



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



Proposta de implantação de Fossa Biodigestora adaptada para ambiente de várzea para a sede do projeto social Sorrisos dos Rios

Camila Silva Pina

Belém - PA
Dezembro/2023

CAMILA SILVA PINA

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE FOSSA BIODIGESTORA ADAPTADA PARA
AMBIENTE DE VÁRZEA PARA A SEDE DO PROJETO SOCIAL SORRISOS DOS
RIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Professora Dra. Nivea Gabriela Benevides De Albuquerque

**Belém - PA
Dezembro/2023**

CAMILA SILVA PINA

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE FOSSA BIODIGESTORA ADAPTADA PARA
AMBIENTE DE VÁRZEA PARA A SEDE DO PROJETO SOCIAL SORRISOS
DOS RIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Belém, 22/12/2023

Examinadores

Professora Dra. Nivea Gabriela Benevides De Albuquerque

Universidade Federal do Pará | UFPA, ITEC, FEC

Orientador(a)

Professor Dr. Lindemberg Lima Fernandes

Universidade Federal do Pará | UFPA, ITEC, FAESA

Membro da banca

Professora Dra. Ana Kláudia de Almeida Viana Perdigão

Universidade Federal do Pará | UFPA, ITEC, FAU

Membro da banca

DEDICATÓRIA

A minha família, pelo carinho.
Aos meus amigos, pelo apoio.
Ao meu gatinho, Pip, pelos afagos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as bênçãos e ensinamentos que tive ao longo da minha jornada até aqui. Agradeço aos meus pais, Abilio e Edmê, que passaram incontáveis semanas aguardando (e me cobrando) para a chegada deste momento, e por nunca medirem esforços para me ver crescer e alcançar os meus sonhos e ser feliz. Agradeço ao meu irmão Gabriel por ser um bom exemplo pra mim (as vezes). Agradeço aos meus amigos e amigas que estiveram ao meu lado desde o ensino médio até esse momento, em especial aos meus amigos de turma pela parceria e pelo apoio nos momentos mais difíceis da graduação. Agradeço aos meus colegas de trabalho pela ajuda e compreensão, em especial nesses momentos finais. Agradeço a minha orientadora e tutora profa. Nívea, por todo o apoio e dedicação não somente com o projeto, mas com o grupo PET, que sempre estará no meu coração. Agradeço a profa. Kláudia pelo incrível suporte para fazer os nossos projetos saírem do papel. Agradeço a Roberta por ter acreditado no nosso potencial de conseguir transformar os sonhos da Sorrisos em Realidade. Por fim, agradeço a todo corpo técnico das universidades públicas do país por viabilizar iniciativas tão importantes como essa para a criação de um Brasil mais justo para todos.

RESUMO

Este documento apresenta uma proposta para a implementação de um sistema de biodigestor adaptado em um ambiente de várzea para a sede do projeto social Sorrisos dos Rios. O projeto tem como objetivo fornecer serviços básicos de saúde para comunidades ribeirinhas vulneráveis na região metropolitana de Belém, Pará, Brasil. A proposta destaca os desafios enfrentados no estado do Pará em relação aos serviços de saúde pública e saneamento básico em áreas remotas. Ele enfatiza a importância de soluções sustentáveis e introduz o conceito de um sistema de biodigestor, que pode tratar efluentes e contribuir para a preservação ambiental. O documento discute a metodologia do projeto, incluindo visitas técnicas, coleta de dados e a intervenção proposta. Também apresenta estudos de caso bem-sucedidos de implementações de biodigestores em áreas rurais no Brasil. O documento conclui enfatizando o potencial do sistema de biodigestor para melhorar a qualidade de vida das comunidades ribeirinhas e sugere trabalhos futuros para expandir a implementação dessas tecnologias em áreas rurais.

Palavras-chave: projeto, comunidade ribeirinha, projeto de esgoto, fossa biodigestora.

ABSTRACT

This document presents a proposal for the implementation of an adapted biodigester septic tank system in the várzea environment for the headquarters of the social project "Sorrisos dos Rios". The project aims to provide basic healthcare services to vulnerable riverine communities in the metropolitan region of Belém, Pará, Brazil. The proposal highlights the challenges faced in the state of Pará regarding public health services and basic sanitation in remote areas. It emphasizes the importance of sustainable solutions and introduces the concept of a biodigester septic tank system, which can treat effluents and contribute to environmental preservation. The document discusses the methodology of the project, including technical visits, data collection, and the proposed intervention. It also presents successful case studies of biodigester septic tank implementations in rural areas in Brazil. The document concludes by emphasizing the potential of the biodigester septic tank system to improve the quality of life for riverine communities and suggests future work to expand the implementation of these technologies in rural areas.

Keywords: project, riverside community, sewage project, biodigester pit.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Logomarca do projeto Sorrisos dos Rios	2
Figura 2 - Grupo técnico do Projeto Sorrisos dos Rios.....	3
Figura 3 - Imagens por satélite da região de implantação da sede	4
Figura 4 - Esquema da Fossa séptica Biodigestora	17
Figura 5 - Capa da cartilha de construção da Fossa Biodigestora elaborada pela Embrapa e parceiros	18
Figura 6 - Implantação de Fossa Séptica Biodigestora pelo projeto SEMA Erro! Indicador não definido.	
Figura 7 - Instalação das Fossas Biodigestoras nas propriedades rurais com a participação da comunidade rural..... Erro! Indicador não definido.	
Figura 8 - Reunião de alinhamento entre a diretoria do projeto, grupo PET e grupo LEDH	21
Figura 9 - Execução do Laudo de Sondagem pela equipe técnica.....	21
Figura 10 - Dinâmica realizada com o corpo técnico do projeto e a comunidade.....	22
Figura 11 - Apresentação do projeto arquitetônico para a comunidade.....	22
Figura 12 - Membros do grupo PET e LEDH em frente ao Centro Comunitário da comunidade Guajará Miri	23
Figura 13 - Atendimento realizado pela Sorrisos dos Rios na comunidade de Guajará Miri	24
Figura 14 - Condições das estivas de acesso ao terreno da sede.....	25
Figura 15 - Edificação próxima ao terreno da sede	26
Figura 16 - Reunião de alinhamento dos membros dos grupos PET e LEDH	27
Figura 17 - Representação 3D do projeto da sede	28
Figura 18 - Planta Baixa do projeto da sede	29
Figura 19 - Representação 3D do projeto da sede	30
Figura 20 - Representação 3D do projeto da sede	30
Figura 21 - Esquema do sistema da Fossa Séptica Biodigestora Fonte: GALINDO et al. (2010).....	32
Figura 22 - Esquema de localização da Fossa Biodigestora	33
Figura 23 - Vista de detalhamento da Fossa Séptica Biodigestora do projeto.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATAIC – Associação dos Trabalhadores Agroextrativistas da Ilha das Cinzas

CEASA – Centrais de Abastecimento do Estado do Pará

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos

FSB – Fossa Séptica Biodigestora

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEPS – Instituto de Estudos para Políticas de Saúde

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

LEDH – Laboratório Espacial de Desenvolvimento Humano

MEC – Ministério da Educação e Cultura

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

PET – Programa de Ensino Tutorial

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

UFPA – Universidade Federal do Pará

WWAP – World Water Assessment Programme

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVOS	4
1.2. MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	5
2. COMPREENSÃO DO CONTEXTO REGIONAL	7
1.3. POLÍTICAS PÚBLICAS DE SAÚDE NA AMAZÔNIA.....	7
1.4. SANEAMENTO BÁSICO E DESENVOLVIMENTO.....	8
1.5. SUSTENTABILIDADE E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS.....	10
2. METODOLOGIA	20
2.1. ENTENDIMENTO DO PROJETO E REGIÃO DE IMPLANTAÇÃO	20
2.1.1. VISITAS TÉCNICAS	20
2.1.2. ACOPANHAMENTO DE AÇÕES	23
2.2. ASPECTOS DO PROJETO	23
2.3. ASPECTOS DA COMUNIDADE	25
2.4. COLETA DE DADOS.....	27
2.5. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO	27
3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	31
3.1. ELABORAÇÃO DO PROJETO DE FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA	31
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
5. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	36

1. INTRODUÇÃO

O renomado filósofo Aristóteles mencionou em seus trabalhos que a sociedade, como forma de construção da democracia, deveria exercer funções em seu próprio benefício, de forma a criar um governo de todos e para todos. A política deveria superar as barreiras da individualidade humana, criando regras claras para a organização dos interesses comuns da população e imprimindo forças para o cumprimento destas regras e solucionar eventuais conflitos envolvendo a interpretação dessas regras. Pensando nesses princípios, foi fundamentada a Constituição Federal, que apresenta como objetivo fundamental a construção de uma sociedade livre, justa e solidária, promovendo o bem de todos.

A construção de uma sociedade democrática está estreitamente vinculada à promoção da saúde e ao acesso adequado ao saneamento. A saúde robusta não apenas impulsiona o desenvolvimento socioeconômico, mas também capacita os cidadãos a participar ativamente na vida democrática. O saneamento adequado desempenha um papel crucial na prevenção de doenças, proporcionando condições de vida dignas e contribuindo para um ambiente saudável. Ao garantir acesso universal à saúde e saneamento, promove-se a equidade social e fortalece os alicerces de uma sociedade democrática, comprometida com a inclusão, justiça e participação plena de seus cidadãos.

No estado do Pará, as condições de acesso à saúde pública enfrentam desafios significativos, refletindo desigualdades e deficiências estruturais. Muitas regiões, especialmente áreas remotas e de difícil acesso, confrontam carências na oferta de serviços de saúde básicos. Apenas 68,7% da população paraense possui Cobertura da Atenção Básica, em comparação com 77,2%, média brasileira (IEPS, 2021). Em 2013, somente 10,64% da população da região Norte do país obteve atendimento odontológico oferecido pelo SUS. Além disso, na última pesquisa realizada, cerca de 56,61% da população ainda não havia tido uma consulta odontológica no ano presente da pesquisa (IBGE, 2013).

Quando analisamos as condições de saneamento básico, o Pará apresenta desafios expressivos que refletem disparidades e limitações estruturais. Cerca de

91,6% da população não possui acesso à coleta de esgoto no estado (SNIS, 2021). Municípios, especialmente aqueles em áreas remotas, muitas vezes carecem de infraestrutura adequada para fornecer água potável e tratamento de efluentes.

A escassez de profissionais de saúde e infraestrutura adequada contribui para a dificuldade de atender às demandas da população. Além disso, questões socioeconômicas impactam o acesso, com grupos vulneráveis enfrentando obstáculos adicionais. O enfrentamento desses desafios requer investimentos substanciais em infraestrutura, capacitação de profissionais e estratégias abrangentes para promover a equidade no acesso à saúde pública no estado do Pará.

Os projetos sociais desempenham um papel crucial no cenário de atendimento à saúde no Brasil, preenchendo lacunas e complementando os esforços do setor público. Com enfoque na promoção da saúde, prevenção de doenças e apoio a grupos vulneráveis, esses projetos atuam de maneira ágil e flexível, muitas vezes conseguindo atender demandas específicas que podem passar despercebidas em grandes sistemas de saúde. Além disso, essas organizações desempenham um papel fundamental na advocacia por políticas de saúde mais inclusivas e na conscientização da população sobre questões de saúde. Ao fornecer serviços diretos, programas educacionais e apoio psicossocial, as ONGs contribuem significativamente para a construção de uma sociedade mais saudável e equitativa, abordando lacunas e desafios que podem ser difíceis de serem enfrentados apenas pelo setor público.



