resilientes.

4.3. HIPÓTESE SECUNDÁRIA

- **Adoção Generalizada dos Sistemas de Biogás:** A maior adoção desses sistemas ampliará os benefícios, como acesso à energia sustentável e uma gestão mais eficiente de resíduos, desta forma, haverá um aumento geral na melhoria das condições de vida nos assentamentos informais.
- **Resiliência e Autossuficiência Comunitária:** A geração local de energia, combinada com a gestão eficiente de resíduos, ajudará a fortalecer a resiliência dos assentamentos, ao fornecer uma fonte de energia confiável.
- **Melhoria nas Condições de Saúde:** A redução da poluição e o tratamento adequado dos resíduos orgânicos têm potencial para minimizar doenças relacionadas ao meio ambiente, beneficiando a saúde dos habitantes.
- **Impacto Positivo nas Dinâmicas Sociais:** A implementação bem-sucedida de sistemas de biogás poderá contribuir para o fortalecimento das dinâmicas sociais nas comunidades, promovendo a colaboração e o envolvimento comunitário.

1.5. METODOLOGIA

A metodologia proposta para o projecto “Habitação Sustentável em Assentamentos Informais: Integração de Sistemas de Biogás como Solução de Energia e Gestão de Resíduos” consiste em:

I. Revisão da Literatura

Investigar estudos relacionados a habitação sustentável, assentamentos informais, sistemas de biogás e gestão de resíduos;

Identificar lacunas e tendências no campo, focando em projectos similares e abordagens inovadoras.

II. Definição do Escopo

Delimitar o escopo do TCC, estabelecendo os objectivos, perguntas de pesquisa e hipóteses.

Identificar os assentamentos informais específicos a serem estudados.

III. Análise do Contexto

Realizar visitas aos assentamentos escolhidos para entender as condições socioeconómicas, culturais e arquitectónicas;

Entrevistar moradores para obter percepções locais sobre as necessidades e desafios.

IV. Estudar a tecnologia do biogás

Perceber como o sistema funciona, suas vantagens e suas limitações, para melhor implementação.

V. Desenvolvimento do protótipo

Desenvolver um protótipo que integre sistemas de biogás às habitações, levando em consideração as características específicas dos assentamentos e princípios arquitectónicos sustentáveis.

VI. Documentação e Elaboração do TCC

Documentar detalhadamente todas as etapas do processo, incluindo dados coletados, metodologias utilizadas e resultados obtidos

Estruturar o TCC de acordo com as normas académicas, destacando a contribuição do projecto para a área de estudo

VII. Apresentação e Defesa

Preparar uma apresentação clara e concisa do TCC.

Defender as escolhas metodológicas, resultados e conclusões perante uma banca examinadora.



II

EMBASAMENTO TEÓRICO

- 2.1. ASSENTAMENTOS INFORMAIS
- 2.2. ASSENTAMENTOS INFORMAIS NA
CIDADE DE MAPUTO
- 2.3. ANALISE SWOT
- 2.4. BIOGÁS
- 2.5. BIODIGESTORES

2.1. ASSENTAMENTOS INFORMAIS



Uma das definições mais influentes para assentamentos informais é fornecida pela Organização das Nações Unidas (ONU), por meio de sua agência UN-Habitat. De acordo com a UN-Habitat (2003), os assentamentos informais são áreas residenciais onde os habitantes não têm segurança de posse em relação à terra ou às casas que habitam. Estes assentamentos podem variar desde ocupações ilegais até locações informais e apresentam características distintas, incluindo acesso a água potável, infraestrutura adequada, estruturas seguras e uma base legal para a posse. Essa definição é fundamental para compreender a natureza e os desafios dos assentamentos informais em

todo o mundo.

Segundo o Conselho Municipal de Maputo (CMM), conforme descrito em seu MANUAL METODOLÓGICO DE INTERVENÇÃO INTEGRADA EM ASSENTAMENTOS INFORMAIS (2016), os assentamentos informais podem ser definidos, de maneira geral, como áreas urbanas degradadas e ambientalmente insalubres, caracterizadas pela falta de planejamento urbano. Essas áreas são predominantemente ocupadas por populações de baixa renda. Os sistemas urbanos nessas localidades são frequentemente deficientes ou até mesmo inexistentes, resultando na ausência de infraestrutru-



tura e serviços públicos básicos, tais como abastecimento de água, saneamento e tratamento de esgoto, fornecimento de energia eléctrica, gestão de resíduos sólidos e rede de drenagem, entre outros.

Esses assentamentos são marcados pela predominância de habitações precárias, e a maioria dos habitantes não possui a posse regularizada da terra ou das propriedades que ocupam. Essa definição oferece uma visão abrangente dos desafios enfrentados pelos assentamentos informais e destaca a importância de intervenções integradas para melhorar as condições de vida nessas áreas.

O crescimento rápido e acelerado da urbanização é um fenómeno global impulsionado, principalmente, pelo cresci-

mento populacional natural e pela migração para áreas urbanas. Actualmente, mais de metade da população global reside em centros urbanos (UN-Habitat, 2015) e, no caso de Moçambique, um terço reside em cidades, o que representa sete milhões de habitantes (INE, 2007). Em 2007, a população urbana de Moçambique atingiu uma taxa relativamente alta em comparação aos demais países da África Oriental, alcançando 36% do total populacional (UNFPA, 2007). As projeções das Nações Unidas indicam que esta taxa deve alcançar 60% e concentrar pelo menos 17 milhões de habitantes em áreas urbanas do país em 2030 (UN, 2006). Outras estimativas preveem que para 2025 esta taxa atinja 50,1% do total, ou seja, a cada dois moçambicanos, um deverá morar em cidades do país.

Assentamentos informais na cidade de Maputo



Cerca de 900 mil pessoas, que representam aproximadamente 70% da população urbana, residem em assentamentos informais na cidade de Maputo, conforme dados do INE (2007). Destas, cerca de 49% vivem abaixo da linha da pobreza. É relevante destacar que nos primeiros 30 anos após a independência de Moçambique, houve escassos investimentos em infraestrutura e serviços. No entanto, recentemente, tem-se observado um aumento nos investimentos em vários sectores do país. Apesar dos esforços empreendidos, a maioria dos residentes enfrenta uma carência significativa de serviços essenciais, como acesso limitado ou

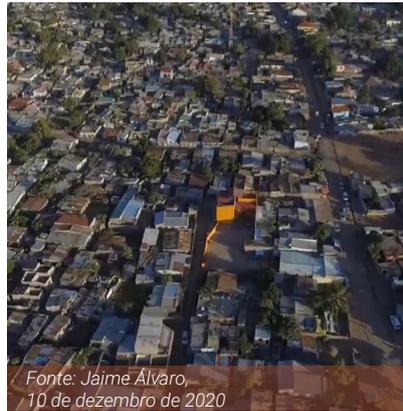
inexistente a água potável, electricidade, saneamento adequado e infraestrutura viária, conforme identificado pelo Banco Mundial em 2012. Além disso, a população nessas áreas informais está crescendo a uma taxa mais rápida do que nos bairros urbanizados, intensificando ainda mais as condições já precárias desses locais. É importante salientar que a cidade de Maputo tem uma extensão territorial de cerca de 308 km², conforme dados disponíveis, e uma população estimada em mais de 1,1 milhão de habitantes, conforme o censo de 2007 realizado pelo INE.

Para uma análise mais abrangente da cidade, é útil segmentar seu cenário urbano, demográfico e social em três grandes regiões, considerando tanto sua história de desenvolvimento quanto sua distribuição geográfica, conforme destacado pelo Conselho Municipal de Maputo em 2014.



Área urbana

Correspondente a designada “cidade-cimento”, fortemente diferenciada pela presença de uma malha urbana estruturada com infraestrutura equipada (chamada cidade formal);



Fonte: Jaime Álvaro,
10 de dezembro de 2020

Área suburbana

zona geralmente sem estruturação da malha urbana, em rápida transformação e densificação em virtude de uma maior pressão associada à sua proximidade com a área urbana (integra a chamada cidade informal);



Fonte: Google Earth

Área periurbana

associada a zonas que mantêm alguns traços de ruralidade, densidade populacional inferior e com a presença de espaços agrícolas (faz parte da chamada cidade informal).

Problemas dos assentamentos informais

Os assentamentos informais em Maputo enfrentam uma série de desafios significativos que impactam adversamente a qualidade de vida de seus habitantes. A seguir, destaco alguns dos problemas associados a essas comunidades:

Segurança Habitacional

Muitas habitações nos assentamentos informais são improvisadas, construídas com materiais precários, o que cria condições propícias para acidentes e colapsos estruturais. A falta de padrões de construção formais e de inspeções de segurança aumenta os riscos habitacionais, colocando em perigo a vida dos habitantes.

Habitações e Infraestruturas Precárias

As condições de habitabilidade nas áreas informais frequentemente carecem de acesso adequado à água potável, saneamento básico e electricidade. A falta de infraestrutura adequada dificulta o acesso a serviços essenciais e contribui para um ambiente insalubre.

Acesso Limitado a Serviços de Saúde

A distância física dos assentamentos informais aos centros de saúde formais pode resultar em um acesso limitado aos serviços de saúde básicos. Condições insalubres nas habitações e falta de saneamento adequado também aumentam a propagação de doenças.





Educação Precária

As escolas em assentamentos informais podem ser inadequadas, com salas de aula superlotadas ou inexistentes (quando as crianças estudam ao relento) e recursos limitados. A falta de acesso a uma educação de qualidade perpetua o ciclo da pobreza e limita as oportunidades futuras para os habitantes.

Desemprego

A falta de oportunidades de emprego formal nas proximidades dos assentamentos informais contribui para altas taxas de desemprego. A economia informal muitas vezes se torna a única opção para os habitantes, o que pode ser instável e insuficiente para atender às necessidades básicas.



Violência e Criminalidade

A falta de presença policial, associada à falta de iluminação pública eficaz e estruturas legais sólidas em alguns assentamentos informais pode contribuir para níveis mais altos de violência e criminalidade. A vulnerabilidade socioeconómica dos habitantes pode torná-los alvos mais fáceis para actividades criminosas.

Riscos Ambientais

A localização de alguns assentamentos informais em áreas propensas a inundações, deslizamentos de terra ou outros riscos ambientais aumenta a vulnerabilidade dos habitantes a eventos adversos.

Análise FOFA **FORÇAS**

- Disponibilidade de matéria orgânica;
- Participação da comunidade;
- Habitantes locais mais familiarizados com as características e desafios do lugar

FRAQUEZAS

- Alto custo do investimento inicial;
- Domínio da tecnologia;
- Pobreza das famílias beneficiárias





O



A

OPORTUNIDADES

- Dinâmicas de mercado geradoras de renda;
- Capacitação dos habitantes;
- Atractividade para parceiros de desenvolvimento (ONG's, etc);
- *Ownership*.

FRAQUEZAS

- Estigma sociocultural das autoridades e dos habitantes (*stakeholders*);
- Potenciais conflitos com as normas vigentes;
- Disponibilidade de matéria orgânica.

6.2. Biogás

História do biogás

Segundo Tommy Karlsson (2014), o biogás é formado por meio da decomposição anaeróbica da matéria orgânica, processo que ocorre em ambientes sem a presença de oxigênio, como em sistemas de biodigestores.

O biogás sempre se formou através da decomposição anaeróbica da matéria orgânica. Desde tempos antigos, esse processo ocorre naturalmente na ausência de oxigênio, como no fundo do mar. No entanto, apenas no final do século XIX e início do século XX é que se começou a explorar ativamente a técnica de utilização do gás produzido a partir da digestão anaeróbica. A China e a Índia foram pioneiras na produção e utilização de biogás como fonte de energia. No início, a matéria-prima utilizada era proveniente de resíduos alimentares e dejetos diversos, e o biogás produzido era empregado principalmente para iluminação e cocção. Na segunda metade do século XX, esses países passaram a explorar o processo de digestão anaeróbica para gerar biogás, concentrando-se inicialmente nos lodos de esgoto. Inicialmente, o objectivo prin-

cipal era reduzir a quantidade de lodo de esgoto, com a utilização do biogás gerado como um subproduto adicional. A crise do petróleo nos anos 70 fez com que o preço da energia subisse. Na busca por aproveitar o biogás gerado, houve um aumento nas pesquisas visando melhorar o processo de digestão anaeróbica da matéria orgânica, conforme descrito no Manual Básico de Biogás. Na década de 1980, os benefícios desse processo se tornaram mais conhecidos, levando a uma redução do uso de aterros sanitários em má condição, em favor da digestão anaeróbica. Na década de 1990, essa prática se popularizou, especialmente na China e na Índia, com a construção de vários projectos de biogás alimentados por resíduos de indústrias alimentícias, frigoríficos, restaurantes, e outros estabelecimentos.

O processo microbiológico

O biogás é constituído por uma mistura de gás metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2). Para que o biogás possa ser produzido a partir de materiais orgânicos, são necessários diferentes grupos de microrganismos, que atuam juntamente com uma série de factores, como, por exemplo: pH, temperatura e tipo de substrato. Todos esses factores afetam a composição do biogás produzido (Camila Elis Casaril, 2014). Segundo o manual básico de biogás, o metano se forma naturalmente o tempo todo, e um factor importante para que haja formação de gás metano a partir de material orgânico é que não tenha presença de oxigénio no ambiente. Como mencionado anteriormente, o biogás se forma a partir de lama de lagos e pântanos e, também, no rúmen de ruminantes. Quanto melhor for a digestão por parte das bactérias produtoras de metano, melhor será a qualidade do biogás produzido. Normalmente é denominado biogás o gás que ainda não passou pelo processo de purificação. Geralmente o biogás bruto é constituído por um terço de metano, um terço de outros gases, como: H_2S , O_2 , NH_3 e um terço de dióxido de carbono. Se o biogás é purificado, ou seja, constituído apenas por

metano, pode ser utilizado para geração de energia e como combustível veicular.

Na figura abaixo tem-se uma representação esquemática das etapas do processo de digestão anaeróbia, ou seja, a conversão da matéria orgânica em gases.

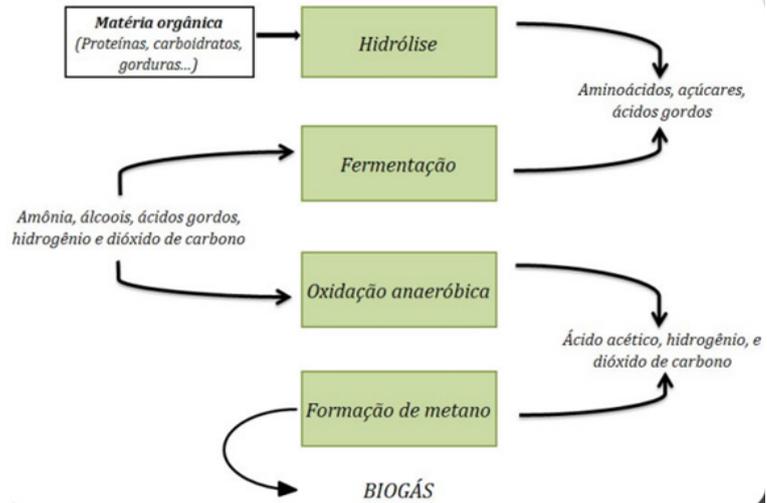


fig. Representação esquemática das etapas da digestão anaeróbia.
Créditos: (Tommy Karlsson)

| COMPOSTOS | VALOR MENSAL/FAMÍLIA |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Metano | 55 a 66% do volume de gás produzido |
| Dióxido de carbono | 35 a 45% do volume de gás produzido |
| Nitrogénio | 0 a 03% do volume de gás produzido |
| Oxigénio | 0 a 01% do volume de gás produzido |
| Sulfeto de hidrogénio | 0 a 03% do volume de gás produzido |

6.3. Biodigestores

Biodigestores são equipamentos herméticos e impermeáveis, montados com o intuito de produzir biogás e biofertilizantes, através do processo de fermentação anaeróbica da biomassa inserida no interior deste (ARAÚJO, 2017; JÚNIOR, S/D). Segundo METZ (2013), tal processo de fermentação, a biodigestão, se dá por bactérias e, portanto, as condições (temperatura, acidez do meio, agitação) no interior do biodigestor devem ser as melhores para o desenvolvimento dessas. Durante o processo de biodigestão são produzidos, principalmente, dois gases: metano e dióxido de carbono. Além desses, encontra-se também em menor escala, gás sulfídrico



Modelos hidráulicos do biodigestor

Pela forma como a biomassa movimenta-se no biodigestor, pode ser agrupado em dois tipos de modelos hidráulicos, (Zenatti, 2009):

- Biodigestor de fluxo hidráulico descontínuo: Biodigestor Batelada;
- Biodigestor de fluxo hidráulico contínuo: Biodigestor Indiano, Chinês, sertanejo entre outros;

a. Biodigestor de Fluxo Hidráulico Descontínuo: Biodigestor Batelada

O biodigestor batelada consiste em duas partes principais: uma câmara de fermentação, que é construída com materiais como alvenaria, e um gasômetro móvel, que serve como um reservatório para armazenar o biogás produzido durante o processo. Este tipo de biodigestor é especialmente adequado para o tratamento de resíduos orgânicos que se decompõem lentamente. Ele é abastecido com uma mistura de dejetos diluídos em água ou resíduos vegetais sólidos e a sua alimentação não é contínua, (Dominiak, 2016).

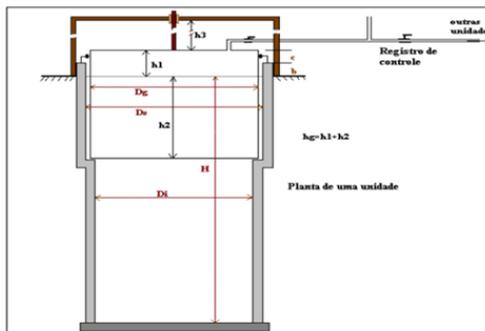


Figura 2. 1: Biodigestor modelo batelada

Fonte: (Dominiak, 2016)

Onde, (Dominiak, 2016):

Di - diâmetro interno do biodigestor;

Ds - diâmetro interno da parede superior;

Dg - diâmetro do gasômetro;

H - altura do nível do substrato;

h1 - altura inútil do gasômetro;

h2 - altura útil do gasômetro;

h3 - altura útil para deslocamento do gasômetro;

b - altura da parede do biodigestor acima do nível do substrato;

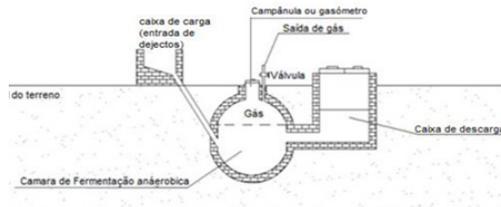
c - altura do gasômetro acima da parede do biodigestor.

b. Biodigestores de Fluxo Hidráulico Contínuo

A sua alimentação é de forma contínua – a cada alimentação, uma quantidade equivalente de substrato (restos, resíduos do material orgânico após o tratamento biológico) é retirado do mesmo – e a produção de gás também é de forma contínua. São os modelos mais usados no mundo, (Zenatti, 2009).

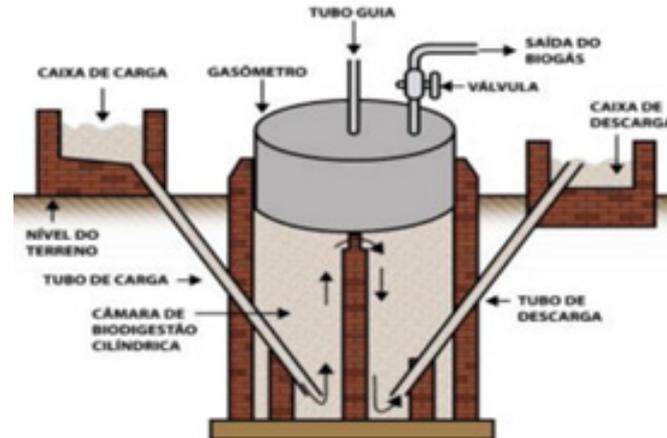
I. Modelo Chinês

O modelo Chinês não se difere muito do modelo Indiano visto que o mesmo foi inspirado nele, fazendo alterações ou adaptações (do modelo Indiano) para satisfazer as condições locais da China, retirando o uso do gasômetro móvel, tornando-o fixo, (Baú, 2015).

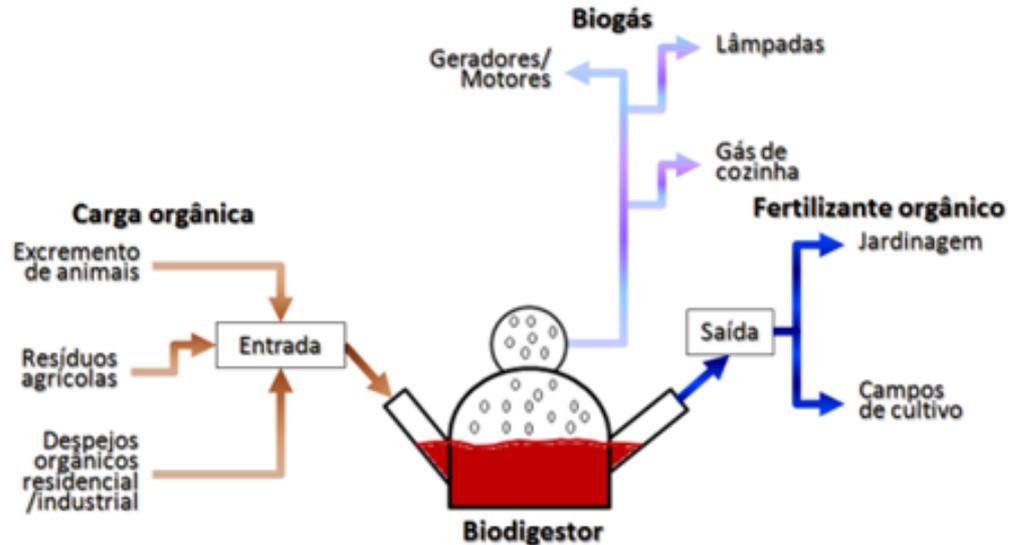


II. Biodigestor indiano

O biodigestor indiano é composto por um tanque digestor, que abriga a biomassa e é construído com alvenaria e um gasômetro ou câmara flutuante, onde o biogás é armazenado. O gasômetro é fabricado em ferro e tem a função de controlar a pressão na saída do biogás, eliminando a necessidade de dispositivos de regulação adicionais. No entanto, esta parte é a mais cara, o que contribui para aumentar o custo total do modelo do biodigestor, como mencionado por Baú (2015)



Funcionamento dos biodigestores



Um biodigestor converte resíduos orgânicos em biogás e fertilizantes por meio de um processo anaeróbico. A matéria orgânica é decomposta por bactérias, gerando biogás. Os biodigestores são uma tecnologia versátil, sendo utilizados em escala doméstica, comunitária ou industrial. Além de produzir biogás para energia, é um mecanismo eficiente para a gestão sustentável de resíduos e a produção de fertilizantes orgânicos, promovendo práticas mais ambientalmente amigáveis

*Resíduos orgânicos
que podem ser
decompostos no
biodigestor*



De origem vegetal

Este tipo de matéria orgânica inclui resíduos agrícolas, como folhas, palhas, restos de culturas, cascas de frutas e vegetais, entre outros.

De origem animal

Os resíduos animais também são uma importante fonte de matéria orgânica para a produção de biogás. Isso inclui esterco de animais de criação, como vacas, porcos e aves, bem como a urina desses animais.

*Resíduos orgânicos
que podem ser
decompostos no
biodigestor*



De origem humana

Os resíduos humanos, como fezes, urina e lixo doméstico, também podem ser utilizados na produção de biogás. A utilização de resíduos humanos na produção de biogás contribui para a gestão sustentável dos resíduos sólidos e do saneamento.

De origem Industrial

Além dos resíduos orgânicos de origem vegetal, animal e humana, os resíduos orgânicos provenientes de processos industriais também podem ser utilizados na produção de biogás. Isso inclui resíduos de indústrias alimentícias, de laticínios, de processamento de carne, entre outros.

Manutenção do Biodigestor

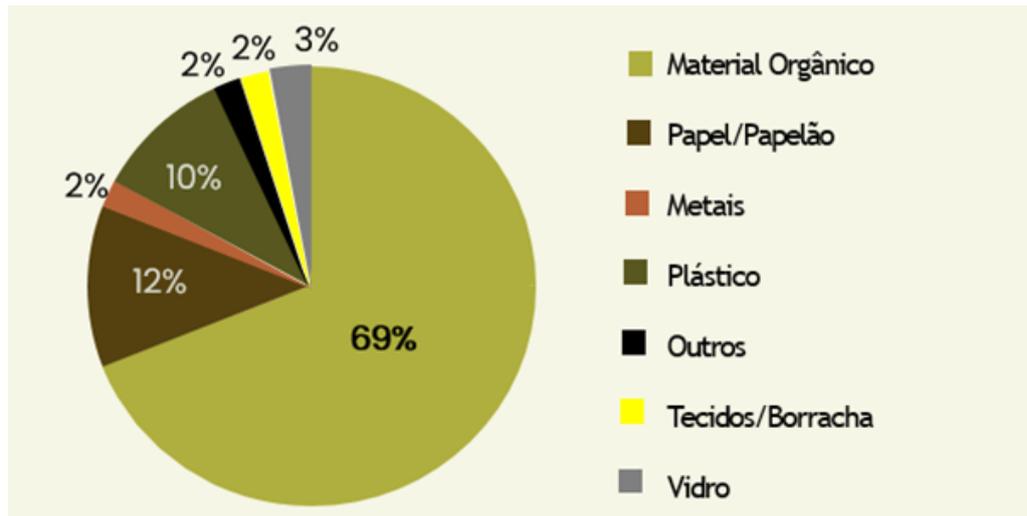
Para garantir o funcionamento adequado do biodigestor, é essencial seguir alguns cuidados, como a primeira carga do equipamento, as cargas diárias ou semanais e os cuidados com os filtros. Em relação à primeira carga, conforme mencionado por Granzotto (2016), é recomendado alimentar inicialmente o biodigestor com 30% do seu volume útil com esterco e os 70% restantes na proporção de 1 parte de resíduo alimentar (em peso) para 5 partes de água (em volume). Em geral, considera-se que o volume útil do biodigestor corresponde a cerca de 60% do volume total. Após essa carga inicial, o biodigestor não deve ser alimentado novamente por pelo menos 20 dias para permitir o crescimento bacteriano no interior do equipamento.