Figura 1 - Logomarca do projeto Sorrisos dos Rios
Fonte: Sorrisos dos Rios

A Sorrisos dos Rios é um projeto não governamental que foi criado em 2016 com o objetivo de prestar serviços de atendimento básico em diversas áreas da saúde, entre elas medicina, odontologia, nutrição, enfermagem, psicologia e educação física para comunidades ribeirinhas em situação de vulnerabilidade social na região metropolitana de Belém - PA. Atualmente, o projeto atua de maneira independente de qualquer tipo de incentivo financeiro de instituições governamentais ou privadas, contando com a participação de voluntários de diversas especialidades, realizando visitas mensais nas comunidades e ofertando serviços como atendimento odontológico básico, atendimento médico básico e atendimento nutricional, além de oferecer palestras e dinâmicas para a o público infanto juvenil acerca de cuidados básicos de higiene e saúde. O grupo também realiza ações de doação de cestas básicas, roupas, remédios, brinquedos e itens de higiene e beleza para as comunidades atendidas.



Figura 2 - Grupo técnico do Projeto Sorrisos dos Rios
Fonte: Sorrisos dos Rios

Como consequência do aumento de notoriedade do grupo, bem como o desejo de ampliar a oferta de serviços e frequência de atendimentos, de forma a aumentar o número de pessoas impactadas positivamente pelo projeto, a Sorrisos dos Rios iniciou, em conjunto com o grupo PET de Engenharia Civil e o grupo LEDH, a concepção dos projetos arquitetônico e de engenharia da sede do grupo, a qual tem como objetivo principal estabelecer um posto fixo para atendimento das comunidades, bem como desenvolvimento de uma infraestrutura mais completa, segura e higiênica para atendimento da população.

O espaço destinado à construção do consultório odontológico da “Sorrisos dos Rios”, onde serão desenvolvidos atendimentos e outros eventos assistenciais à população ribeirinha se localiza na região do Porto da CEASA, localizado em torno de 10km via terrestre da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto, campus sede da Universidade Federal do Pará, localizada no bairro do Guamá (Belém/PA). O acesso ao terreno se dá por meio de estivas construídas pelos próprios moradores da região ou por a partir de meios de transporte aquaviário. As construções são majoritariamente em formato de palafitas de madeira de um andar.

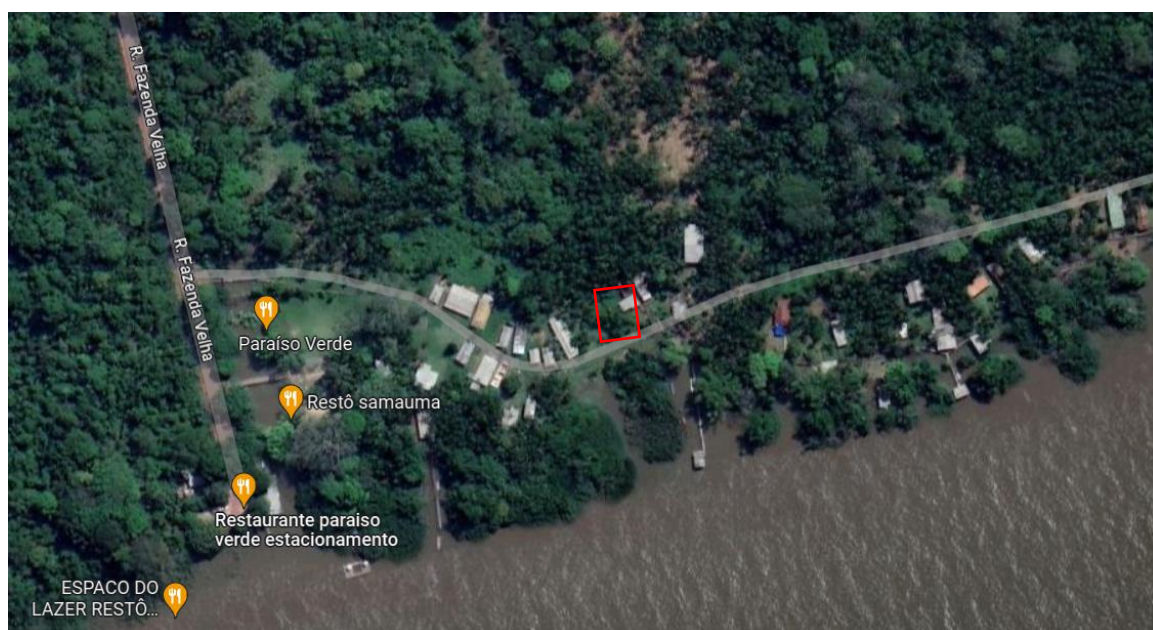


Figura 3 - Imagens por satélite da região de implantação da sede
Fonte: Google Earth

1.1. OBJETIVOS

Geral:

- Redução do impacto ambiental da região a partir da implementação de um projeto de fossa biodigestora para tratamento de efluentes, visado a preservação da flora e fauna local, bem como a melhoria da qualidade de vida da população ribeirinha residente ao entorno da edificação.

Específicos:

- Mapeamento do plano de necessidades do corpo técnico do projeto social Sorrisos dos Rios para operar ações sociais dentro da sede a ser implantada, captando informações importantes para o dimensionamento dos projetos complementares.
- Identificação das principais características da região e da comunidade a qual será implantada a sede do projeto, visando adaptar soluções de engenharia para a realidade do local.
- Apresentação de uma proposta de projeto hidrossanitário adaptado ao ambiente de palafitas, com baixo custo e de baixo impacto ambiental.

1.2. MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA

A iniciativa de elaborar os projetos teve início com a abordagem aos membros do grupo PET (Programa de Educação Tutorial) de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará (UFPA). Este grupo, atualmente orientado pela Professora Dra. Nívea Albuquerque, da Faculdade de Engenharia Civil (FEC).

O Programa de Ensino Tutorial (PET) é uma iniciativa do governo brasileiro que visa promover a formação acadêmica de estudantes universitários por meio de atividades que estimulam o ensino, pesquisa e extensão. Criado pelo Ministério da Educação (MEC) em 1979, o PET tem como objetivo principal contribuir para a melhoria da qualidade do ensino superior (MEC, 2006).

O PET opera em diversas áreas do conhecimento e está presente em instituições de ensino superior de todo o país. Cada grupo PET é composto por estudantes bolsistas, sob a orientação de um tutor, geralmente um professor da instituição. Os grupos são organizados de acordo com cursos de graduação específicos e desenvolvem atividades que complementam a formação acadêmica dos participantes.

As atividades do PET abrangem o tripé ensino, pesquisa e extensão. No aspecto do ensino, os grupos PET podem oferecer monitorias, auxiliar no desenvolvimento de disciplinas e promover atividades que contribuam para o

aprendizado dos estudantes. Na pesquisa, os participantes são incentivados a desenvolver projetos acadêmicos, muitas vezes interdisciplinares, que contribuam para a produção de conhecimento em suas áreas de atuação. Além disso, o programa estimula a participação em eventos científicos e a publicação de trabalhos.

No que diz respeito à extensão, os grupos PET são incentivados a realizar atividades que promovam a integração entre a universidade e a comunidade, levando o conhecimento acadêmico para além dos muros da instituição. Isso pode envolver a realização de eventos, projetos sociais, palestras e outras ações que beneficiem a sociedade.

Dada a natureza multidisciplinar do projeto, o grupo PET Civil UFPA estabeleceu uma parceria com o Laboratório de Espaço e Desenvolvimento Humano (LEDH), liderado pela professora Dra. Kláudia Perdigão da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU). Esse laboratório concentra seus esforços no desenvolvimento de estudos arquitetônicos voltados para a compreensão do uso espacial, comprometido com a cultura ribeirinha e a identidade da região Amazônica.

Assim, foi submetido o projeto intitulado "Projeto e Construção em Comunidades Ribeirinhas da Amazônia: Dois Estudos de Caso" à Pró-Reitoria de Extensão por meio do Edital PROEX/UFPA Eixo Transversal 2022, visando a institucionalização das ações propostas. O projeto foi aprovado com uma pontuação destacada, evidenciando a relevância desse suporte para a comunidade que buscou nossa assistência técnica na realização de construções de interesse coletivo. Em contrapartida, essa iniciativa proporciona uma valiosa experiência de extensão, contribuindo para a melhoria da ocupação espacial em comunidades carentes. Além disso, promove o desenvolvimento e a formação profissional dos estudantes participantes, oferecendo oportunidades para o aprimoramento de habilidades como liderança, gestão, desenvolvimento técnico de projetos, entre outras competências essenciais tanto para o mercado de trabalho quanto para sua formação social.

2. COMPREENSÃO DO CONTEXTO REGIONAL

Antes da proposição de uma solução de engenharia, é importante entender o contexto no qual as comunidades estão inseridas a partir da análise de diversos aspectos socio culturais. Entre eles, o contexto histórico da saúde pública nessa região é de grande importância para o entendimento das necessidades das comunidades.

1.3. POLÍTICAS PÚBLICAS DE SAÚDE NA AMAZÔNIA

1.3.1. População ribeirinha e a precariedade no acesso à saúde

Ao analisarmos a região amazônica, deve-se levar em consideração a sua pluralidade de condições, em razão do seu ambiente físico, natural ou humano, apresentando diversas diferenças socioculturais de uma região para outra, respeitando a relação dos nativos com a natureza. Os povos tradicionais da Amazônia podem ser identificados como nativos (índios), caboclos, ribeirinhos, quilombolas e seringueiros, demonstrando conhecimento no cultivo e preservação da fauna e da flora, além da prática da homeopatia herdada dos seus antepassados (POSEY, 1980). Os recursos dessas comunidades são majoritariamente destinados para a sua própria subsistência, utilizando mão de obra familiar e tecnologias que geram baixo impacto ao meio ambiente, utilizando-se a medicina pautada nos conhecimentos tradicionais desenvolvidos ao longo das gerações.

É necessário entender que essas comunidades apresentam direitos não apenas relacionados a posse das terras e recursos naturais, mas também dos serviços públicos considerados essenciais para uma vida digna, como políticas públicas sanitárias, de saúde, educação e profissionalizantes, para que esses povos não tenham sua dinâmica sociocultural suprimida pelos centros econômicos de poder (GONÇALVES; DOMINGOS, 2019).

Além da falta de serviços públicos, a população ribeirinha da Amazônia sofre com as enchentes, sendo necessário subir palafitas com pedaços de madeira para que as pessoas consigam salvar seus bens materiais dos alagamentos recorrentes, causados pelo aumento do nível dos rios. O meio de transporte é majoritariamente

fluvial (jangadas, canoas e barcos), o rio funciona como estradas para que as unidades de saúde flutuantes consigam chegar em áreas mais isoladas (Portal do Amazonas, 2015). Muitas comunidades sofrem com a ausência do acesso rodoviário e problemas de logística, como por exemplo, as Secretarias de Saúde demoram cerca de até três dias para dar atendimento nas localidades mais distantes (GAMA; FERNANDES; PARENTE; SECOLI, 2018)

Nota-se, portanto, que existe uma grande dificuldade de acesso dessas populações a serviços essenciais para a garantia de uma vida digna. Em comunidades mais afastadas ou com difícil acesso não há escolas ou unidades de saúde, fazendo com que a população deva se deslocar para outros municípios, enfrentando longas jornadas diárias, seja por barco ou até mesmo a pé. As dificuldades relacionadas ao acesso à zona mais urbanizada desfavorecem ainda mais a situação econômica dessas comunidades.

1.4. SANEAMENTO BÁSICO E DESENVOLVIMENTO

A garantia da disponibilidade e gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos é considerado o sexto dos dezessete Objetivos Para o Desenvolvimento Sustentável (ODS6) (IPEA, 2019). É considerado um consenso dentro da literatura que a implementação desse serviço é essencial para a garantia do bem estar social, principalmente por impactar diretamente a saúde das pessoas (WWAP, 2016). De acordo com o Relatório de 2006 do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2006), o investimento em ampliação ao acesso a saneamento básico e água potável pode gerar efeitos cumulativos na vida das pessoas, em especial comunidades menos favorecidas, corroborando com a redução da disparidade econômica e a vulnerabilidade social.