Já para a alimentação diária, ainda levando em conta o volume útil, se utiliza a razão 3:1 de água e resíduo alimentar, respectivamente (GRANZOTTO, 2016). Além disso, uma vez por semana deve-se agitar vagarosamente o sistema, com auxílio do agitador. Outra prática de extrema importância para a segurança é a adição de gelo seco no tambor, durante a primeira alimentação. Essa adição objectiva criar uma atmosfera inerte à reações de combustão dentro do biodigestor. Isso significa que o ambiente interno do biodigestor deve conter uma quantidade mínima de oxigênio, o que impede a combustão de gases inflamáveis, como o metano produzido durante a digestão anaeróbica garantindo segurança e a eficiência do processo de produção de biogás no biodigestor. Por fim, as palhas de aço do filtro devem ser trocadas a cada 3 semanas e, outras questões a serem observadas são: a verificação do pH, acompanhar a pressão, verificar a temperatura, observar alterações ou vazamentos vazamentos de gás e deixar o biodigestor em um local aberto, em temperatura ambiente.

Disponibilidade da Matéria orgânica

Na cidade de Maputo vivem aproximadamente 1.100.000 pessoas, que produzem cada dia cerca de 1.100 toneladas de resíduos sólidos. Isso significa que, em média, cada habitante da capital de Moçambique produz aproximadamente 1kg de lixo por dia. Do total de resíduos gerados, aproximadamente 700 toneladas são despejadas diariamente no Aterro a céu aberto de Hulene B1. No entanto, cerca de 400 toneladas, o que representa aproximadamente 36,4% do lixo total, não são encaminhadas para o local de disposição final (Direção Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos e Salubridade. (junho de 2013).

A massa é variável e depende da quantidade de alimento ingerida. Geralmente, uma alimentação ordinária faz o indivíduo eliminar de 100g a 150g de fezes, por dia.



Vantagens do biogás

- Fonte de energia eléctrica;
- Gestão sustentável de resíduos;
- Fonte de gás doméstico;
- Independência energética;
- Estabilidade de preços;
- Melhoria da qualidade do solo;
- Redução da emissão do CO2 na atmosfera

Limitações do biogás

O Biogás, apesar de ser uma fonte de energia renovável e sustentável, apresenta algumas limitações:

- **Disponibilidade de Matéria-Prima**

A produção de biogás depende da disponibilidade de matéria-prima orgânica, como resíduos de alimentos, esterco animal, e outros materiais. Em algumas regiões, pode haver escassez desses recursos.

- **Variação na Produção**

A produção de biogás pode variar ao longo do tempo, sendo influenciada por factores como temperatura, tipo de resíduos e eficiência do sistema. Isso pode tornar a oferta de biogás inconsistente.

- **Investimento Inicial**

A instalação de sistemas de biodigestores para a produção de biogás pode exigir um investimento inicial significativo, o que pode ser uma barreira em algumas situações.

- **Tecnologia Sensível**

Sistemas de produção de biogás são sensíveis a condições específicas, como temperatura e pH. Desvios dessas condições ideais podem afectar a eficiência da produção.

- **Composição Variável**

A composição do biogás pode variar dependendo dos materiais orgânicos utilizados. O metano, que é o principal componente do biogás, pode variar em concentração.

- **Emissões de CO₂**

Embora o biogás seja uma fonte de energia renovável, a queima do metano produz dióxido de carbono (CO₂). Em sistemas fechados e bem gerenciados, a pegada de carbono pode ser menor, mas ainda assim é uma consideração.



Biossist

Biossist

III

O PROTÓTIPO

3.1. FASES DA INTERVENÇÃO

3.2. BIODIGESTOR CASEIRO

3.3. BIODIGESTOR CONVENCIONAL

«O protótipo desde trabalho é um sanitário e um biodigestor doméstico»

3.1. FASES DA INTERVENÇÃO

A implementação desta tecnologia compreende três fases principais:





FASE 01: Início do xitique

Xitique é uma forma de associativismo comunitário em que os membros do grupo contribuem periodicamente com algum valor monetário para que cada um receba de forma rotativa, com a finalidade, neste caso, de adquirir um biodigestor. Será um xitique mensal de no mínimo 1000,00mt (mil meticais) e máximo 3000,00mt (três mil meticais) por família e, estima-se que ao fim de no mínimo 3 meses e máximo de 8 meses, seja possível que as três famílias tenham o biodigestor caseiro instalado.



FASE 02: Montagem do biodigestor caseiro (de tambor)

A montagem será feita de forma faseada entre as famílias do mesmo grupo do xitique, podendo levar um máximo de 1 semana por família.

O **biodigestor** deve ser construído de acordo com a disponibilidade de recursos e não tentar construí-lo exatamente com os materiais que serão mostrados a seguir, lembrando-se sempre dos “três R’s”; reduzir, reutilizar e reciclar.

TABELA MATERIAIS

| Materiais necessários | Preço/unidade (MZN) | Quantidade (unidade) | Valor total (MZN) |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Tambor de 210l | 1000 | 3 | 3000 |
| Tubo de 110mm (PVC) | 1200 | 1 | 1200 |
| Tubo 50mm (PVC) | 600 | 1 | 600 |
| Adaptador de rosca 1" | 90 | 3 | 270 |
| Curva 50mm 45° | 225 | 3 | 675 |
| União mista (R/macho 25x3/4) | 95 | 6 | 570 |
| Válvula de respiro | 100 | 3 | 300 |
| Válvula esférica (PVC) | 125 | 3 | 375 |
| Válvula esférica (metálica) | 275 | 3 | 825 |
| Kit de ligação de gás doméstico | 910 | 3 | 2730 |
| Garrafa 18l (transparente) | 50 | 3 | 150 |
| Adaptador de tanque | 120 | 3 | 360 |
| Camara de ar (borracha) | 1200 | 3 | 3600 |
| Cotovelo (PVC) | 125 | 6 | 750 |
| Ligação til (PVC) | 125 | 3 | 375 |
| Tampa sanitária (rosca) | 210 | 3 | 630 |

| | | | |
|-------------------|------|---|--------------|
| Tampão (fêmea) | 125 | 6 | 750 |
| Alguidar (mbenga) | 400 | 3 | 1200 |
| Manómetro | 3973 | 1 | 3973 |
| Tubo de cobre | 650 | 1 | 650 |
| Fogão a gás | 1000 | 3 | 3000 |
| | | | Total: 25983 |

TABELA XITIQUE

Este xitique será feito considerando o valor total necessário para a aquisição de todos os materiais para a instalação do biodigestor.

| Número de famílias | Valor mensal/família | Total arrecadado/mês | Tempo necessário para o investimento (meses) |
|--------------------|----------------------|----------------------|--|
| 3 | 1000 | 3000 | 8 |
| 3 | 1500 | 4500 | 6 |
| 3 | 2000 | 6000 | 4 |
| 3 | 2500 | 7500 | 4 |
| 3 | 3000 | 9000 | 3 |

FASE 02

Xitique é uma forma de associativismo comunitário em que os membros do grupo contribuem periodicamente com algum valor monetário para que cada um receba de forma rotativa, com a finalidade, neste caso, de adquirir um biodigestor. Será um xitique mensal de no mínimo 1000,00mt (mil meticais) e máximo 3000,00mt (três mil meticais) por família e, estima-se que ao fim de no mínimo 3 meses e máximo de 8 meses, seja possível que as três famílias tenham o biodigestor caseiro instalado.

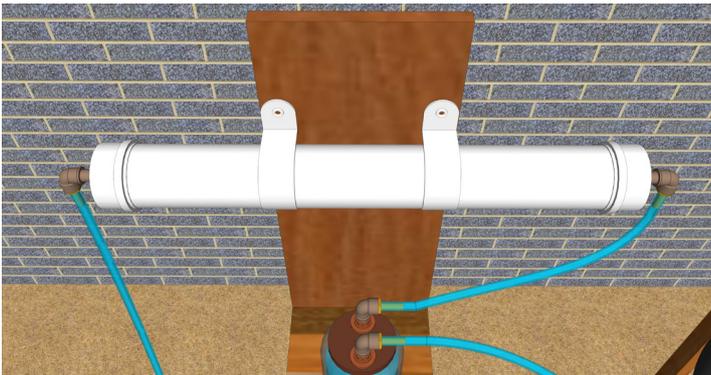
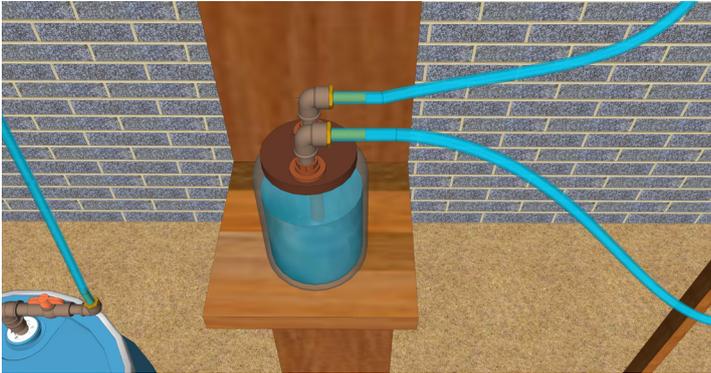
7.1. PASSO A PASSO PARA A MONTAGEM DO BIODIGESTOR CASEIRO (DE TAMBOR)

7.1.1. Montagem



PARTE I

- i. Fazer dois furos no topo do tambor de 210l, um furo de mais ou menos 100mm para receber o tubo de entrada, e mais a esquerda fazer um furo de pouco menos que 20mm para receber o tubo de saída de gás;
- ii. Fazer um furo lateral de 50mm, um pouco acima da metade da altura do tambor, para receber o cano de saída (descarregamento do biofertilizante), introduzir por dentro do tambor o cano de 45o para evitar que haja fuga de gás no momento da descarga. E no mesmo furo por fora do tambor, monta-se o cano com a torneira para controlar o descarregamento do biofertilizante;
- iii. Encaixar a torneira de controlo de saída de gás, no furo mais a esquerda;
- iv. Cortar a base do cano de entrada de forma alternada para controlar a descarga dos resíduos, e de seguida introduzi-lo ao furo feito no centro do topo do tambor. A introdução deve ser feita ate ao fundo do tambor para melhor funcionamento;



PARTE II - FILTROS

- i. No garrafa pet, retirar a tampa e fazer nela dois furos pequenos para receber o tubo de gás. No interior acontece o processo de filtração do gás, controlar a solução para substituí-la assim que saturar. Quanto maior for o pote, melhor.
- ii. Encher o tubo de 50mm de palha-de-aço para filtração do gás sulfídrico, quanto mais palha melhor será a filtração.

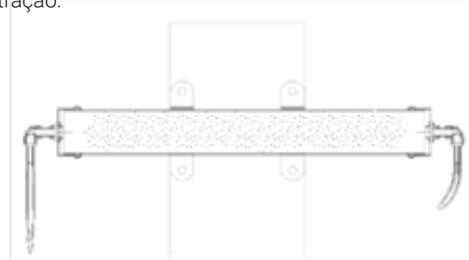


Fig. filtro de palha-de-aço (corte e 3D).

Para unir as peças e vedar:

- Soldagem (cola) para PVC.
- Selante de silicone transparente, resistente a fungos! Para vedar as juntas do tanque para evitar infiltrações.



7.2. COMO USAR UM BIODIGESTOR CASEIRO (DE TAMBOR)

Não se deve esquecer que este biodigestor é instável. Para utilizar o biodigestor, seu construtor deve instalar previamente as conexões, mangueiras, válvula de segurança, biogás e queimador, bem como verificar as conexões a fim de evitar vazamentos de gás ou entrada de ar no aparelho.

Uma vez resolvidos esses preparativos, pode-se continuar com o preenchimento deste.

7.2.1. Matéria Orgânica que pode ser utilizada



- Dejetos de animais herbívoros ou omnívoros (exemplo: porcos).
- Resíduos de cozinha e restos de comida, (exceto frutas cítricas).
- Óleo de cozinha usado (apenas 5%).
- Restos vegetais;
- Relva recém-cortada e misturada com outros materiais orgânicos;
- Folhas secas,
- Restos de podas,
- Fezes humanas.

7.2.2. Matéria orgânica que não deve ser utilizada



Existem materiais que não são recomendados por serem mais difíceis de decompor ou não serem adequados para um biodigestor com estas características (caseiro), a saber:

- Resíduos de frutas cítricas,
- Sementes ou grãos integrais,
- Palha ou talos de cereais,
- Ossos e pedras;
- Vidro, metal e plástico; e,
- Casca de arroz

Para permitir uma degradação rápida, todos os materiais a serem utilizados devem ser triturados ou quebrados conforme o caso, gerando fragmentos com tamanho próximo de 10 mm para os mais macios e menores que 5 mm para os mais consistentes. Para tal, podem se usar os seguintes equipamentos:



Fig. Alguidar (mbenga)



Fig. Liquidificador

7.2.3. Carregando o equipamento

A carga será composta por uma mistura de 20 a 25% de matéria orgânica e 75% a 80% de água.

Parte dessa água pode ser substituída pelo líquido tratado (efluente) que sai do biodigestor, também conhecido como bio, e assim produzir mais biogás em relação a obtenção de menos fertilizante.

Nota: Quanto menor o fragmento gerado, mais gás será gerado.

7.2.4. Tempo de retenção e carga diária

De acordo com a temperatura ambiente, este será o tempo de retenção dos materiais adicionados ao biodigestor.

| Característica da região | Temperatura (°C) | Tempo de retenção (Dias) |
|--------------------------|------------------|--------------------------|
| Tropical | 30 | 20 |
| Montanhosa | 20 | 30 |
| Vale | 10 | 60 |

Tab. Tabela: tempo de retenção de acordo com a temperatura.

Fonte: <https://www.funverde.org.br/blog/fazer-um-biodigestor-caseiro>

Um espaço de 25% será deixado no biodigestor-tanque para permitir a circulação do ar. Isso significa que apenas 75% de sua capacidade será usada, denominada volume de trabalho (VT). O tubo de saída será configurado como um transbordo, garantindo que 1/4 da capacidade permaneça sempre para a fase gasosa. A carga de mistura que deve ser adicionada diariamente é calculada da seguinte forma:

1. $VT = CTT \times 0,75$

2. $CD = VT/TR$

Sendo:

- **VT**: volume de trabalho em litros.
- **CTT**: capacidade total do depósito em litros.
- **CD**: carga diária de mistura a adicionar.
- **TR**: tempo de retenção em dias (ver tabela).

Exemplo:

Em um clima quente, para um biodigestor de 210 litros teremos:

$$VT = CTT \times 0.75$$

$$CD = VT/TR$$

$$VT = 210l \times 0.75$$

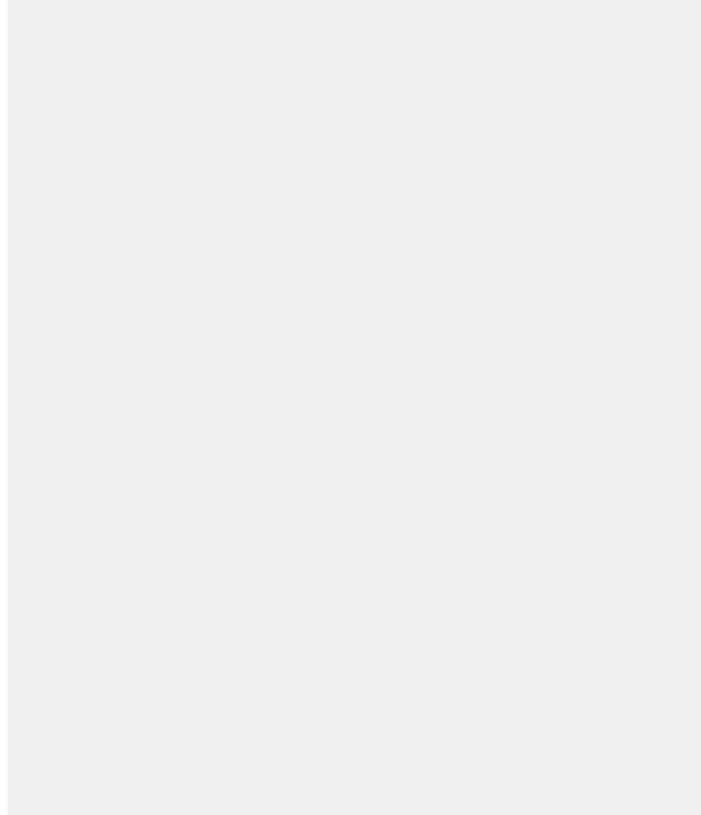
$$CD = 157.5/20l$$

$$VT = 7.8l$$

$$CD = 7.8l$$

7.2.5. Início do funcionamento

O biodigestor deve ser inicialmente abastecido com uma mistura de matéria orgânica e água, na proporção de 3/4, em poucos dias para evitar odores excessivos. Após o enchimento inicial, não será adicionada mais mistura até que a produção de metano comece e se mantenha por vários dias. Uma vez estabelecida, a carga específica do biodigestor será adicionada diariamente através da tampa de PVC na parte superior. A tubulação de saída funcionará como um transbordo, permitindo que o efluente seja descarregado sempre que a carga for adicionada. A quantidade de biogás produzida dependerá do tipo de substrato utilizado, pois cada um leva seu tempo para se decompor, não havendo uma medida universal.





FASE 03

ESCOLHA DO BIODIGESTOR

O biodigestor escolhido é o de fluxo hidráulico contínuo, adotando o modelo indiano. Esta escolha se justifica pela sua capacidade de permitir o aproveitamento simultâneo da matéria orgânica proveniente do saneamento e do lixo doméstico. Além disso, destaca-se por ser construído localmente, apresentando um custo acessível, facilidade de manutenção e segurança. Seu propósito principal é gerar gás doméstico e eletricidade, proporcionando uma solução sustentável e eficiente para as necessidades energéticas das famílias.

DIMENSIONAMENTO

O biodigestor será implementado apenas para fins de demonstração ou simulação do impacto da instalação de um biodigestor em um assentamento informal. É importante ressaltar que o dimensionamento preciso de um biodigestor requer cuidado e detalhes específicos, sendo uma tarefa que somente um especialista qualificado pode realizar com precisão. Neste contexto, os valores apresentados são apenas aproximados, servindo como uma base para análise e compreensão dos benefícios e potenciais da tecnologia para a comunidade.

Dados

Perfil do empreendimento: residência de baixo consumo*

Quantidade de pessoas: 18

Media diária de esgoto: 100 (tabelado)

Fórmula

Quantidade de pessoas x média diária de esgoto

Resolução

$$18 \times 100 = 1800\text{I}$$

1800I Deve ser a capacidade total do biodigestor para abastecer 18 pessoas (o correspondente a 3 famílias).

Matéria orgânica necessária

2 Baldes de 20l de lixo doméstico

20l de água (não precisa ser limpa)

Cerca de 10kg de matéria fecal (por semana)

* Residência de baixo consumo: refere-se a quantidade de água que se consome por dia por família e é um valor tabelado.

TABELA: razão entre a média diária de esgoto, o número de pessoas e o tamanho do biodigestor

| Perfil do Empreendimento | Indicação | Biodigestor 600l | Biodigestor 1300l |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| | Média diária de esgoto | Número de pessoas atendidas | |
| Residência padrão alto | 160 | 3 | 8 |
| Residência padrão médio | 130 | 4 | 10 |
| Residência padrão baixo | 100 | 6 | 13 |
| Alojamento provisório | 80 | 7 | 16 |
| Fábrica | 70 | 8 | 18 |
| Escritório | 50 | 12 | 26 |
| Escola | 50 | 12 | 26 |
| Chácaras de eventos | 25 | 24 | 52 |
| Edifícios comerciais | 50 | 12 | 26 |

TABELA DE MATERIAIS E PREÇOS

| Materiais | Finalidade | Unidade de medida | Quantidade | Valor unitário (meticais) | Preço total (meticais) |
|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Ferro 6mm | Piso do tanque | Kg | 3 | | |
| Malha de reboco | Amarração do tanque | Kg | 5 | | |
| terra | Lastro da camara de fermentação | Lata | 6 | | |
| Caixa de fibra | Camara de fermentação | Unidade | 1 | | |
| Zinco 0,04 | Lastro da camara de fermentação | Kg | 8 | | |
| Rede 1.5x0.80 | Caixa de descarga | Metro | 1 | | |
| Tijolo 08 furo | Caixa de descarga - batentes – sapata | Unidade | 70 | | |
| Tubo de PVC de esgoto 100mm | Tubo de carga | Metro | 2 | | |
| Tubo de PVC de esgoto 150mm | Tubo de descarga | Metro | 3 | | |
| Tubo de PVC de rígido 50mm | Tubo guia externo - tanque | Metro | 3 | | |
| Tubo metálico de 40mm | Tubo guia interno - tanque | Metro | 3 | | |
| Parafuso francês 6" (15cm) 3/5" | Tubo guia | Unidade | 1 | | |

| Materiais | Finalidade | Unidade de medida | Quantidade | Valor unitário (meticais) | Preço total (meticais) |
|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Parafuso francês de 4" (10cm) | Trave de retenção | Unidade | 2 | | |
| Barrote de madeira (74x38x6000) mm | Trave de retenção | Metro | 7 | | |
| Tubo de PVC 60mm | Tubo guia da camara de fermentação | Metro | 1.5 | | |
| Tabua de madeira de 0.5x0.04m | Tubo guia da camara de fermentação | Metro | 2 | | |
| Parafuso francês de 3"(7cm)3/8" | Base da madeira do tubo guia | Unidade | 4 | | |
| Flange de 60x60 mm | Tubo guia da camara de fermentação | Unidade | 1 | | |
| Tubo de PVC de 75mm | Dreno | Metro | 1 | | |
| União "T" PVC 20mm | Dreno | Unidade | 1 | | |
| Tubo rígido de 20mm | Dreno | Metro | 25 | | |
| Joelho PVC 20mm | Tubulação de gás – filtro de água | Unidade | 7 | | |
| Adaptador curto com flange 20mm | Saída de gás – filtro de água | Unidade | 2 | | |
| Adaptador longo de flange livre | Filtro de água | Unidade | 1 | | |

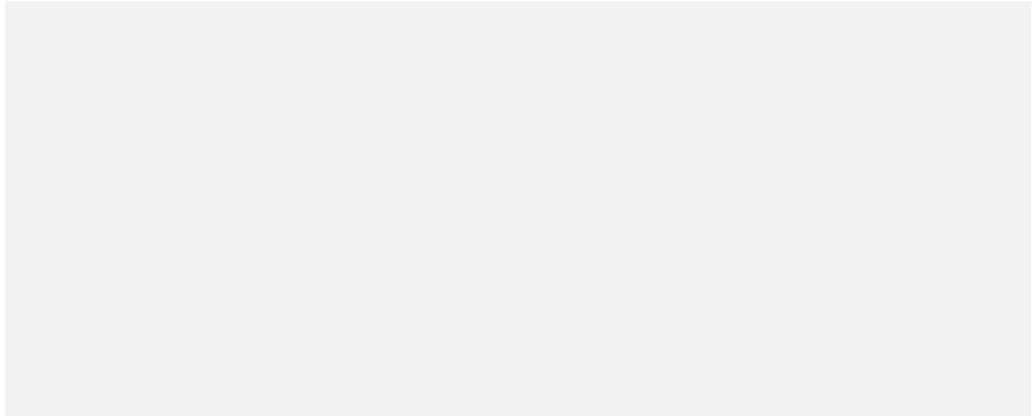
| Materiais | Finalidade | Unidade de medida | Quantidade | Valor unitário (meticais) | Preço total (meticais) |
|------------------------------------|--|--------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Mangueira plástica 25mm | Ligação da saída de gás com a tubulação de gás | Metro | 5 | | |
| Válvula de esfera 20mm | Início e término da tubulação de gás | Unidade | 2 | | |
| Abraçadeiras de rosca 1/2" | Ligações de mangueira de gás | Unidade | 3 | | |
| Garrafão acrílico de água (1800ml) | Filtro de água | Unidade | 1 | | |
| União 20mm | Filtro de água | Unidade | 1 | | |
| Cola PVC (silicone) | Selagem | Unidade | 1 | | |
| Cimento Portland 42.5 (50kg) | Construção do biodigestor | Saco | 9 | | |
| Arreia fina | Construção do biodigestor | M3 | 0,5 | | |
| Arreia grossa | Base do biodigestor | M3 | 0,5 | | |
| Mão-de-obra especializada | | - | | | |
| Mão-de-obra não especializada | | - | | | |
| Gerador de energia a gás | Conversão de gás em eletricidade | Unidade | 1 | | |

PASSO A PASSO DA CONSTRUÇÃO

Os procedimentos adotados para a construção e instalação do biodigestor foram inspirados no “Manual do Biodigestor Sertanejo”, elaborado por Luís Cláudio Mattos e Mário Faria Júnior em 2011. Este manual foi escolhido como referência devido à sua relevância e eficácia comprovada. Ao seguir as diretrizes e práticas recomendadas neste manual, podemos garantir uma abordagem fundamentada e testada para a implementação do biodigestor. Isso não apenas assegura a qualidade da instalação, mas também facilita a replicabilidade e o sucesso do projeto, proporcionando uma solução eficiente e sustentável para as necessidades energéticas da comunidade.