De forma a tornar o alcance das ODS mais tangível, foram formuladas metas que devem ser implementadas (BARTRAM; BROCKLEHURST; BRADLEY; MULLER et al., 2018). Para a ODS6, são consideradas duas metas principais: Garantia de acesso universal e equitativo de água potável a todos e garantia de saneamento básico e higiene também para todos. O alcance dessas metas é avaliado a partir de indicadores como percentual da população que utiliza serviços de água potável e a

proporção da população que tem acesso a serviços de saneamento seguros (CETRULO; MARQUES; MALHEIROS, 2019; MENSAH, 2020).

O acesso a serviços de saneamento básico adequado permanece como um significativo desafio para o desenvolvimento socioeconômico no Brasil. Conforme indicado pelos dados levantados pelo SNIS (2021), somente 48,52% da população do Pará desfruta de um sistema de abastecimento de água, o que representa quase a metade da média nacional, fixada em 84,1%. Quando observamos a infraestrutura de esgoto, os números se revelam ainda mais preocupantes. Apenas 8,32% da população paraense tem acesso a uma rede de esgoto, um índice crítico ao ser comparado com a média nacional de 55,8%, que, por si só, já é considerada relativamente baixa.

Monteiro, Lima e Cruz (2020) mencionam que os problemas de saneamento básico na Amazônia Brasileira, em especial no estado do Pará, são considerados estruturais a partir da análise do Censo de 2000 e 2010. Esses problemas não se restringem unicamente aos municípios mais carentes, uma vez que, mesmo em municípios que apresentam um Produto Interno Bruto (PIB) superior à média estadual, apresentam índices de saneamento precários (SILVA; OLIVEIRA; MENDES, 2020).

Partindo desse princípio, Sen (2011) argumenta que para que um indivíduo viva a vida que valoriza, é necessário remover as principais fontes de privação da sua liberdade, como: pobreza monetária, negligência de serviços públicos, violência do Estado, etc. Além disso, assegurar o provimento de bens sociais primários permite que os indivíduos em condições de vulnerabilidade econômica sejam capazes de alcançar “condições iniciais” mais justas, possibilitando a concorrência para alcançar melhores condições socioeconômicas ao longo de suas vidas. Essa visão passou a ser nomeada como “Abordagem das Capacitações” (SEN, 2018). O provimento desses serviços garante que os indivíduos possuam melhores condições iniciais para o seu desenvolvimento e, por essa razão, devem ser considerados como prioridade entre os objetivos das autoridades públicas e da sociedade civil.

Resumidamente, é possível dizer que a água é a base para o desenvolvimento humano a partir de dois principais fatores: água para a vida cotidiana e água para o sustento, a partir da produção de alimentos. O primeiro fator afeta diretamente o

cotidiano das pessoas, enquanto o segundo fator leva em consideração os processos econômicos mais amplos de produção, especialmente na agricultura e na pecuária.

De acordo com o relatório da PNUD (2006), as doenças de veiculação hídrica são consideradas as principais causas de mortalidade infantil pelo mundo, apresentando uma faixa de 1,8 milhões de crianças vítimas fatais de doenças diretamente relacionadas ao acesso precarizado a saneamento básico e água potável. Tal falta de acesso impedem a população de diversas comunidades de alcançar condições adequadas de saúde. A água potável e o saneamento básico são os principais fatores de prevenção da mortalidade infantil e poderiam ser até mesmo consideradas “vacinas”. O tratamento de água e saneamento está para a diarreia e outras doenças ligadas à água como a vacinação está para doenças como sarampo ou poliomielite (PNUD, 2006).

Nesse sentido, é evidente que o papel do saneamento básico apresenta dentro do desenvolvimento da sociedade é de extrema importância.

1.5. SUSTENTABILIDADE E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

O estabelecimento de uma relação harmoniosa entre seres humanos e a natureza é de grande importância para a preservação de recursos renováveis e não renováveis para as futuras gerações da humanidade e demais seres vivos. Comunidades ribeirinhas, assim como outros grupos étnicos rurais da região, possuem uma intensa relação com o ambiente no qual elas estão inseridas, uma vez que parte da sua subsistência depende do extrativismo vegetal, da caça e pesca e outras formas de geração de renda estão diretamente interligadas com a fauna e flora presentes na sua região de habitação. Dessa forma, o impacto ambiental gerado nessas regiões afeta de forma direta as condições de vida dessas comunidades.

Nesse sentido, é indispensável que, para o planejamento e implantação de projetos de engenharia, em especial em comunidades ribeirinhas, é necessário se considerar os impactos referentes a sua execução e operação, buscando sempre ampliar ao máximo o seu caráter sustentável.

A construção civil, atualmente, apresenta grande parcela dos impactos negativos ao meio ambiente. Estima-se que a construção de edifícios consome cerca de 10% da energia mundial, 16% da água potável e 25% das florestas produtoras de madeira, além de ser responsável pela metade da emissão de CO₂ no mundo inteiro (PNUMA, 2020).

A seguir, serão expostos conceitos de sustentabilidade e técnicas construtivas sustentáveis que podem ser usadas como base para desenvolvimento de projetos de engenharia como um todo, sempre visando gerar o menor impacto negativo possível na região de implantação. É importante também levar em consideração o equilíbrio entre o desenvolvimento social e econômico da comunidade do Porto da CEASA e do projeto Sorrisos dos Rios, sem prejudicar a fauna e flora locais.

O conceito de sustentabilidade não se limita ao meio ambiente. Sachs (1993) o divide de diferentes tipos que, uma vez alinhados, englobam o conceito geral de sustentabilidade:

- 1) Sustentabilidade social: busca por igualdade e distribuição de riqueza.
- 2) Sustentabilidade econômica: eficiência econômica de uma comunidade em uma visão macro, equilibrando investimentos públicos e privados.
- 3) Sustentabilidade ecológica: preservação dos recursos não renováveis, diminuição do volume de resíduos e de consumo de energia.
- 4) Sustentabilidade geográfica: configuração urbana eficiente e redução do impacto nos ecossistemas afetados.
- 5) Sustentabilidade cultural: continuidade dos costumes e cultura local.

Nesse sentido, percebe-se a importância da análise multidisciplinar para que um projeto seja considerado eficiente sob viés econômico, geográfico e ambiental, além de respeitar as peculiaridades sociais e culturais de cada comunidade. Busca-se contribuir de forma efetiva o desenvolvimento desses 5 pilares, não somente produzir uma nova edificação para o local.

A utilização de técnicas simples que possam ser repassadas para a população de forma didáticas é um ponto crucial para o sucesso da implantação de uma edificação sustentável. Além disso, a conscientização da população sobre a importância da aplicação de técnicas construtivas mais sustentáveis é uma importante

etapa a ser executada antes mesmo da concepção do projeto, uma vez que, com uma comunidade consciente e portadora de técnicas construtivas inovadoras e sustentáveis, a possibilidade de implementação de tais técnicas em futuros projetos realizados pela própria população é considerável.

De acordo com Sattler (2016), para a implementação de projetos de caráter sustentável, deve-se levar em consideração os seguintes aspectos:

- Evitar o desperdício de água;
- Utilizar, preferencialmente, recursos energéticos renováveis;
- Reduzir a quantidade de materiais de construção a ser utilizada;
- Selecionar materiais que causem menor impacto ambiental e para a saúde humana;
- Prolongar o tempo de vida das construções, reutilizando materiais na sua construção.

Além disso, é importante levar em consideração aspectos como: conforto, acessibilidade e funcionalidade do projeto.

1.5.1. ALTERNATIVAS VIÁVEIS

1.5.1.1. SOLUÇÕES DESCENTRALIZADAS

Na zona rural do Brasil, atualmente, além da rede coletora, são utilizadas fossas sépticas, que podem ou não estar conectadas à rede de esgoto, bem como fossas rudimentares, entre outras formas. A fossa rudimentar é a mais comum, atendendo a 48% da população rural do país (IBGE, 2011). Essa modalidade, juntamente com outros métodos e a ausência de coleta/tratamento, representa a porcentagem da população rural desprovida de um sistema adequado de esgoto. Essas fossas rudimentares são incluídas nessa categoria porque não impedem a contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

Com o objetivo de atender às demandas de tratamento de esgoto em áreas ribeirinhas, dada a significativa população presente e a necessidade de aprimoramentos, foi examinado um sistema alternativo de tratamento conhecido como fossa séptica biodigestora. Desenvolvida por Novaes et al. (2002) no ano de 2000, essa abordagem busca substituir práticas como o esgoto a céu aberto e as fossas

tradicionais frequentemente utilizadas em propriedades rurais, destacando os benefícios potenciais que essa alternativa pode proporcionar.

As vantagens desse sistema em comparação com as fossas convencionais incluem principalmente a reciclagem dos resíduos e sua vedação hermética, que evita a proliferação de agentes causadores de doenças. A Tabela 1 resume as características fundamentais dos sistemas de fossa negra, fossa séptica e fossa séptica biodigestora, sendo esta última o foco desta análise. Essa abordagem visa proporcionar uma compreensão mais aprofundada das opções disponíveis e justificar a escolha em questão.

CARACTERÍSTICAS	FOSSA RUDIMENTAR	FOSSA SÉPTICA	FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA
CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS	Sim	Não	Não
CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	Sim	Não	Não
NECESSIDADE DE RETIRAR OS DEJETOS	Sim/Não	Sim	Não
EFLUENTE RECICLÁVEL	Não	Não	Sim
TODO ESGOTO DOMÉSTICO	Sim	Sim	Não**
PROLIFERAÇÃO DE VETORES	Sim	Sim	Não
ODOR DESAGRADÁVEL	Sim	Sim	Não
VEDAÇÃO HERMÉTICA	Não	Não	Sim

* Depende do tipo de solo: em solos arenosos o material percola e não há necessidade.

** A fossa séptica biodigestora só trata o esgoto proveniente do vaso sanitário. Esgoto de ralos, tanques e pias não são coletados.

Tabela 1 - Tabela comparativa entre modalidades de tratamento de esgoto rural
Fonte: Costa e Guilhoto, 2014

Nota-se que, ao contrário da fossa séptica, as fossas rudimentares não conseguem prevenir a contaminação das águas. Enquanto a fossa séptica evita essa contaminação, não proporciona a reciclagem dos dejetos humanos, ao contrário da fossa séptica biodigestora. Esta última não apenas elimina a contaminação das águas subterrâneas, mas, diferentemente de outras abordagens, também promove a reciclagem dos dejetos. O resultado desse processo é um efluente inodoro com uma carga nutritiva elevada, benéfica para o crescimento de plantas. Consequentemente, esse efluente pode ser diretamente utilizado para fertilizar plantas localizadas nas proximidades das residências, prática comum em áreas rurais, o que contribui para uma redução no uso de fertilizantes químicos.

O funcionamento da fossa séptica biodigestora baseia-se em um processo de biodigestão anaeróbica. Para viabilizar esse processo, as caixas são hermeticamente vedadas, eliminando assim qualquer problema relacionado à proliferação de insetos e animais peçonhentos nas proximidades, algo que não ocorre nos outros dois sistemas comparáveis. Desta maneira, é possível concluir que a fossa séptica biodigestora representa uma abordagem de tratamento ambientalmente mais favorável para ambientes rurais. Contudo, como inconveniente, é necessário implementar um sistema adicional para tratar o restante do esgoto doméstico. Esse sistema auxiliar, destinado a esse tratamento adicional, foi desenvolvido sob a denominação de "jardim filtrante" (LEONEL; MARTELLI; DA SILVA, 2013). Sua finalidade é proporcionar um destino apropriado para a chamada "água cinza", proveniente de pias, tanques e chuveiros.