ESCOLHA O LOCAL PARA A INSTALAÇÃO

- I. A construção do biodigestor começa com a escolha do local onde será instalado. Ele deverá estar próximo à cozinha, mas não ao lado da casa. É preciso lembrar que a operação de um biodigestor envolve o manuseio de lixo doméstico.



II. CONSTRUÇÃO DAS CAIXAS DE ENTRADA E DE SAÍDA

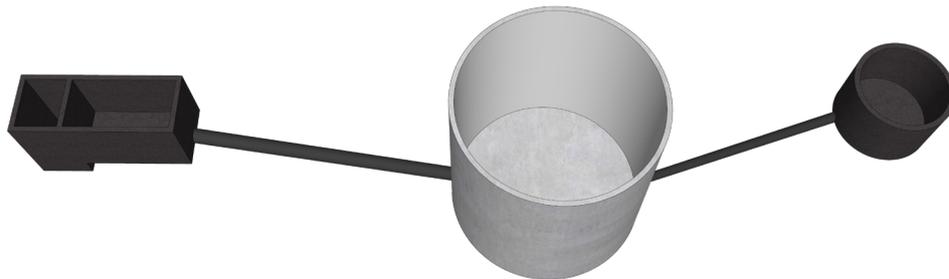
A caixa de entrada (carga) deve ser construída no nível no terreno. Por isso não é necessário cavar para construí-la, mas somente para a tubulação. A caixa é feita em formato circular com duas fiadas de blocos. O formato cilíndrico mostrou-se mais adequado porque permite misturar o esterco fresco com um pouco de água. Isso melhora a homogeneização do material facilitando a carga no biodigestor. Os blocos são assentados sobre uma base de argamassa de cimento, sem armação de ferro, e demarcada uma circunferência com raio de 0,4 m. os blocos são alinhados na base tomando-se a circunferência demarcada. Com a massa da base ainda fresca deve-se fazer um furo para a tubulação que levará a matéria orgânica para o biodigestor. Assim a saída do cano ficará no fundo da caixa.



A caixa de saída, ao contrário da de entrada, é cavada e deve ficar abaixo do nível do terreno. Para que a descarga aconteça corretamente, o seu nível deve estar abaixo do nível da carga. A caixa de saída tem 2 níveis de profundidade. Ela deve ficar semi-enterrada em uma trincheira com pouco mais de 1,60 m de comprimento para todo o reservatório.

CONSTRUÇÃO DA CÂMARA DE FERMENTAÇÃO

- III. Os blocos são assentados sobre o círculo já demarcado. Antes de fixá-los com cimento, as devem ser alinhados para formar a circunferência. Isto permite que sejam conferidas as suas medições e dimensões. Só então é que se fixam os blocos com cimento. O primeiro bloco, com furo mais estreito para o tubo de 100 mm, fica em frente ao canal de carga, e o furo deverá ficar para baixo. No lado oposto, deverá ficar portanto a que tiver o outro furo para o tubo de 150 mm, de onde sairá a tubulação de descarga.





IV.

CONSTRUÇÃO DOS BATENTES DE FUNDO

Para que o biodigestor funcione perfeitamente, é necessário que se construam 3 batentes no fundo, distribuídos por igual na parede da câmara de fermentação. Estes batentes têm a função de evitar que a caixa de fibra encoste no fundo e feche as entradas e saídas de esterco da câmara de biodigestão. Para a construção dos batentes, pode-se utilizar 3 tijolos furados formando um pequeno muro. O importante é que os batentes sejam mais altos do que a saída do tubo de descarga.

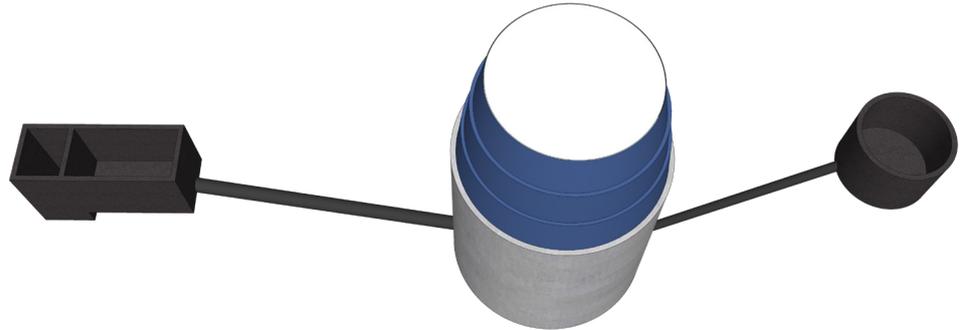
V.

REBOCAR TODOS ELEMENTOS CONSTRUÍDOS POR DENTRO E POR FORA

Após o piso ter sido construído, o tubo central ter sido colocado, os blocos serem fixados e rejuntados e ter feito as sapatas (batente), as paredes devem ser rebocadas por dentro. Este reboco deve ser feito sem estreitar demais o vão interno do tanque, permitindo que a caixa de fibra possa subir e descer livremente sem encostar na parede. Mesmo tendo a malha de reboco, é necessário se rebocar por fora evitando-se assim o contato direto da malha com a terra.

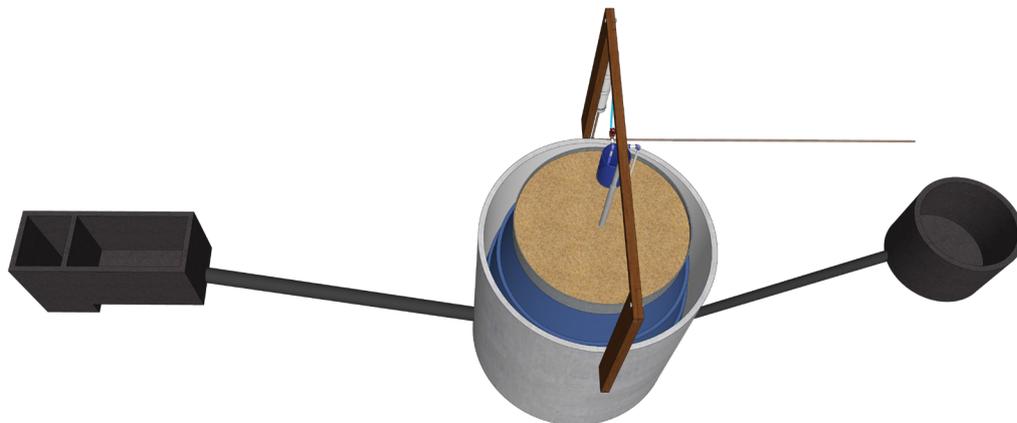
VI.
ENCAIXE DA
CAIXA DE FIBRA
NA CAMARA DE
FERMENTAÇÃO

A preparação da caixa começa pela marcação do ponto central no seu fundo. Neste ponto será instalado o tubo guia, que faz com que a caixa de fibra, (câmara de combustão) suba e desça livremente sem empenos. Por isso, é fundamental que este ponto esteja perfeitamente no centro. Caso contrário, o biodigestor não vai funcionar corretamente.



VII.
FAZER O LASTRO
E ENCHÊ-LO DE
TERRA PARA
REGULAR A
PRESSÃO

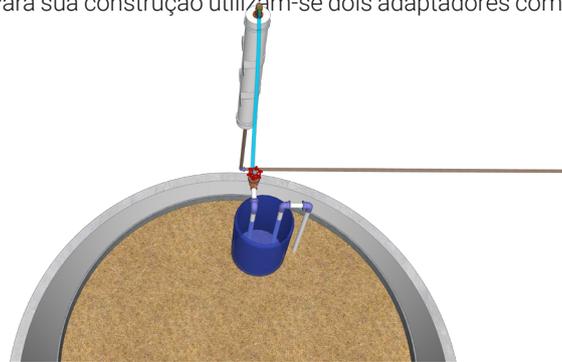
O biodigestor precisa de um lastro sobre a caixa de fibra para que o biogás mantenha uma pressão constante, evitando assim falhas na condução até o fogão. Para isso, instala-se uma cinta de zinco com 30 cm de largura sobre a caixa de fibra. Assim será possível preencher com terra ou brita para aumentar o peso e promover uma pressão uniforme no biogás. Antes que as pontas da cinta de zinco sejam atadas, deve-se suavizar a borda dobrando-a sobre um arame comum ao longo de toda a extensão do zinco. Este procedimento reduz o risco de cortes e outros acidentes na cinta, com o manuseio do biodigestor.



VIII.
FAZER OS FILTROS
(DE AGUA E CAL
E O DE PALHA DE
AÇO)

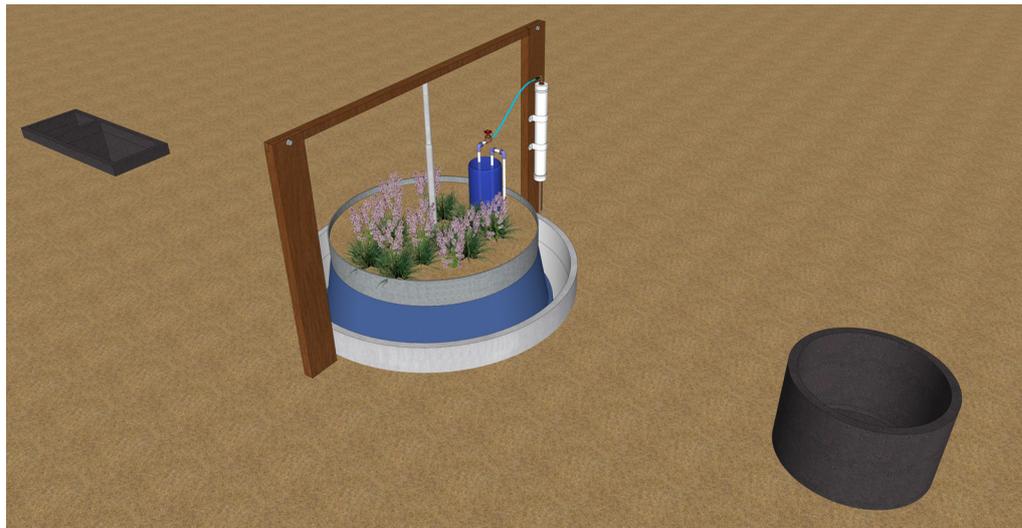
Há duas formas de se construir o filtro de impurezas. A primeira delas, em geral mais simples e barata, é forçar com que o biogás passe por uma camada de palha-de-aço. A palha-de-aço em contato com o biogás enferruja, e assim, elimina os principais gases que geram o mau cheiro. Lastro com pedra ou terra é colocado dentro da cinta de zinco. No início da tubulação de gás, logo após o registro antes da conexão com a mangueira, coloca-se um pedaço de palha-de-aço por dentro. Quanto maior a exposição do biogás à palha-de-aço, melhor a eficiência do filtro. Pode-se construir um recipiente maior com duas reduções de 20x50 e um tubo de 50 mm completamente preenchido com palha-de-aço. Este sistema exige que a palha-de-aço seja trocada regularmente. Uma vez enferrujada, o filtro não funciona mais, perdendo a capacidade de retirar o mau cheiro do biogás. Neste ponto deve ser substituída.

Outra maneira de filtrar as impurezas e retirar o mau cheiro é forçar o biogás a passar pela água, borbulhando-o em um recipiente fechado e com água. Este tipo de filtro tem sido construído com garrações de água mineral de 20 litros, em acrílico. O tubo do biogás após o registro mergulha na água do garrafão. Ao borbulhar na água, as impurezas do biogás são dissolvidas, ficando ali os elementos causadores do mau cheiro. Regularmente a água do garrafão precisa ser trocada. Este modelo é um pouco mais caro e sofisticado de ser construído, porém, é mais eficiente na retirada das impurezas do biogás. Para sua construção utilizam-se dois adaptadores com flange, um longo e um curto.



IX.
FAZER O LASTRO
E ENCHÊ-LO DE
TERRA PARA
REGULAR A
PRESSÃO

A trave de segurança é feita com um barrote em madeira de 7x7 cm. Duas barras laterais são presas no chão, enquanto uma terceira, onde se encaixa o tubo guia, é colocada transversalmente no topo. No final, já dentro da cozinha, uma outra mangueira flexível é instalada para ligação com o fogão. A tubulação rígida deve chegar até a altura do fogão, para que o tubo de gás flexível seja o mais curto possível.



**CANALIZAÇÃO
DO GÁS ÀS
RESIDÊNCIAS.**

- X. A tubulação de gás deve ficar enterrada. Por isso o local por onde ela passa é escavado desde o biodigestor até o local de consumo, no caso a cozinha. O melhor caminho será, sempre que possível, o menor.





XI.

SISTEMA DE DRENAGEM

O biogás, quando produzido, contém ainda uma concentração de umidade elevada. Por isso é necessário instalar um dreno para retirar o excesso de água e com isso melhorar a uniformidade da queima do biogás

O dreno é constituído de um "T" e um tubo imerso em água, dentro de um tubo de 75 mm, o mesmo usado em esgotos. O dreno é fechado com um "Tampão" ou "CAP" colado na base para que ele mantenha uma coluna de água permanentemente. Ele deve ser instalado no ponto mais baixo da tubulação de gás. Neste local é cavado um buraco com 0,7 m de profundidade onde o dreno vai ficar enterrado.