1.5.1.2. O PROCESSO DE BIODIGESTÃO

A biodigestão anaeróbica é um processo biológico no qual microorganismos decompõem materiais orgânicos em condições sem a presença de oxigênio. Esse processo é frequentemente utilizado para tratar resíduos orgânicos, incluindo as fezes de ruminantes, para mitigar a poluição ambiental e produzir biofertilizantes valiosos. No caso das fezes de ruminantes, como bovinos, ovinos ou caprinos, o processo de biodigestão anaeróbica é particularmente eficaz. As fezes desses animais contêm uma quantidade significativa de matéria orgânica, incluindo fibras vegetais não digeridas e resíduos de alimentos. O processo de biodigestão anaeróbica desses resíduos é dividido em várias etapas:

- Hidrólise: As fezes de ruminantes contêm materiais complexos, como celulose e lignina. Na primeira etapa, esses materiais são quebrados em componentes mais simples por enzimas produzidas por bactérias.
- Ácido Acético e Metano: Os produtos da hidrólise são convertidos em ácidos orgânicos, como ácido acético, por meio da fermentação. Posteriormente, esses ácidos são convertidos em gases, especialmente metano (CH_4), através da ação de bactérias metanogênicas.

- Gás Metano e Resíduos Líquidos: O metano é um biogás que pode ser capturado e utilizado como fonte de energia. Além disso, durante o processo, é gerado um efluente líquido rico em nutrientes.

Quanto às características do biofertilizante produzido no processo de biodigestão anaeróbica das fezes de ruminantes, ele é uma fonte valiosa de nutrientes para as plantas. O biofertilizante contém nitrogênio, fósforo, potássio e outros nutrientes essenciais para o crescimento das plantas. Além disso, possui uma estrutura mais estável e é menos propenso a causar problemas ambientais, como lixiviação de nutrientes, quando comparado aos resíduos orgânicos não tratados.

Os benefícios do biofertilizante produzido a partir da biodigestão anaeróbica das fezes de ruminantes incluem a reciclagem de nutrientes, a redução do odor e da carga patogênica nos resíduos, além da geração de biogás para fins energéticos. Este processo contribui para a sustentabilidade ambiental ao transformar resíduos animais em recursos valiosos, proporcionando ao mesmo tempo uma forma eficaz de tratamento de águas negras.

1.5.1.3. ADAPTAÇÃO REGIONAL

Hosoi (2011) ressalta a necessidade de uma abordagem distinta e inovadora na implementação de sistemas de saneamento. Ao contrário dos grandes centros urbanos, onde infraestruturas coletivas são ideais para a coleta e tratamento de esgoto, as comunidades isoladas requerem uma análise descentralizada, levando em consideração sua identidade natural e social. Em última análise, o cuidado com o meio ambiente desempenha um papel crucial no planejamento da infraestrutura nessas regiões, uma vez que a disposição inadequada de resíduos pode causar impactos significativos na fauna e na flora que cercam essas comunidades, muitas das quais dependem do extrativismo para subsistência.

Com base nessa análise, é crucial propor uma solução que aborde os três pontos previamente mencionados, visando garantir o êxito na implementação de um sistema hidrossanitário em uma comunidade ribeirinha. Conforme apontado por Gomes (2015), é factível adotar um sistema simplificado para o tratamento de esgoto doméstico, especialmente desenvolvido para comunidades de pequeno porte. A

principal vantagem dessa abordagem reside na dispensa da necessidade de mão de obra especializada tanto na construção quanto na operação do sistema.

A construção da fossa envolve a utilização de caixas d'água feitas de plástico (polietileno) ou fibra de vidro, interconectadas por tubos e conexões, para receber o esgoto diretamente do vaso sanitário (OTENIO et al., 2014). O sistema é alimentado por uma mistura de esterco e água. Seu funcionamento se baseia na criação de um ambiente sem oxigênio (fossa totalmente fechada), onde microrganismos benéficos, presentes no esterco de ruminantes (bovino, bubalino, caprino) ou em outros inoculantes, que devem ser adicionados ao sistema mensalmente, para consumo das fezes e os microrganismos causadores de doenças em humanos (GALINDO et al., 2010), descontaminando assim o esgoto, transformando-o em um líquido biofertilizante. Durante esse processo, é liberado em pequena quantidade o gás metano.

As duas primeiras unidades do sistema são conhecidas como "módulos de fermentação", onde ocorre intensivamente a biodigestão anaeróbica realizada por bactérias. A última unidade, denominada "caixa coletora", destina-se ao armazenamento do efluente já estabilizado, podendo ser retirado para uso posterior. Devido à sua natureza modular, o número de unidades pode ser aumentado proporcionalmente ao número de moradores na residência, desde que seja mantido um volume mínimo de 1000 litros para cada unidade. Estudos indicam a necessidade de adicionar uma unidade de 1000 litros (módulo de fermentação) para cada acréscimo de 2,5 pessoas na residência (2 unidades para cada 5 pessoas adicionais, e assim por diante) para garantir a eficiência do sistema. Residências rurais com menos de 5 habitantes devem, no mínimo, utilizar 3 unidades de 1000 litros cada. É crucial evitar volumes inferiores a 1000 litros ou modificações no sistema (SILVA et al., 2017).

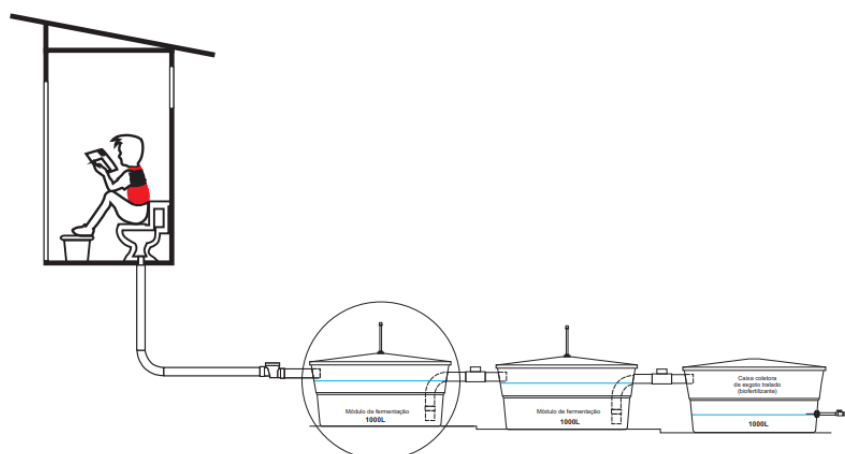


Figura 4 - Esquema da Fossa séptica Biodigestora
Fonte: Silva et al. 2017

As modificações para o tratamento de esgoto em regiões alagadas foram experimentadas no âmbito do projeto "Desenvolvimento Comunitário Sustentável no Estuário Amazônico", liderado pela Associação dos Trabalhadores Agroextrativistas da Ilha das Cinzas (ATAIC) em parceria com a Embrapa Amapá e com o apoio da Finep. O propósito do projeto é investigar e adaptar inovações nas áreas de geração de energia, saneamento ambiental e diversificação produtiva, a fim de adequá-las à realidade do estuário amazônico. Além disso, busca-se promover a disseminação dessas técnicas entre as famílias ribeirinhas agroextrativistas, com o objetivo de reduzir o impacto ambiental, aumentar a renda e aprimorar a qualidade de vida dessas famílias. Como resultado desse projeto, foi criada uma cartilha contendo o passo a passo para montagem da Fossa Biodigestora Adaptada para ambiente de várzea.



Figura 5 - Capa da cartilha de construção da Fossa Biodigestora elaborada pela Embrapa e parceiros
Fonte: Embrapa

O modelo adaptado da FSB para as várzeas, destacado nesta cartilha, cumpre o propósito de explorar e ajustar técnicas de saneamento ambiental de baixo custo às áreas do estuário do Rio Amazonas. O custo médio do sistema, abrangendo a estrutura de madeira e a fossa, foi de R\$ 2.300,00 no ano de 2017. O resultado apresentado é produto da experiência adquirida durante a instalação e manutenção de sete fossas sépticas para o tratamento do esgoto doméstico na Ilha das Cinzas, Gurupá, PA.

1.1.1. CASOS DE SUCESSO

Lucena (2023) relata sobre um projeto de pesquisa realizado sobre a implementação de biodigestores em fossas sépticas no município rural de Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco, Brasil. O projeto teve como objetivo demonstrar como o uso de biodigestores em fossas sépticas pode contribuir para o desenvolvimento rural em famílias de baixa renda. O estudo acompanhou a implementação do sistema em propriedades de baixa renda e analisou as percepções dos proprietários rurais que utilizavam as fossas sépticas. Os resultados mostraram que os biodigestores em fossas sépticas proporcionaram vários benefícios, como a ausência de odor, mosquitos e vetores de doenças, melhoria da qualidade da água e redução do consumo de água para irrigação. Os biodigestores em fossas sépticas foram

considerados uma solução simples, economicamente viável e ecologicamente amigável para o tratamento de efluentes sanitários em áreas rurais. O estudo ressalta a importância da implementação de soluções sustentáveis de saneamento para melhorar a qualidade de vida e proteger o meio ambiente em comunidades rurais.

Cristo (2018) relata sobre os impactos da implementação de biodigestores em comunidades rurais em Aimorés, Brasil. O estudo tem como foco o uso de biodigestores como uma tecnologia social para melhorar o saneamento e a sustentabilidade ambiental em áreas rurais. Os biodigestores, desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), são projetados para combater os efeitos negativos das latrinas tradicionais e da defecação a céu aberto.

O estudo avalia os impactos desses biodigestores do ponto de vista dos proprietários que os utilizam. Os dados foram coletados por meio de questionários administrados pelo Instituto Terra, uma organização sem fins lucrativos responsável pela instalação dos biodigestores. Os dados foram então analisados usando o Google Docs forms.

Os resultados mostram que os biodigestores têm um alto nível de aceitação entre as populações rurais, pois são tecnicamente e economicamente viáveis. A maioria dos biodigestores foi instalada nos distritos municipais de Tabaúna, Conceição do Capim, Expedicionário Alicio, Mundo Novo de Minas, Penha do Capim, São Sebastião da Vala e Alto Capim. O estudo também revela que os biodigestores requerem baixa manutenção, instalação fácil e são economicamente viáveis.

O estudo conclui que a implementação desses biodigestores teve efeitos positivos nas comunidades rurais em Aimorés. Os biodigestores são considerados uma tecnologia social que fornece soluções acessíveis e sustentáveis para melhorar as condições sanitárias e ambientais em áreas rurais. O estudo recomenda a expansão dessa tecnologia para outras comunidades rurais, a fim de melhorar a qualidade de vida das populações rurais.

As considerações finais do projeto de implantação do sistema de Fossa Séptica Biodigestora e Clorador no Sítio Rio Manso destacam a importância dessas tecnologias para melhorar a qualidade de vida em áreas rurais (LIMA, F. T. DA S. et al, 2012). A implementação do projeto permitirá a melhoria da qualidade da água do

córrego que atravessa a propriedade, pois o efluente que antes era lançado de forma in natura será estabilizado e utilizado como fertilizante na plantação de cana. Além disso, o uso do Clorador possibilitará a desinfecção da água para consumo a baixo custo, reduzindo a contaminação por doenças transmitidas pela água e os gastos com saúde.

Do ponto de vista econômico, a utilização desses equipamentos é viável, pois apresentam baixo custo de instalação e manutenção. Além disso, a aplicação da Fossa Biodigestora despertará o interesse da população local pela preservação dos recursos hídricos. A combinação dessas tecnologias resultará em uma melhoria significativa na qualidade de vida da população que vive em áreas rurais.

O projeto também destaca a importância do tratamento adequado do esgoto, uma vez que a falta de destinação adequada e o lançamento de esgotos em corpos hídricos causam danos ao meio ambiente e estão associados a problemas de saúde. A Fossa Séptica Biodigestora é uma solução viável e de baixo custo para reduzir a carga de matéria orgânica lançada nos corpos hídricos e a contaminação do solo.