MANUTENÇÃO

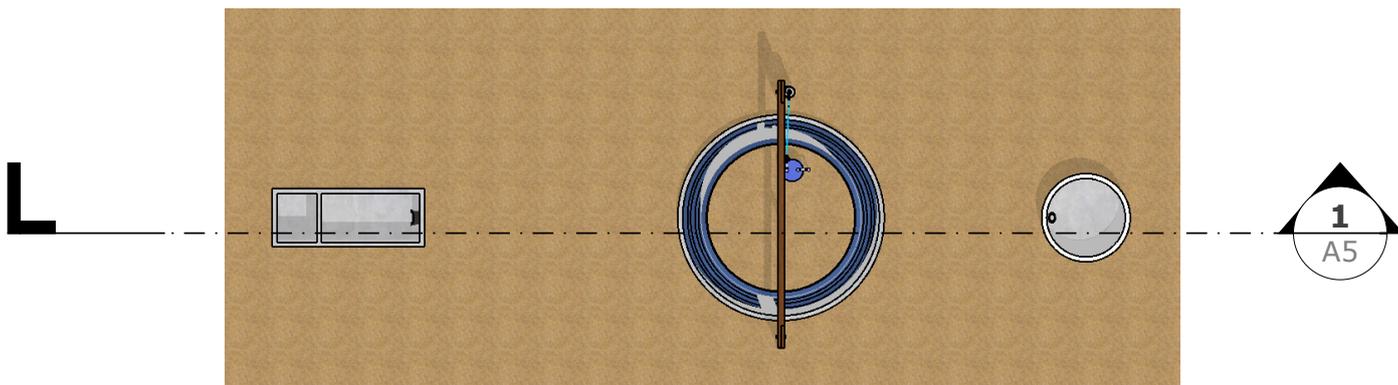
A manutenção regular de um biodigestor é crucial para garantir seu funcionamento eficiente e seguro ao longo do tempo, para tal, algumas precauções devem ser tomadas. A saber:

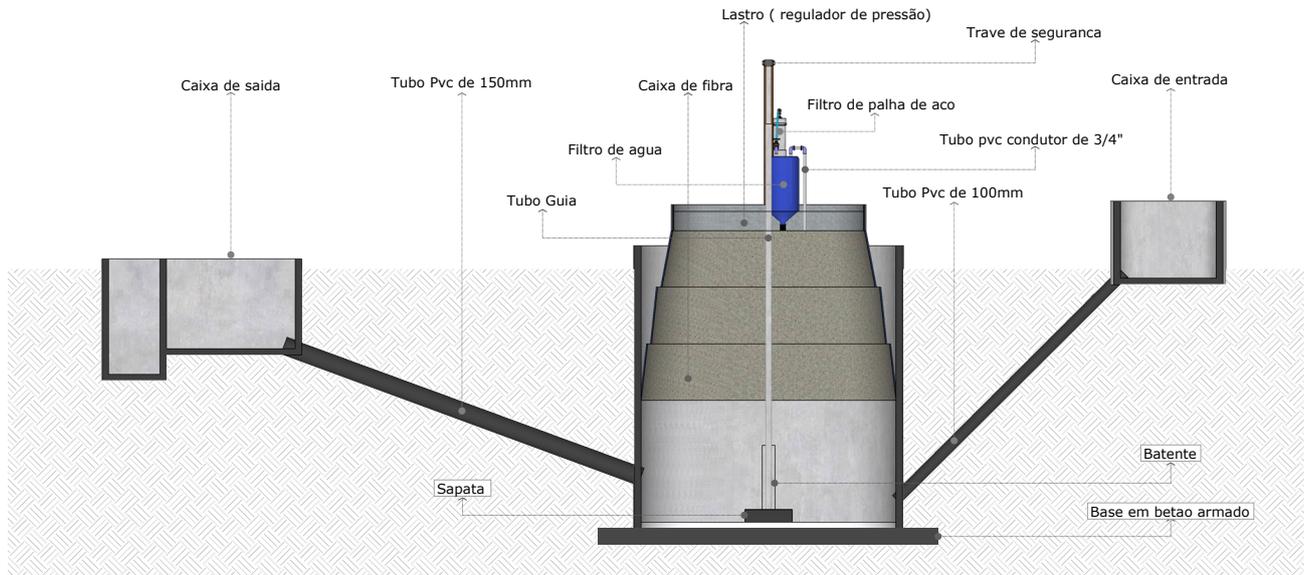
- **A limpeza periódica:** é necessária para remover resíduos sólidos acumulados, evitando obstruções que possam prejudicar a decomposição anaeróbica.
- **Verificação e reparação de vazamentos:** são importantes para evitar perdas de biogás e contaminação ambiental.
- **Monitoramento do nível de biogás:** ajuda a prevenir riscos de explosão, enquanto a manutenção das válvulas e conexões assegura o funcionamento adequado do sistema.
- **Ventilação adequada:** é essencial para evitar a acumulação de gases tóxicos ou inflamáveis. Além disso, o treinamento dos operadores é fundamental para garantir que saibam como realizar a manutenção de forma segura e eficaz.

SEGURANÇA

Desde que a manutenção adequada seja realizada de forma regular, o biodigestor não apresenta riscos significativos para a saúde pública. Isso ocorre porque qualquer anomalia pode ser identificada e corrigida a tempo, evitando assim situações que possam representar perigos para a saúde pública. A manutenção adequada garante que o sistema funcione conforme projetado, minimizando o potencial de vazamentos de gases tóxicos ou inflamáveis, bem como o acúmulo excessivo de resíduos que poderiam causar contaminação ambiental. Portanto, ao realizar a manutenção de forma diligente e oportuna, podemos garantir a segurança do biodigestor e proteger a saúde pública.

**CORTE
EXPLICATIVO**

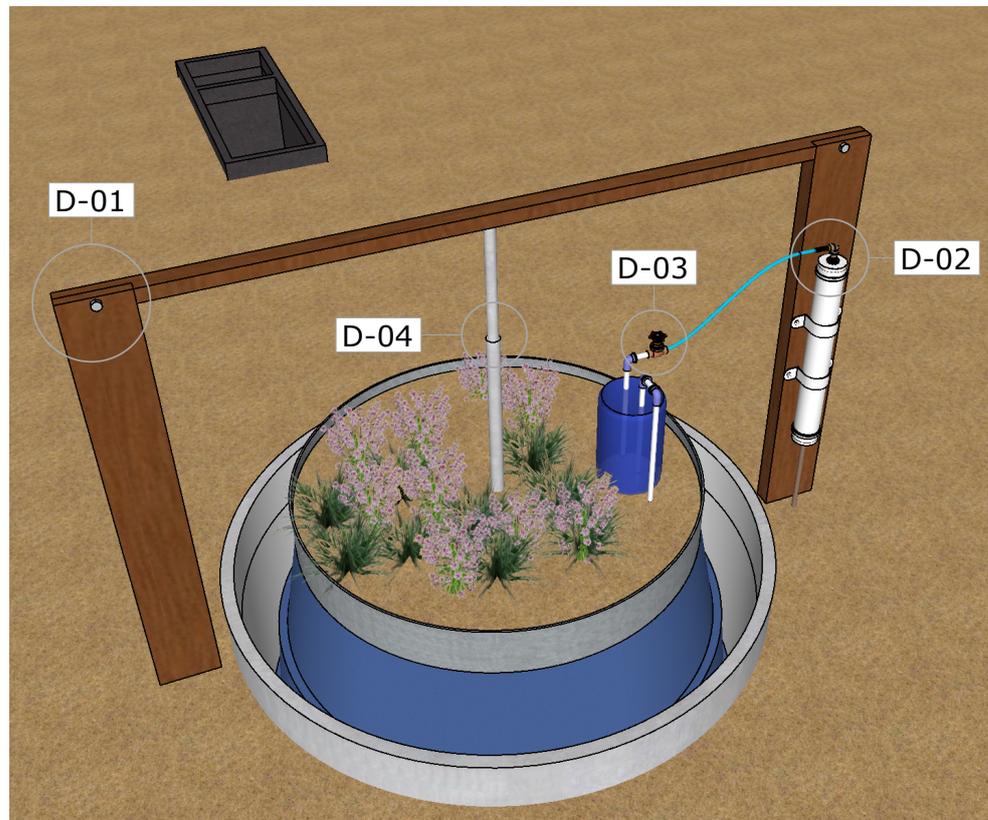


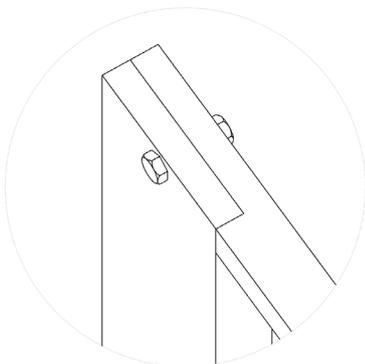


A E: CORTE LONGITUDINAL

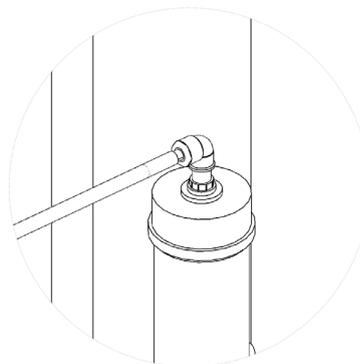
001 1/30

DETALHES DE FIXAÇÃO

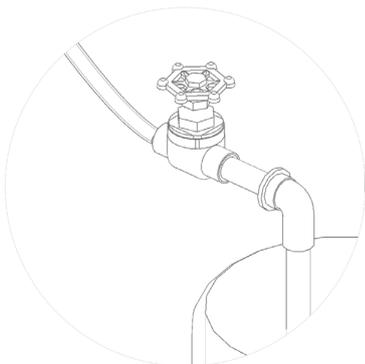




D-01 Conexão da trave de segurança



D-02 Filtro de palha-de-aco (conexão Biogás-filtro)



D-03 Conexão biogás-filtro de água



IV

CASO DE ESTUDO

4.1. LOCALIZAÇÃO

4.2. DESCRIÇÃO

4.3. ASSOCIAÇÃO DAS FAMÍLIAS

4.4. ÁREA PARA INSTALAÇÃO DO
BIODIGESTOR



LUÍS CABRAL

BAIRRO

LOCALIZAÇÃO

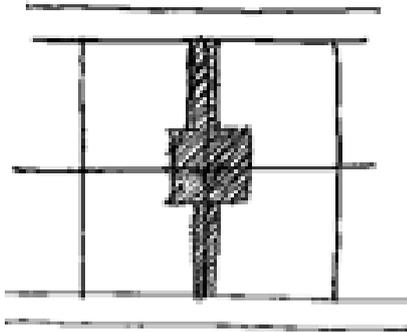
O bairro Luís Cabral está localizado na Cidade de Maputo, limitado pela EN1 e EN4, e está próximo aos bairros de Jardim e Chamanculo "C".



DESCRIÇÃO

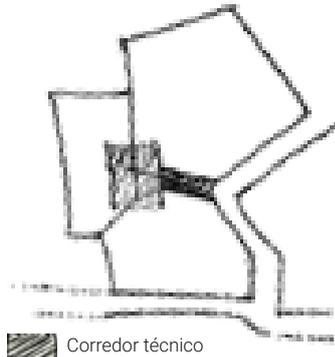
O bairro Luís Cabral é um dos bairros da cidade de Maputo, e apresenta vários cenários na sua morfologia, descritos, neste trabalho, como: cenário A, cenário B, e cenário C. ”.

CENÁRIO A



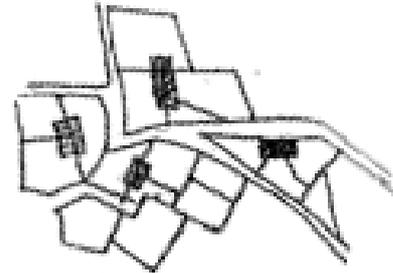
Seria a malha ideal para a intervenção, apresentando uma malha urbana ortogonal, com acessibilidade bem definida e clara. Neste caso, criar-se-ia um corredor técnico, tomando partido de cada lote dos beneficiários para a instalação do biodigestor.

CENÁRIO B



Apresenta uma malha considerada semiformal, porque não é ortogonal, mas também apresenta vias de acesso com dimensões suficientes para a circulação de pessoas e carros. Neste cenário, pode-se criar um corredor técnico, pois os lotes, apesar de serem irregulares, têm logradouro com dimensões razoáveis

CENÁRIO C



Seria o mais caótico, onde a malha é orgânica, os lotes têm áreas muito reduzidas e, é uma área de difícil acesso. Para este, não seria possível criar um corredor técnico para a instalação do biodigestor, devendo-se fazer a mesma em uma das casas dos beneficiários.



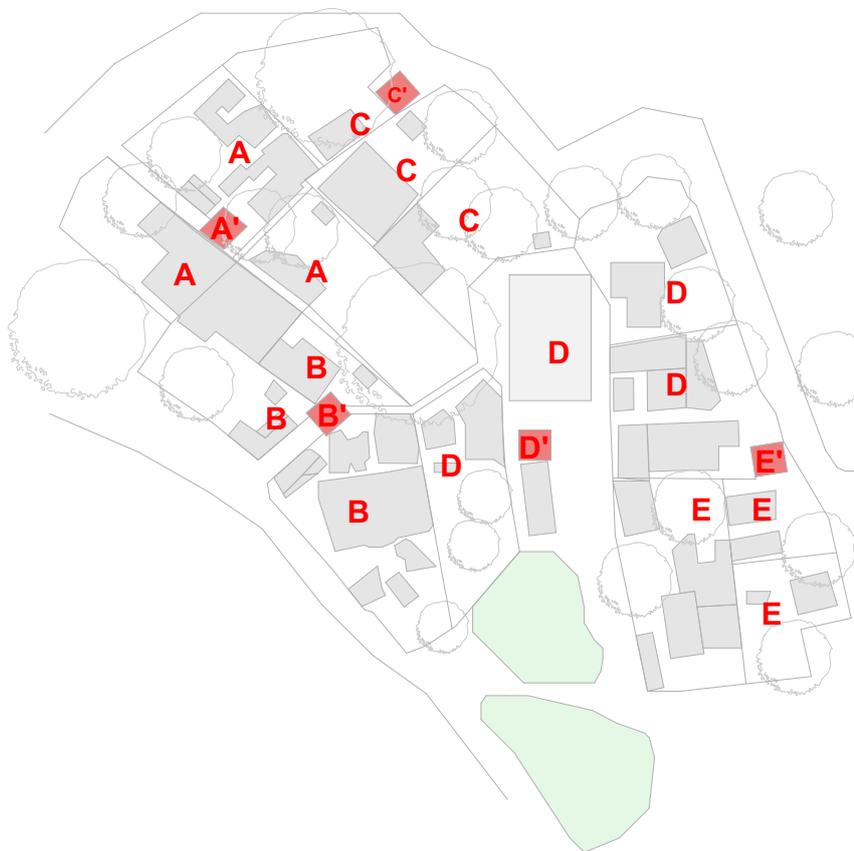
SITUAÇÃO ATUAL



ESCALA: 1/1000

LEGENDA

-  Habitações existentes
-  Igreja
-  Anexos
-  Limite dos lotes e arruamentos
-  Áreas de convívio



A GRUPAMENTO DAS FAMÍLIAS E POSSÍVEL ÁREA DE INSTALAÇÃO DO BIODIGESTOR

As famílias serão organizadas de acordo com a sua localização geográfica, visando garantir a proximidade entre elas. Isso é essencial para compartilhar o biodigestor de forma eficiente, evitando custos adicionais com a instalação de tubulações tanto para a coleta de matéria orgânica quanto para a distribuição do biogás. Essa estratégia visa otimizar os recursos disponíveis e maximizar os benefícios do sistema para todas as famílias envolvidas.



ESCALA: 1/1000

LEGENDA

As letras indicam a intersecção das casas para o associativismo comunitário (xitique).

 Área para o biodigestor



PROPOSTA

Propõe-se realizar um pequeno afastamento das vedações para ampliar algumas vias de acesso, criando assim um corredor técnico que possibilitará o acesso ao biodigestor para manutenção e carregamento do equipamento. Esse ajuste será feito de modo a evitar a necessidade de demolir as casas principais; em vez disso, serão transferidos alguns anexos de um lugar para outro no mesmo lote. Cada família deverá ceder um máximo de 1 metro de afastamento do lote em direção à rua, garantindo assim a viabilidade e a praticidade do corredor técnico.

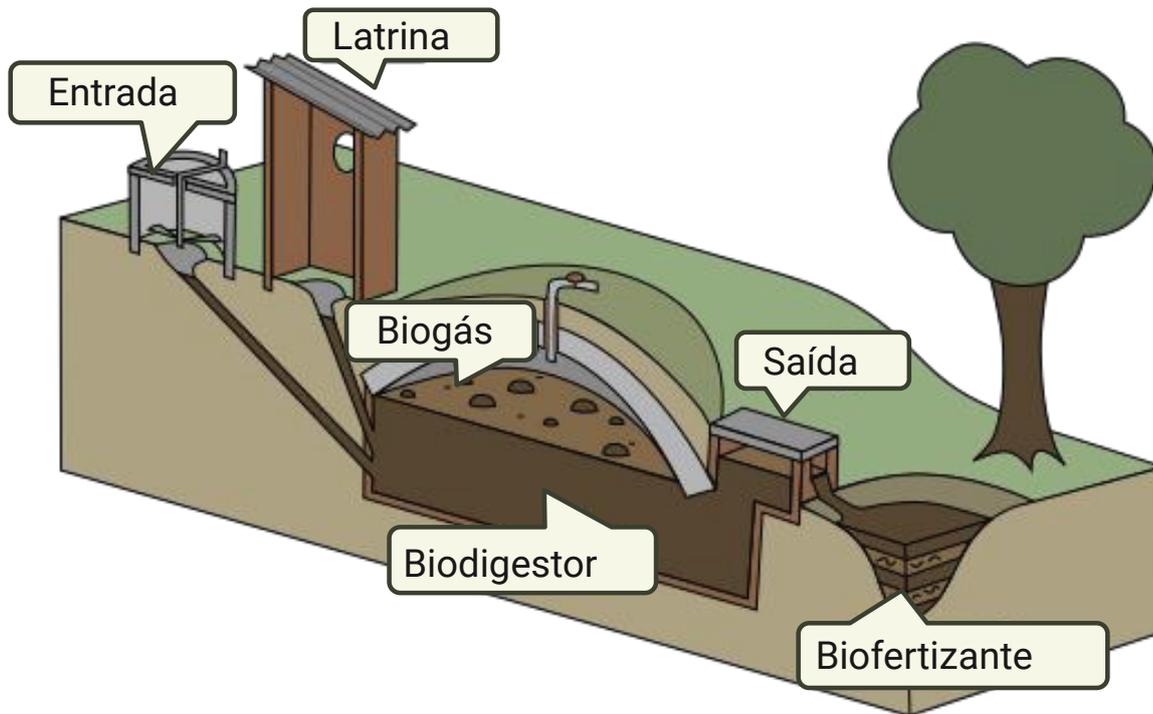


ESCALA: 1/1000

LEGENDA

-  Habitações existentes
-  Afastamentos (ampliação das ruas)
-  Novas construções (anexos)
-  Área para o biodigestor
-  Limite dos lotes e arruamentos
-  Áreas de convívio

CIRCUITO DE RECOLHA DE RS (RESÍDUOS SÓLIDOS) E PRODUÇÃO DE ENERGIA.



ESCOLHA DE UM DOS CONJUNTOS PARA O ESTUDO DETALHADO

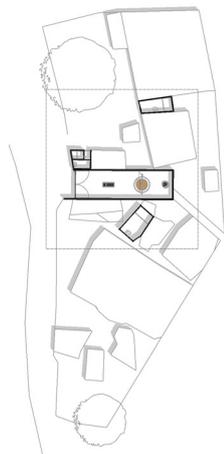


ESCALA: 1/1000

LEGENDA

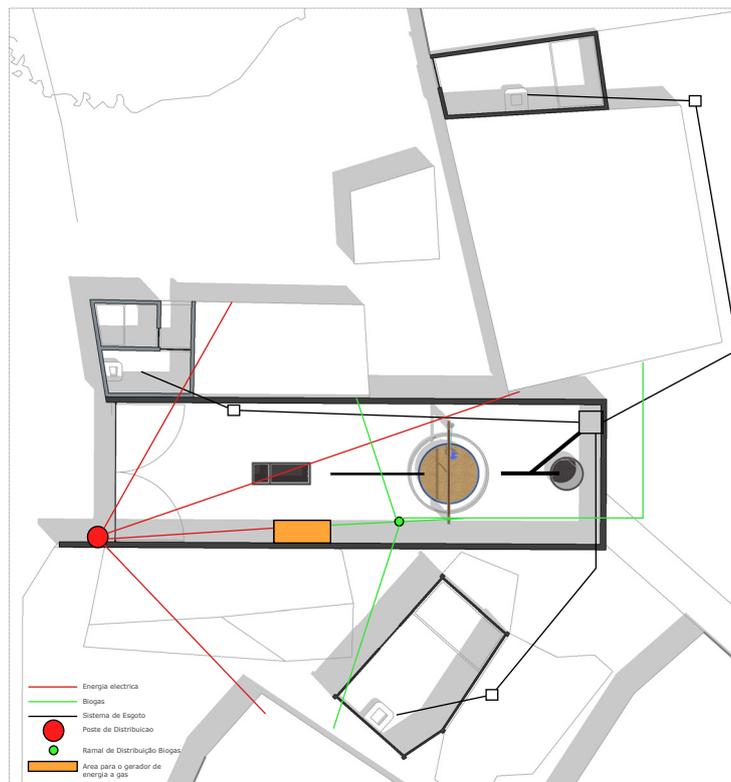
-  Habitações existentes
-  Área para o biodigestor
-  Anexos
-  Limite dos lotes e arruamentos

IMPLANTACAO E SISTEMA DE BIOGAS DOMÉSTICO



Planta de Piso: Unidades Sanitarias
ESCALA: 1/1000

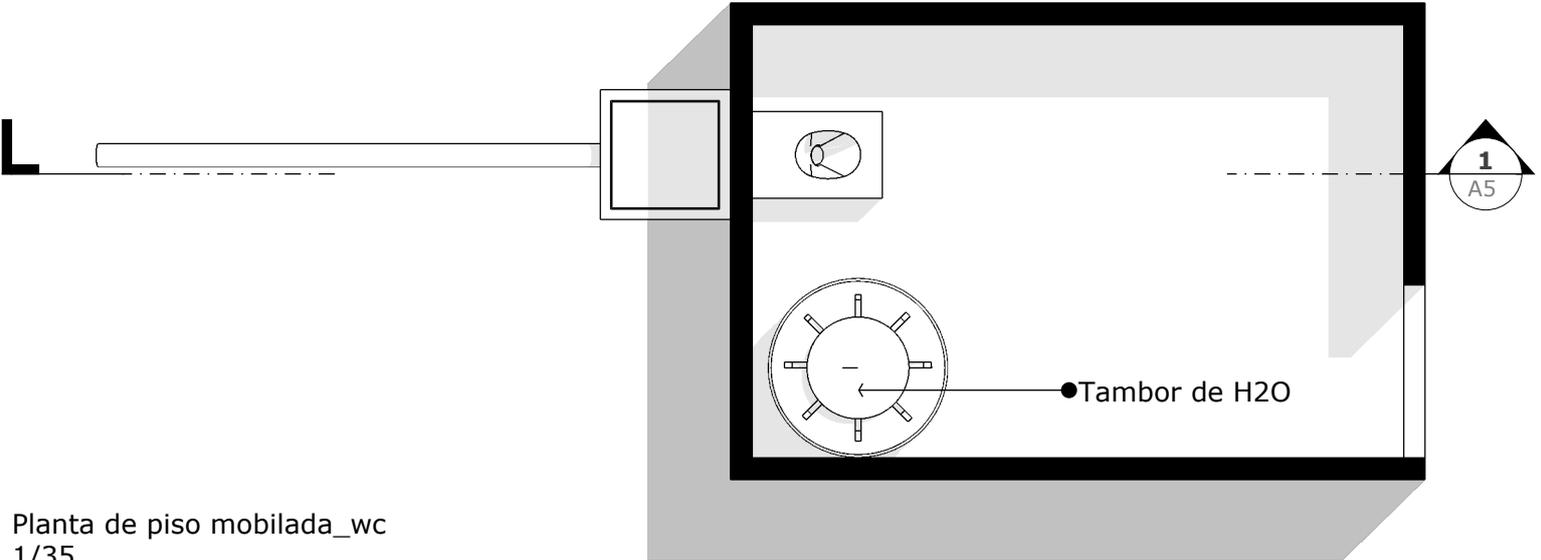
Planta de Piso: Unidades Sanitarias
ESCALA: 1/200