2. METODOLOGIA

2.1. ENTENDIMENTO DO PROJETO E REGIÃO DE IMPLANTAÇÃO

2.1.1. VISITAS TÉCNICAS

Foram realizadas 5 visitas técnicas ao terreno do projeto para a realização de atividades ligadas a coleta de informações pertinentes acerca da comunidade, dos aspectos ambientais e realização de atividades envolvendo a comunidade e o grupo.

A primeira visita foi realizada no dia 30 de maio de 2021, com a participação do grupo PET, a diretora do projeto “Sorrisos dos Rios” Roberta Rufeill e os representantes da comunidade. O principal objetivo da visita foi realizar a coleta de dados iniciais acerca do terreno, verificando suas dimensões, sua localização dentro do espaço referente a região do CEASA e verificação das condições do solo de forma superficial. Além disso, foram coletadas informações com os moradores da

comunidade sobre as condições abastecimento de água, luz e saneamento básico da região.

A segunda visita ocorreu no dia 22 de julho de 2022, a qual houve participação do grupo LEDH para coleta de informações pertinentes ao projeto arquitetônico.



Figura 6 - Reunião de alinhamento entre a diretoria do projeto, grupo PET e grupo LEDH
Fonte: Autor

A terceira visita ocorreu no dia 20 de outubro de 2022, na qual houve a realização do laudo de sondagem do terreno, realizado pela empresa Científica

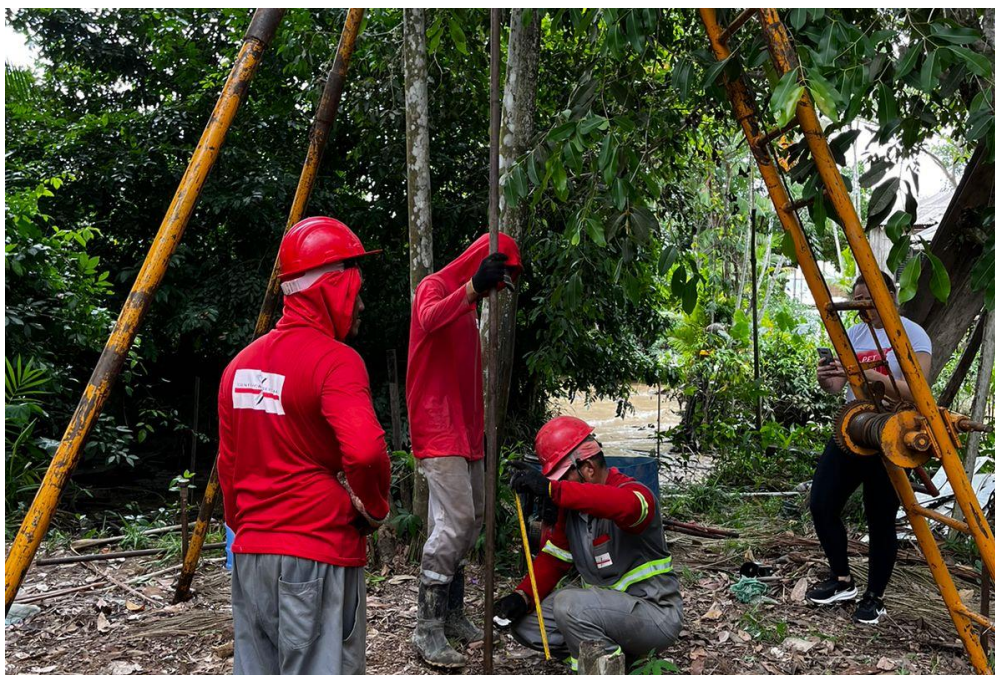


Figura 7 - Execução do Laudo de Sondagem pela equipe técnica
Fonte: Autor

Geotecnia, sob responsabilidade técnica do engenheiro Fábio Sodré, bem como a análise espacial ambiental do terreno, pela engenheira Juliana Barros.

A quarta visita teve como objetivo a realização de uma dinâmica com a comunidade e com membros do projeto, coletando informações acerca dos desejos e necessidades dos dois grupos em relação ao projeto da sede.



Figura 8 - Dinâmica realizada com o corpo técnico do projeto e a comunidade
Fonte: Autor

A última visita foi realizada no dia 01 de abril de 2023, na qual foi realizada a apresentação do anteprojeto arquitetônico para a comunidade.



Figura 9 - Apresentação do projeto arquitetônico para a comunidade
Fonte: Autor

2.1.2. ACOPANHAMENTO DE AÇÕES

No dia 18 de junho de 2022, os membros do grupo PET e LEDH acompanharam a ação de dia das crianças, realizada na comunidade Guajará Miri, para realizar o mapeamento de atividades exercidas pelo projeto, como forma de captar mais informações para serem consideradas dentro do projeto arquitetônico da sede.



Figura 10 - Membros do grupo PET e LEDH em frente ao Centro Comunitário da comunidade Guajará Miri
Fonte: Autor

2.2. ASPECTOS DO PROJETO

As ações ocorrem uma vez ao mês e em comunidades alternadas, geralmente com acesso exclusivo por transporte aquaviário. O grupo se reúne na Marina Pública de Belém e aluga um barco para transporte da equipe e dos suprimentos. O acesso às comunidades é feito a pé e o transporte dos materiais é feito pela própria equipe ou de moto quando há disponibilidade de transporte dentro da comunidade.

As ações geralmente são organizadas em seções de atendimento, sendo separados espaços para triagem, atendimento médico, atendimento odontológico, atendimento nutricional e um espaço reservado para dinâmicas com as crianças.



Figura 11 - Atendimento realizado pela Sorrisos dos Rios na comunidade de Guajará Miri
Fonte: Autor

As principais dificuldades detectadas durante as ações remotas relatadas pela equipe de atendimento foram a falta de infraestrutura para a realização de atendimentos específicos, especialmente atendimentos odontológicos, uma vez que para a realização dos mesmos é necessária uma cadeira de dentista. Atualmente o projeto conta com uma cadeira de dentista móvel, contudo, há uma grande dificuldade para o seu transporte, uma vez que é um equipamento de tamanho e peso elevados, o que dificulta o seu transporte para comunidades mais isoladas e sem disponibilidade de veículos de transporte motorizados.

Além disso, a falta de um ambiente fixo para atendimentos dificulta a periodização das ações, uma vez que é necessário realizar um planejamento de logística e atendimento para cada comunidade que é visitada, dependendo das suas características sociais e logística de acesso e transporte de materiais, limitando a frequência de ação do grupo para uma ação mensal.

2.3. ASPECTOS DA COMUNIDADE

O espaço destinado à construção da sede do projeto está localizado na região do Porto da CEASA, na região metropolitana de Belém – PA. Os acessos ao terreno são feitos por via hidroviária, em botes ou pequenas embarcações e a pé, com acesso por meio de estivas de madeira que se estendem por volta de 300m da estrada mais próxima, que pode ser acessada por veículos de pequeno a grande porte. A comunidade é formada por um grupo de aproximadamente 55 famílias.



Figura 12 - Condições das estivas de acesso ao terreno da sede
Fonte: Autor

O fornecimento de água é feito a partir dos sistemas de abastecimento do CEASA, assim como a energia elétrica. A comunidade não apresenta sistema de captação de esgoto coletivo e a maioria das casas realiza o descarte de efluentes diretamente no rio Guamá.

As casas apresentam, de forma geral, o padrão construtivo de palafitas feitas em madeira e contendo apenas um andar. Elas são construídas utilizando técnicas construtivas rudimentares, executadas pelos próprios membros da comunidade. Além disso, a comunidade apresenta alguns bares e pequenas conveniências em sua região. Há um restaurante localizado a apenas 20 metros do terreno da sede do projeto, é frequentemente utilizado como ponto de encontro dos membros da comunidade para realização de reuniões entre os moradores, além de principal ponto de encontro utilizado pelo projeto Sorrisos dos Rios e pelos grupos PET e LEDH para realização de ações e as atividades realizadas durante as visitas técnicas mencionadas anteriormente.



Figura 13 - Edificação próxima ao terreno da sede
Fonte: Autor

A comunidade subsiste predominantemente da pesca e empregos informais diversos, como a coleta de produtos florestais, produção artesanal e pequenos comércios locais constituindo as principais fontes de sustento. A produção e venda de açaí é também uma das principais fontes de renda das famílias da região, uma vez que é uma área rica em plantio desse gênero alimentício.

2.4. COLETA DE DADOS

Durante as visitas à região de implantação da sede e às comunidades atendidas pelo projeto, também foram realizadas reuniões de alinhamento com a diretoria do projeto “Sorrisos dos Rios”, a qual foram realizadas entrevistas com os membros do grupo para coleta de informações, com o objetivo de construir um plano de necessidades para a sede, atendendo os principais requisitos da equipe.



Figura 14 - Reunião de alinhamento dos membros dos grupos PET e LEDH
Fonte: Autor

2.5. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

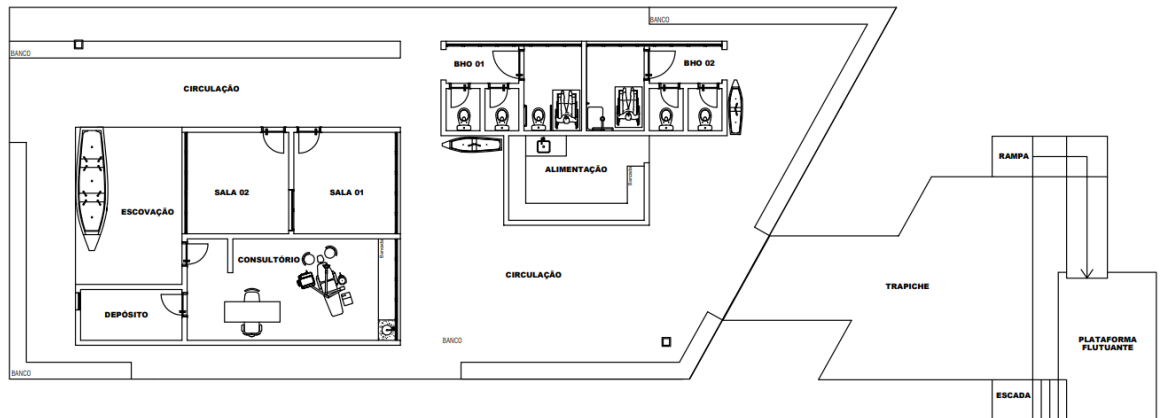
A proposta para a sede do projeto “Sorriso dos Rios” contempla soluções de arquitetura e engenharia alinhadas com as características socio culturais e ambientais da região na qual o edifício será implantado, de forma a atender as principais necessidades de infraestrutura do projeto e buscando manter as características e particularidades locais, mantendo as características arquitetônicas e utilizando materiais compatíveis com as construções da região. Além disso, propôs-se o projeto de revitalização das estivas da região, com o objetivo de melhorar o acesso ao local de ações, possibilitando o transporte de suprimentos por via terrestre e, conseqüentemente, melhorando a qualidade de vida da população usuária da estrutura.



Figura 15 - Representação 3D do projeto da sede
Fonte: LEDH

O projeto da edificação foi concebido com uma visão abrangente, buscando atender tanto às demandas específicas da equipe técnica quanto às necessidades da comunidade em que está inserido. Com uma abordagem holística, foram incluídos espaços destinados ao atendimento médico e odontológico, visando promover a saúde integral dos beneficiários do projeto. Além disso, a infraestrutura contempla áreas dedicadas à realização de palestras sobre saúde bucal, proporcionando educação e conscientização, com a inclusão de escovódromos para práticas interativas.

Entendendo a importância da integração com a comunidade, o projeto também reserva espaços abertos destinados a atividades que promovem a interação entre os moradores. Essas áreas podem ser utilizadas para reuniões, eventos comunitários e atividades de socialização, contribuindo para fortalecer os laços entre os membros da comunidade e promovendo um ambiente de apoio mútuo. Dessa forma, a sede não apenas atende às demandas específicas do projeto social, mas também se configura como um espaço inclusivo e colaborativo, enraizado nas necessidades e na participação ativa da comunidade.



PLANTA BAIXA
Escala 1/75

Figura 16 - Planta Baixa do projeto da sede
Fonte: LEDH

O projeto abrange uma área de circulação aberta, projetada para acolher a comunidade. Bancos fixos foram estrategicamente posicionados nas extremidades da estrutura, enquanto espaços abertos foram reservados para que a equipe técnica possa organizar áreas destinadas à triagem, dinâmicas e momentos de socialização. Uma área aberta separada por uma meia parede foi concebida para fins de alimentação, equipada com uma pia e uma bancada para o manejo dos alimentos frequentemente oferecidos durante as atividades.

Para o atendimento médico e odontológico, foram criadas três salas fechadas em alvenaria, seguindo as normas sanitárias para garantir a qualidade dos serviços de saúde. Uma dessas salas foi especificamente projetada para acomodar uma cadeira odontológica, facilitando a realização dos procedimentos. A estrutura inclui dois banheiros, também em alvenaria, que apresentam no total cinco cabines sanitárias, sendo uma delas adaptada para Pessoas Com Necessidades Especiais (PNE), além de uma cabine com chuveiro também adaptada para PNE, e dois lavatórios externos.

Adicionalmente, a sede possui uma área aberta com um escovódromo centralizado, proporcionando um espaço ideal para a realização de dinâmicas e palestras sobre saúde bucal. Um depósito foi destinado ao armazenamento de remédios e materiais, contribuindo para a eficiência e organização das atividades desenvolvidas no local.



Figura 17 - Representação 3D do projeto da sede
Fonte: LEDH

Em relação a acessibilidade, foi projetado um trapiche conectado a uma plataforma flutuante para ancoragem de embarcações. O acesso ao trapiche é feito por meio de escadas e por uma rampa, para garantia de acessibilidade de cadeirantes. Além disso, o acesso à edificação pode ser feito a partir das estivas já existentes na região, que serão revitalizadas.



Figura 18 - Representação 3D do projeto da sede
Fonte: LEDH

A edificação deverá conter projetos estruturais, de fundações, instalações hidrossanitárias e elétricas, pensados para atender as principais necessidades do

grupo Sorrisos dos Rios e da comunidade, alinhados com a proposta arquitetônica concebida pelo grupo LEDH.

O projeto, como um todo, contemplará:

- 1) Projeto Arquitetônico;
- 2) Soluções de Engenharia;
- 3) Projetos Complementares (fundação, estrutural, instalações, etc)
- 4) Orçamento Executivo;

Tendo em vista que a execução destes projetos será por meio de mão de obra dos próprios moradores da região ou até mesmo por meio de mutirões, os projetos deverão ser pensados para possuir baixa complexidade de execução e utilizando técnicas construtivas já praticadas nas edificações próximas à sede.

Levando em consideração os fatores mencionados anteriormente, o grupo PET optou por executar os projetos na plataforma BIM. A escolha da plataforma também levou em consideração a agilidade de produção, capacidade de compatibilização dos projetos dentro da própria plataforma e as suas características de modelagem 3D, facilitando a visualização e entendimento dos projetos para a comunidade e membros do projeto.

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1. ELABORAÇÃO DO PROJETO DE FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA

Para este trabalho foi realizada a modelagem e dimensionamento de uma fossa biodigestora ao lado da sede, atendendo a utilização dos cinco sanitários que foram sugeridos para o projeto arquitetônico da edificação. A modelagem do projeto de tratamento de esgoto foi realizada no software Revit 2024, da empresa Autodesk. Além disso, foi realizado a modelagem e encaminhamento do sistema de tratamento de águas cinzas, adotando-se, à princípio, a utilização do sistema de jardim filtrante.

Conforme o sistema desenvolvido por Novaes e colaboradores (2002), as figuras 2 e 3 ilustram o sistema que será implementado no terreno, composto por três caixas de polietileno de 1m³ cada (5 e 6). A primeira caixa (1), destinada à recepção dos dejetos, será conectada exclusivamente aos vasos sanitários dos banheiros da edificação. Isso se deve ao fato de que a água proveniente de pias e lavatórios não apresenta potencial patogênico, e os detergentes e sabões utilizados nesses locais possuem propriedades antibióticas capazes de inibir as atividades dos microrganismos.

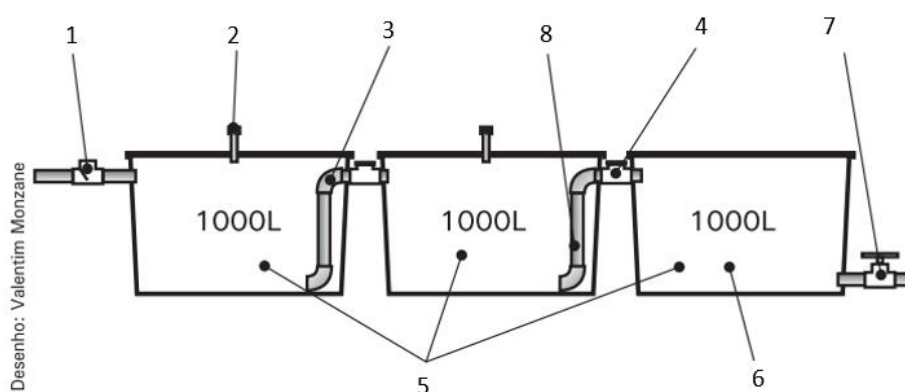


Figura 19 - Esquema do sistema da Fossa Séptica Biodigestora
Fonte: GALINDO et al. (2010)

A interligação entre a primeira caixa e as subsequentes será realizada por meio de tubos e conexões de PVC (8), incluindo curvas de 90° (3) dentro das caixas. Os mecanismos de inspeção (4) serão posicionados entre as caixas, facilitando a detecção e correção de possíveis entupimentos. Essas medidas visam assegurar o eficiente funcionamento do sistema e promover a manutenção adequada ao longo do tempo.

Nas duas primeiras caixas, foi planejada a instalação de dois tubos de PVC designados como chaminés de alívio (2). Esses tubos desempenharão a função de facilitar a liberação de gases, especialmente o metano (CH₄), resultante do processo de biodigestão dos dejetos que ocorre nessas caixas. Essas chaminés serão fixadas nas tampas das caixas, as quais devem ser hermeticamente vedadas. O procedimento de remoção do lodo será realizado manualmente.

A instalação da Fossa Séptica Biodigestora ocorrerá ao lado da sede, a uma distância de aproximadamente 3,5 metros dos banheiros. A seleção do local visou a minimização dos custos com a tubulação necessária para direcionar os dejetos até a fossa.

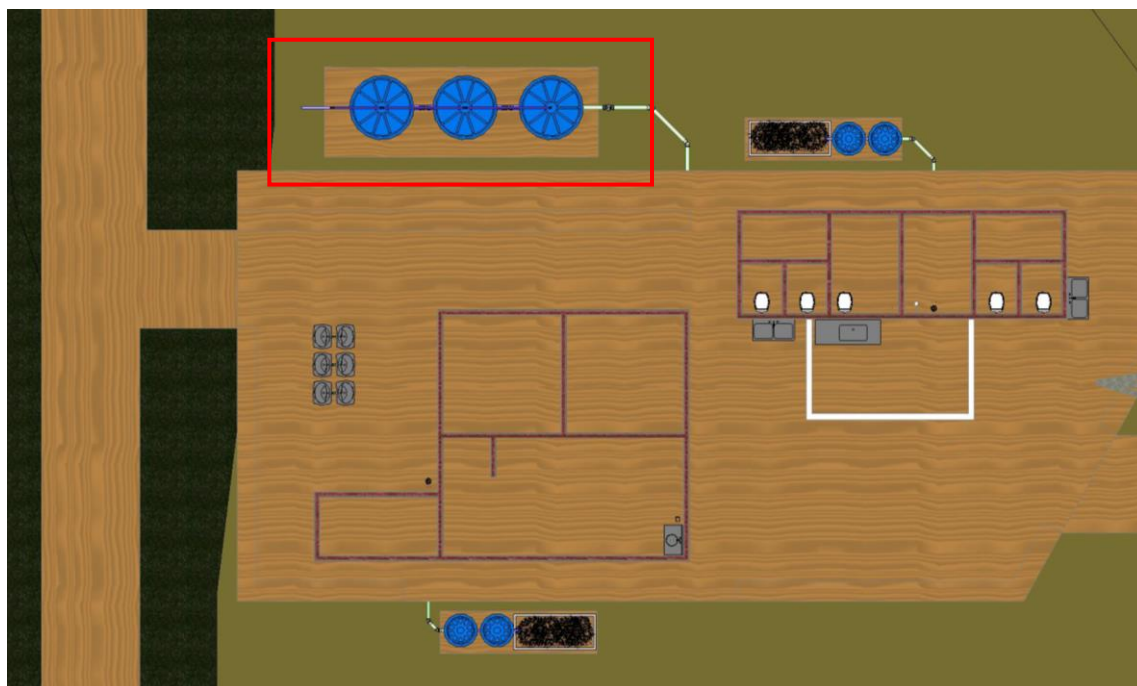


Figura 20 - Esquema de localização da Fossa Biodigestora
Fonte: Autor

A matéria orgânica decomposta proveniente do sistema de biodigestão se transforma em um composto rico em nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Ao adotar a compostagem, pode-se gerar um adubo de alta qualidade a partir dos resíduos orgânicos. Esse adubo resultante do processo de compostagem tem como objetivo ser direcionado para as plantações de açaí existentes na região, contribuindo assim para a fertilização do solo e aprimorando o cultivo das plantas de forma sustentável. Essa abordagem integrada não apenas promove a gestão eficaz dos resíduos orgânicos, mas também fortalece a prática agrícola local, destacando a importância da sustentabilidade no ciclo de produção.

A manutenção do sistema é simples, consistindo principalmente na remoção programada do lodo e aplicação da mistura de esterco bovino e água de forma periódica. A operação de retirada do lodo, embora seja de execução direta, não deve ser subestimada; a eficiência do sistema pode ser comprometida caso a remoção do

lodo não seja realizada no momento adequado. As fezes dos ruminantes contêm uma variedade de bactérias que aprimoram a eficiência do sistema, melhoram o processo de tratamento do esgoto, reduzem odores e contribuem para a qualidade do líquido resultante (efluente) do sistema.

Conforme descrito por Novaes (2002), esse modelo é considerado padrão para uma família com até cinco membros, que gera uma média de 50 litros de resíduos por dia. Quando depositados na fossa biodigestora, isso resultará em um total de 1500 litros por mês. De acordo com os cálculos dimensionais apresentados no Anexo C, o modelo padrão atende satisfatoriamente à contribuição diária média da edificação, especialmente considerando que se trata de uma edificação de curta permanência. Considerando que se trata de um sistema de uso contínuo, no qual a utilização frequente dos vasos sanitários é necessária, é recomendável que a comunidade utilize os banheiros ao longo da semana.