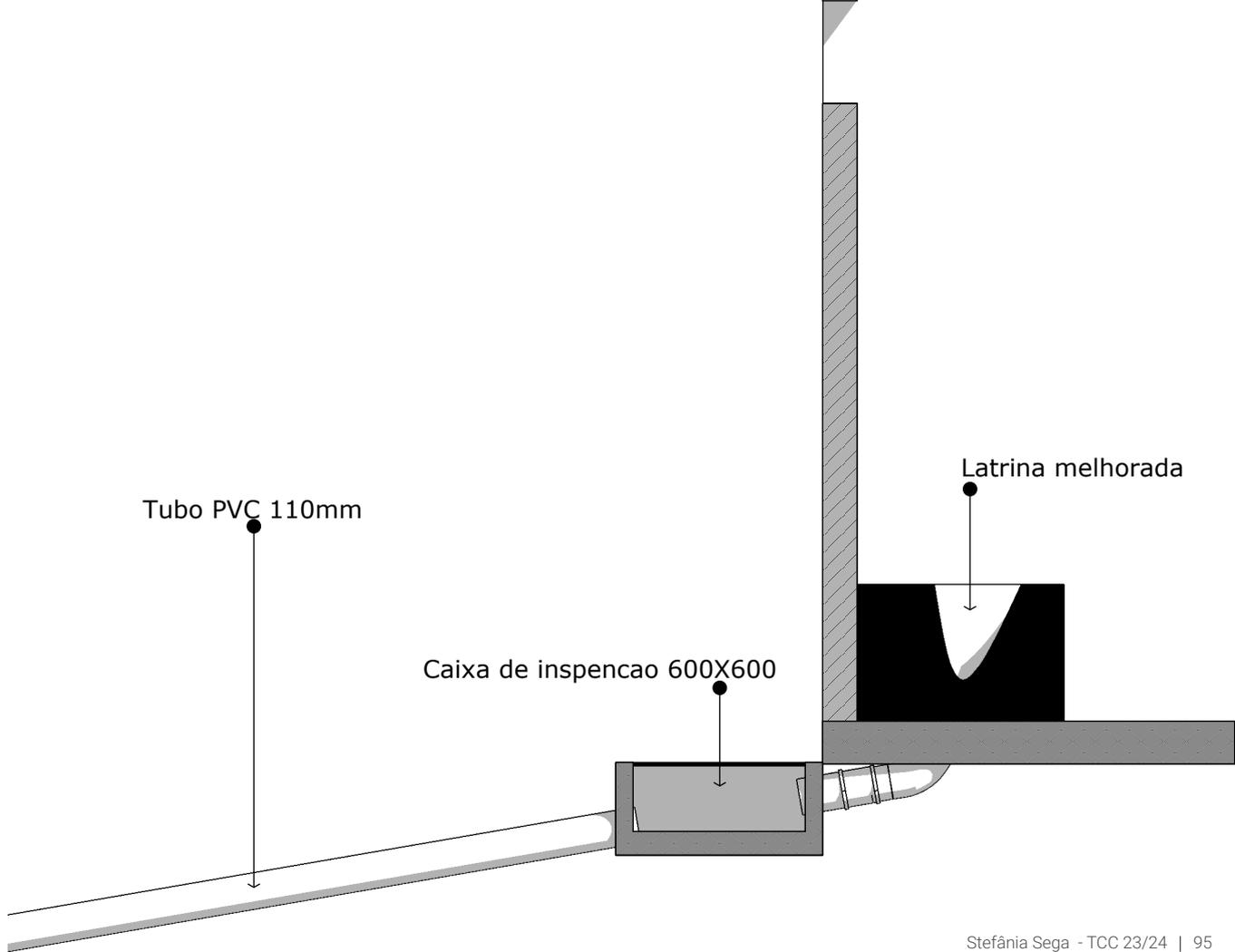
- Tubo de distribuição de biogás
- Dreno de sistema
- Gerrador
- Lampada
- Instalação electrica

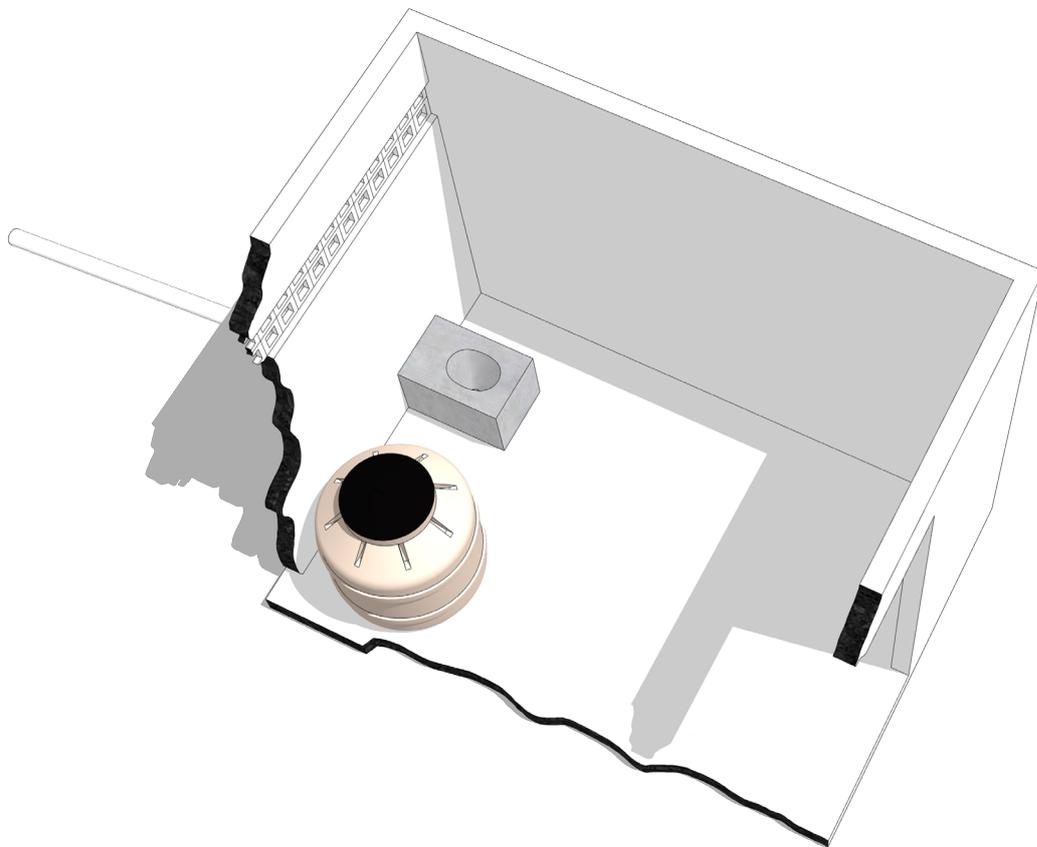
Planta de distribuição de biogás
 ESCALA: 1/200

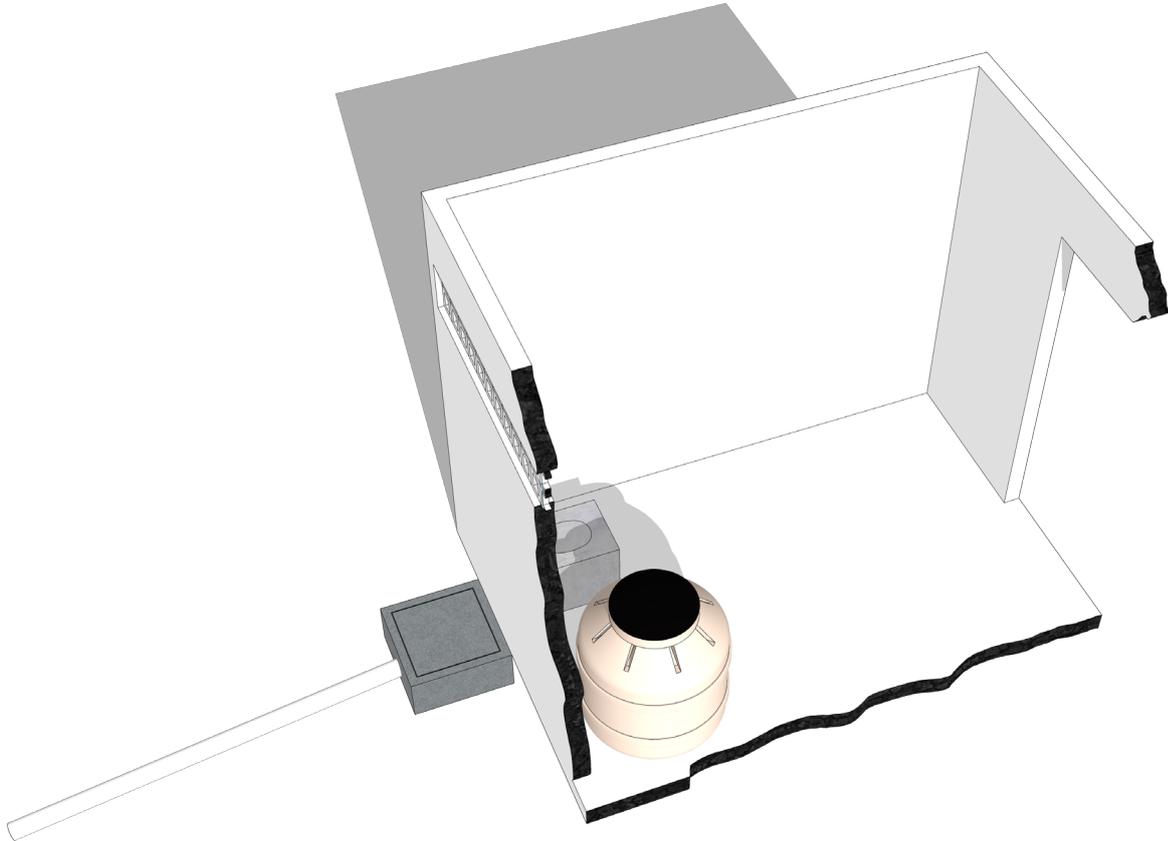


Planta de piso mobilada_wc
1/35









ESTIMATIVA DE GÁS E ENERGIA A PRODUZIR

| Animal | Dejeto (kg/dia) | Biogás (m³/dia/ animal) | GLP (kg/dia) | Energia (kWh/dia) |
|----------------|-----------------|----------------------------|--------------|-------------------|
| Suíno | 16 | 0,19 | 0,08 | 0,19 |
| Bovino | 45 | 0,54 | 0,22 | 0,54 |
| Bubalino | 25 | 0,60 | 0,24 | 0,60 |
| Caprino/ Ovino | 2,8 | 0,07 | 0,03 | 0,07 |
| Equino | 10 | 0,36 | 0,14 | 0,36 |
| Aves | 0,09 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| Matilha | 0,33 | 0,03 | 0,01 | 0,03 |
| Manada | 90,6 | 6,43 | 2,57 | 6,43 |
| Humano | 1,25 | 1,01 | 0,90 | 0,72 |



VI

CONCLUSÕES RECOMENDAÇÕES

5.1. CONCLUSÕES

5.2. RECOMENDAÇÕES

RECOMENDAÇÕES

- Escolher um lugar longe das fontes de água potável para evitar contaminações;
- Optar sempre, que possível, por materiais disponíveis no dia-a-dia, lembrando se sempre dos 3 R's;
- Certificar se de entender os requisitos de manutenção do biodigestor e reservar tempo para realizar as tarefas necessárias, como adição de matéria orgânica, mistura e remoção do biofertilizante;
- Maximizar o uso do biogás para cocção e iluminação;
- Procurar por materiais de construção acessíveis e duráveis
- Estar atentos a quaisquer odores desagradáveis, ou fugas de biogás e condições climáticas;
- Continuar a aprender sobre biodigestores e práticas de manuseio;
- Procurar sempre um especialista para o dimensionamento e construção do biodigestor.
- Procurar saber sobre a disponibilidade da matéria orgânica local;
- O local não deve ser sombreado, já que o calor é um importante fator na eficiência da produção de biogás.





REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<https://e-35.it/wp-content/uploads/2019/11/3.-Manual-Methodol%C3%B3gico-de-Interven%C3%A7%C3%A3o-Integrada-em-Assentamentos-Informais.pdf>

https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Vista-aerea-da-cidade-de-Matola-2004-situada-no-suburbio-de-Maputo-Fonte_fig1_343956796

https://www.researchgate.net/publication/366976345_As_cidades_de_canico_um_olhar_sobre_os_assentamentos_informais_em_Mocambique_a_partir_da_cidade_de_Maputo/link/63bc595ec3c99660ebdf552a/download

ALER. Energias renováveis em Moçambique: Relatório Nacional do ponto de situação. 2. ed. Maputo: Associação Lusófona de Energias Renováveis, 2017.

AQUINO, A. et al. Notas sobre a Floresta em Moçambique. Maputo: Grupo Banco Mundial e Sweden Sverige, 2018. BRAND, M. A. et al. Produção de biomassa para geração de energia em povoamento de Pinus taeda L. com diferentes idades. Redalc.org, v. 38, n. 3, p. 353–360, 2014.

https://www.bioguia.com/innovacion/biodigestores_29295392.html

<https://blog.arksustentavel.com/biodigestor-como-funciona-quais-os-tipos-e-vantagens/>

https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Modelo-de-biodigestor-tipo-caseiro-Fonte-Arruda-et-al-2002_fig4_353559687

BROUWER, R.; FALCAO, M. P. Wood fuel consumption in Maputo, Mozambique. Biomass and Bioenergy, v. 27, p. 233- 245., 2004. CARDONA, C. A.; QUINTERO, J. A.; PAZ, I. C. Production of bioethanol from sugarcane bagasse: Status and perspectives. Bioresource Technology, v.101, n.13, p.4754–4766, 2010.

**REFERÊNCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

<https://www.educapoint.com.br/blog/pecuaria-geral/modelos-biodigestores-viabilidade-economica/>

<https://energiaebiogas.com.br/biogas>

DOCUMENTOS TEMÁTICOS Objetivos de Desenvolvimento
Sustentável file:///Users/user/Downloads/