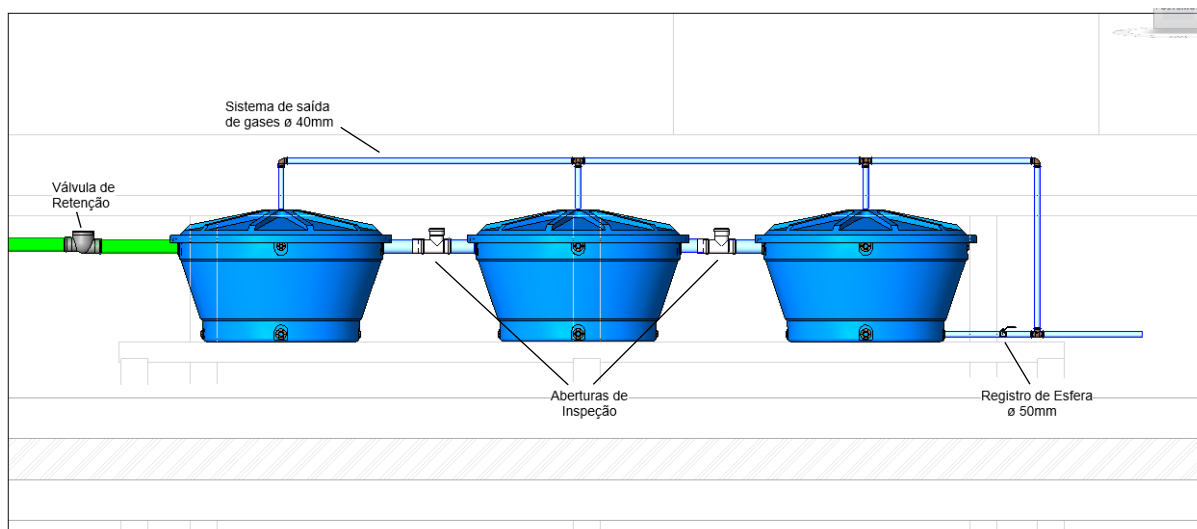


Figura 21 - Vista de detalhamento da Fossa Séptica Biodigestora do projeto
Fonte: Autor

O projeto foi ajustado para ser implementado em ambientes de várzea, tendo como objetivo principal oferecer uma opção acessível e de fácil replicação para qualquer pessoa.

Para posicionar as caixas, foi pensada uma estrutura de madeira reforçada e nivelada, conhecida como tablado. Esse tablado é cuidadosamente instalado, respeitando o nível da maré e evitando o contato direto com a água. Isso se deve ao fato de que a presença da água pode reduzir a temperatura do sistema,

comprometendo seu funcionamento. Os microrganismos responsáveis pela decomposição dos dejetos requerem uma faixa de temperatura específica para realizar suas atividades, geralmente entre 30°C e 37°C.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de uma fossa biodigestora adaptada para o ambiente de várzea na sede de um projeto social destinado ao atendimento médico e odontológico em comunidades ribeirinhas revela-se uma medida crucial e estratégica. Ao considerar as características sociais e ambientais específicas da região, demonstra-se um compromisso efetivo com a sustentabilidade e o respeito às particularidades locais.

A fossa biodigestora representa uma solução inovadora para o manejo adequado dos resíduos, alinhando-se com as demandas ambientais da várzea. Esse sistema proporciona a redução dos impactos negativos no ecossistema aquático, preservando a qualidade da água e minimizando potenciais riscos à saúde das comunidades ribeirinhas.

Além disso, a adaptação da fossa biodigestora às peculiaridades sociais da região evidencia a sensibilidade do projeto social em relação às práticas culturais e ao modo de vida das comunidades atendidas. A promoção de tecnologias sustentáveis não apenas beneficia o meio ambiente, mas também fortalece os laços comunitários ao envolver os moradores no processo de implementação e manutenção dessas soluções.

Ao adotar uma abordagem integrada que harmoniza a prestação de serviços médicos e odontológicos com práticas ambientalmente responsáveis, o projeto não apenas contribui para o bem-estar das comunidades, mas também estabelece um exemplo valioso de como a inovação pode ser aliada ao respeito pela natureza e pela cultura local.

Dessa forma, a implementação da fossa biodigestora adaptada para o ambiente de várzea não só atende às necessidades imediatas das comunidades ribeirinhas, mas representa um passo significativo em direção a um modelo de

desenvolvimento sustentável, alinhado com a preservação ambiental e o respeito à diversidade cultural.

É importante mencionar que biodigestor é uma solução muito importante, mas sua eficácia depende da integração com outros elementos. Além do tratamento de resíduos orgânicos, é imperativo considerar a gestão eficiente da água, abordando tanto a disponibilidade de água potável como a reutilização de águas cinzas e pluviais. Estratégias de eficiência energética, legislação local, educação comunitária e manutenção adequada também são essenciais para criar sistemas holísticos, promovendo a sustentabilidade e a conformidade com normas locais. Ao pensar no biodigestor como parte de um todo, pensamos em uma solução que não apenas beneficia o presente, mas estabelece as bases para um futuro mais equitativo, saudável e harmonioso para todos os envolvidos.

5. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Elaboração de manual de boas práticas para utilização da fossa biodigestora pelo grupo e comunidade;
- Implementação do projeto dentro da comunidade;
- Estudo de impacto ambiental da implementação da fossa biodigestora;
- Estudo de viabilidade de implantação de um jardim filtrante “suspenso” (adaptado ao ambiente de várzea) para tratamento de águas cinzas;
- Dimensionamento de projeto de captação de águas pluviais para reutilização;

REFERÊNCIAS

AMAZONAS.COM, P. D. **Portal Do Amazonas - Ribeirinhos Da Amazônia**. Disponível em: <<https://portaldoamazonas.com/ribeirinhos-da-amazonia/>>.

AQUALIMP. **BIODIGESTOR**. Disponível em: <<https://acqualimp.com/biodigestor/>>.

ARISTÓTELES. **Política**. São Paulo, SP: Martin Claret, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6029: Sistemas Prediais De Esgoto Sanitário: Projeto E Execução**. Rio De Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229: Projeto, Construção E Operação De Sistemas De Tanques Sépticos**. Rio De Janeiro, 1992.

BARTRAM, J. et al. **Policy review of the means of implementation targets and indicators for the sustainable development goal for water and sanitation**. npj Clean Water, v. 1, n. 1, 26 abr. 2018.

CETRULO, T. B.; MARQUES, R. C.; MALHEIROS, T. F. **An analytical review of the efficiency of water and sanitation utilities in developing countries**. Water Research, v. 161, p. 372–380, set. 2019.

COSTA, C. C. DA; GUILHOTO, J. J. M. **Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora**. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 19, n. spe, p. 51–60, 2014.

CRISTO, M. **Impactos Da Implantação De Fossas Sépticas Biodigestoras Nas Comunidades Rurais No Município De Aimorés/Mg**. Instituto Federal Do Espírito Santo. Ibatiba, 2018.

GALINDO, N.; SILVA, W. T. L. da; NOVAES, A. P. de; GODOY, L. A. de; SOARES, M. T. S.; GALVANI, F. **Perguntas e respostas: fossa séptica biodigestora**. 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/908011/perguntas-e-respostas-fossa-septica-biodigestora>.

GAMA, A. S. M. et al. **Inquérito de saúde em comunidades ribeirinhas do Amazonas, Brasil**. Cadernos de Saúde Pública, v. 34, n. 2, 19 fev. 2018.

GIATTI, L; CUTOLO, S. **Acesso à água para consumo e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal**. FSP/USP. São Paulo, 2012.

GLOBAL ALLIANCE FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION. **2020 GLOBAL STATUS REPORT FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION**. Disponível em: <https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf>.

GOMES, B. **Tratamento de esgoto de pequena comunidade utilizando tanque séptico, filtro anaeróbio e filtro de areia**. 15 abr. 2021.

MOREIRA DOMINGOS, I.; MIRANDA GONÇALVES, R. População ribeirinha no Amazonas e a desigualdade no acesso à saúde. **Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito**, v. 11, n. 1, 19 jun. 2019.

HOSOI, C. **Comunidades isoladas exigem um saneamento sob medida**. Revista DAE. São Paulo, 187 Ed, p 4-12, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios | Síntese de indicadores**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/graficos_dinamicos/pnad2011/>.

IEPS. Disponível em: <<https://iepsdata.org.br/>>.

IPEA. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ods/>>.

LEONEL, L.F.; MARTELLI, L.F.A.; DA SILVA, W.T.L. **Avaliação do efluente de fossa séptica biodigestora e jardim filtrante**. In: III Symposium on Agricultural and Agroindustrial Waste Management. São Pedro, São Paulo, 2013.

LIMA, F. T. DA S. et al. Projeto de Implantação de Sistema de Fossa Séptica Biodigestora e Clorador no Sítio Rio Manso/RJ. **Revista Fluminense de Extensão Universitária**, v. 2, n. 2, p. 11–26, 2012.

LUCENA, A. **Saneamento Rural: Implantação De Fossa Séptica Biodigestora No Município Do Cabo De Santo Agostinho – Pernambuco**. Recife, 2023.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR. **Departamento De Modernização E Programas Da Educação Superior Coordenação Geral De Relações Acadêmicas De Graduação Programa De Educação Tutorial -Pet Manual De Orientações Básicas**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=338-manualorientabasicas&category_slug=pet-programa-de-educacao-tutorial&Itemid=30192>.

FORTLEV. **BIODIGESTOR FORTLEV A SOLUÇÃO IDEAL PARA O TRATAMENTO DO SEU ESGOTO DOMÉSTICO.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.fortlev.com.br/wp-content/uploads/2021/11/9000000578_Catalogo-Biodigestor-Fortlev_148x21cm_digital.pdf>.

MONTEIRO, M. D. A.; LIMA, J. J. F.; CRUZ, A. G. **Condição de moradia dos domicílios urbanos nos municípios da Amazônia Legal segundo redes infraestruturais (2000 e 2010).** Novos Cadernos NAEA, v. 23, n. 2, 6 out. 2020.

SILVA, D.; OLIVEIRA, L.; MENDES, E. **Pobreza e saneamento básico.** Mundo e Desenvolvimento: Revista do Instituto de Estudos Econômicos e Internacionais, v. 3, n. 4, p. 66–94, 2020.

MOREIRA DOMINGOS, I.; MIRANDA GONÇALVES, R. **População ribeirinha no Amazonas e a desigualdade no acesso à saúde.** Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito, v. 11, n. 1, 19 jun. 2019.

NOVAES, A. P. de; SIMOES, M. L.; MARTIN-NETO, L.; CRUVINEL, P. E.; SANTANA, A.; NOVOTNY, E. H.; SANTIAGO, G.; NOGUEIRA, A. R. de A. **Utilização de uma fossa séptica biodigestora para melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica.** 2002. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/28989/utilizacao-de-uma-fossa-septica-biodigestora-para-melhoria-do-saneamento-rural-e-desenvolvimento-da-agricultura-orgânica>. Acesso em: 05 de outubro de 2021

OLIVEIRA, B. R. de; GUEDES, M. C.; LIRA-GUEDES, A. C.; MARMO, C. R.; SARGES, R. C.; COSTA, J. B. P. **Construção do sistema de fossa séptica biodigestora adaptada para várzeas estuarinas do Rio Amazonas.** Brasília, DF: Embrapa, 2018.

OTENIO, M. H.; SOUZA, F. de F. C. de; LIGÓRIO, P. P. L.; FAZZA, E.; SOARES, G.; BERNARDO, W. F.; MAGALHAES, V. M. A. de. **Como montar e usar a fossa séptica modelo Embrapa: cartilhas adaptadas ao letramento do produtor.** 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes//publicacao/1004077/como-montar-eusar-a-fossa-septica-modelo-embrapa-cartilhas-adaptadas-ao-letramento-doprodutor>.

POSEY, D. A. **Os Kayapó E A Natureza.** Ciência Hoje, 2(12):148-151. 1980.

PNUD. **RESUMO Relatório do Desenvolvimento.** Disponível em: <<https://hdr.undp.org/system/files/documents/2006-hdr-portuguese-summary.2006-hdr-portuguese-summary>>.

SACHS, Ignacy. **As cinco dimensões do ecodesenvolvimento.** p 37 e 38. 1993.

SATTLER, Miguel Aloysio. **Edificações e comunidades sustentáveis**. URGs. Porto Alegre, RS. 2016.

SEN, A. **A ideia de justiça**. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2011.

SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia de Bolso, 2018.

SNIS. **Painel de Regionalização**. Disponível em: <<http://apps.nis.mdr.gov.br/regionalizacao/web/mapa/index?id=28>>. Acesso em: 17 dez. 2023.

SILVA, W. T. L. da; MARMO, C. R.; LEONEL, L. F. **Memorial descritivo: Montagem e operação da fossa séptica biodigestora**. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1081476/memorial-descritivo-montagem-e-operacao-da-fossa-septica-biodigestora>

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel>>.

TabNet Win32 3.2: Pesquisa Nacional de Saúde - 2013 - Módulo de saúde bucal. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?pns/pnsu.def>>. Acesso em: 17 dez. 2023.

TECNIPAR, B. **MANUAL DE INSTALAÇÃO**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.tecnipar.com.br/wp-content/uploads/2023/05/Manual-Biodigestor-Tecnipar-2023.pdf>>.

UNESCO. **About the World Water Assessment Programme**. Disponível em: <<https://www.unesco.org/en/wwap/about>>.

ANEXOS

ANEXO A: Prancha do projeto de esgoto da sede

MEMORIAL DE DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE ESGOTO
SEDE DO PROJETO SOCIAL SORRISOS DOS RIOS

1. RAMAL DE DESCARGA

Os ramais de descarga são dimensionados de acordo com a unidade Hunter de contribuição (UHC) de cada aparelho, conforme a NBR 8160/99:

Tabela 3 - Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga <i>DN</i>
Bacia sanitária		6	100 ¹⁾
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2 ²⁾	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50 ³⁾
Máquina de lavar roupas		3	50 ³⁾

¹⁾ O diâmetro nominal *DN* mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para *DN 75*, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de *DN 75*, sem necessidade de peça especial de adaptação.

²⁾ Por metro de calha - considerar como ramal de esgoto (ver tabela 5).

³⁾ Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

De acordo com a UHC dos aparelhos, são definidos os diâmetros dos ramais de descarga conforme abaixo:

Ambiente	Aparelho	Quantidade	UHC	Φ mínimo (mm)
Banheiro 01	Lavatório	2	2	40
	Chuveiro	1	4	40
	Vaso sanitário com caixa	2	6	100
Banheiro 02	Lavatório	2	2	40
	Vaso sanitário com caixa	3	6	100
Alimentação	Pia de cozinha residencial	3	1	50
Consultório	Lavatório	1	2	40
Área de Escovação	Lavatório	8	2	40

2. RAMAL DE ESGOTO

De acordo com o somatório das UHC dos aparelhos, são definidos os diâmetros dos ramais de esgoto conforme a tabela 5 da norma:

Tabela 5 - Dimensionamento de ramais de esgoto

Diâmetro nominal mínimo do tubo	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição
<i>DN</i>	UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

O dimensionamento dos ramais de esgoto dos ambientes pode ser vistos na tabela abaixo:

Ambiente	Aparelho	Quantidade	UHC	Φ mínimo (mm)	UHC Ramal de Esgoto	Φ ramal de esgoto (mm)
Banheiro 01	Lavatório	2	2	40	8	75
	Chuveiro	1	4	40		
	Vaso sanitário com caixa	2	6	100		
Banheiro 02	Lavatório	2	2	40	4	50
	Vaso sanitário com caixa	3	6	100		
Alimentação	Pia de cozinha residencial	3	1	50	3	50
Consultório	Lavatório	1	2	40	2	40
Área de Escovação	Lavatório	8	2	40	16	75

* Vaso sanitário não contabilizado para UHC do ramal de esgoto visto que vai direto para a caixa de inspeção.

3. FOSSA BIODIGESTORA

3.1. VOLUME ESTIMADO

Devido à sua natureza como uma tecnologia relativamente nova, especialmente desenvolvida para áreas rurais, não existe um cálculo de dimensionamento normativo estabelecido para a fossa biodigestora. Diante dessa lacuna, para o dimensionamento, foram incorporados trechos normativos relevantes para avaliar a contribuição de esgoto da sede. A outra parte do dimensionamento foi elaborada com base em comparações com o projeto dimensionado pela Embrapa e em outros sistemas de biodigestores atualmente disponíveis no mercado. Essa abordagem permite uma adaptação flexível do dimensionamento, levando em consideração as peculiaridades da tecnologia e as diversas condições encontradas em contextos rurais.

3.1.1. NÚMERO DE PESSOAS OU UNIDADES DE CONTRIBUIÇÃO

Corresponde ao número de pessoas a serem atendidas pelo tanque séptico ou, quando não conhecido este valor, número de unidades de contribuição.

De acordo com o observado em ações realizadas pelo projeto, além dos dados fornecidos pelo corpo técnico do projeto Sorrisos dos Rios, a edificação será projetada para atender uma demanda média de 100 pessoas nos dias de ação, que ocorrem uma vez ao mês. Nas outras semanas, haverá um fluxo médio de 45 pessoas para atendimento.

3.1.2. CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTO

Corresponde ao somatório das vazões de despejos, e é dependente da natureza dos ocupantes e do tipo de habitação. Como referência, utiliza-se a Tabela 1 da NBR 7229/1993, adaptada abaixo.

Tipo de prédio	Contribuição diária de esgoto (C) [L/unidade x dia]	Unidade
Ocupantes permanentes		
Residência padrão alto	160	pessoa
Residência padrão médio	130	pessoa
Residência padrão baixo	100	pessoa
Hotel (exceto lavanderia e cozinha)	100	pessoa
Alojamento provisório	80	pessoa
Ocupantes temporários		
Fábrica em geral	70	pessoa
Escritório	50	pessoa
Edifícios públicos ou comerciais	50	pessoa
Escolas (externatos) e locais de longa permanência	50	pessoa
Bares	6	pessoa
Restaurantes e similares	25	refeição
Cinemas, teatros e locais de curta permanência	2	lugar
Sanitários públicos*	480	bacia sanitária

*Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estágio esportivo, etc.).

A sede pode ser considerada um espaço de curta permanência, uma vez que as ações duram em média de 3 a 4 horas e a rotatividade de pessoas entrando e saindo neste período é grande. Levando em consideração os dias de maior demanda (dias de ação) em que são estimadas aproximadamente 100 pessoas, podemos calcular a contribuição diária como:

$$C = 100 \times 2 \rightarrow C = 200L/dia$$

Considerando que as ações ocorrem de forma semanal e em apenas um único dia, pode-se dizer que a contribuição diária real ao longo da semana é igual a 1/7 da contribuição calculada, logo:

$$C_{real} = C \times \frac{1}{7} \rightarrow C_{real} = 200 \times \frac{1}{7} \rightarrow C_{real} = 28,57 \text{ L/dia}$$

Visando manter o processo de biodigestão das bactérias anaeróbias. É recomendado que os banheiros sejam utilizados todos os dias. Dessa forma, considerando a utilização de pelo menos um usuário permanente por dia para manutenção deste sistema, adiciona-se na contribuição diária mais 10 litros de água. Logo:

$$C_{real} = 28,57 + 10 \rightarrow C_{real} = 38,57 \text{ L/dia}$$

De acordo com Novaes (2002), o modelo de fossa biodigestora idealizado pela Embrapa é capaz de receber uma faixa de 50 litros de água/resíduos por dia, em um total de 1500 litros por mês.

$$C_{mensal} = 28,57 \times 30 \rightarrow C_{mensal} = 1.157 \text{ L}$$

Dessa forma, pode-se dizer que o modelo de 3 caixas de 1000 L atende as especificações da sede.

Para calcular o limite de capacidade da sede, consideramos o consumo total mensal de 1500 L. Considerando a mesma taxa de contribuição diária de esgoto do cálculo anterior, temos que:

$$N_{usuários} = \frac{1500}{2} = 750 \text{ usuários/mês ou } 25 \text{ usuários/dia}$$

Levando em consideração que para as ações semanais (considerando a capacidade crítica de 100 pessoas em um dia), temos uma média de 15 usuários por dia ao longo da semana, pode-se dizer que o volume projetado para a sede está dentro de uma margem de segurança confortável. É válido ressaltar que em 3 das 4 semanas é projetado um número menor de pessoas a serem atendidas (45 pessoas de acordo com o corpo técnico do projeto), porém, Gomes (2002) ressalta que não é interessante dimensionar a fossa biodigestora para volumes menores que 3 caixas de 1000 litros cada, pois pode comprometer o período de permanência do sistema.

Além disso, para níveis de comparação, fez-se um estudo sobre demais tipos de biodigestores encontrados no mercado.

Qual capacidade usar?

Empreendimento	Indicação	600 L**	750 L*	Número de pessoas atendidas		
				1300 L**	1500 L*	3000 L*
Residência Padrão Alto	160	3	4	8	9	18
Residência Padrão Médio	130	4	5	10	11	23
Residência Padrão Baixo	100	6	7	13	15	30
Alojamento Provisório	80	7	9	16	18	37
Fábrica	70	8	10	18	21	42
Escritório	50	12	15	26	30	60
Escolas	50	12	15	26	30	60
Chácaras de Eventos	25	24	30	52	60	120
Edifícios Comerciais	50	12	15	26	30	60

Quantidade de esgoto que uma pessoa produz por dia, em média. Valores fornecidos pela NBR 13969:1997 (tabela 3). Nota: Em concordância com as exigências da resolução CONAMA nº 375/2008, todo lodo biológico pode ser neutralizado com o uso de cal e, após sua secagem ser utilizado na agricultura de forma alternativa de suplementação de matéria orgânica e de nutrientes para plantas, porém não sendo permitido seu uso e aplicação no cultivo de hortaliças, frutas rasteiras e legumes consumidos crus. Se a extração de lodo for efetuada por caminhão limpa-fossa, deverá ser feita através do tubo de manutenção do lodo. Porém deverá ser extraído apenas o volume referente ao lodo estabilizado (verificar na tabela XX e volume referente a cada modelo). TDH de projeto = 24h 1dia (t) V = Q x t (dia).

Aqui, temos que um biodigestor da Aqualimp com volume de 3000 L é capaz de atender até 60 pessoas por dia, considerando um empreendimento comercial com contribuição diária de 50 L por pessoa.

EMPREENHIMENTO	CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTO PER CAPITA (l/dia)*	Nº. DE PESSOAS ATENDIDAS	
		MODELO 750 L	MODELO 1.500 L
Residência de padrão alto	160	4	9
Residência de padrão médio	130	5	11
Residência de padrão baixo	100	7	15
Alojamento provisório	80	9	18
Hotel	100	7	15
Indústria em geral	70	10	21
Escritório	50	15	30
Escola	50	15	30
Edifícios comerciais	50	15	30

O Biodigestor da Tecnipar segue as mesmas condições de dimensionamento, atendendo até 30 pessoas por dia, considerando um empreendimento comercial com contribuição diária de 50 L por pessoa.

Ocupantes e Tipo de Edificação	Contribuição diária de Esgoto (L/pessoa)	Nº Pessoas atendidas (500L/dia)	Nº Pessoas atendidas (1500L/dia)
Ocupantes Permanentes			
Residência de alto consumo de água	160	3	9
Residência de médio consumo de água	130	4	11
Residência de baixo consumo de água	100	5	15
Hotel (exceto lavanderia e cozinha)	100	5	15
Alojamento provisório	80	6	18
Ocupantes Temporários			
Fábrica em geral	70	7	21
Escritório	50	10	30
Edifício público ou comercial	50	10	30

Tabela 01: Quantidade de pessoas atendidas pelos Biodigestores Fortlev.

O Biodigestor da Fortlev segue as mesmas condições de dimensionamento, atendendo até 30 pessoas por dia, considerando um empreendimento comercial com contribuição diária de 50 L por pessoa.