

UNIVERSIDADE TIRADENTES

CLERISTON ANDRADE DE OLIVEIRA

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE
ESGOTO PARA O POVOADO JABEBERI NO MUNICÍPIO DE
TOBIAS BARRETO/SE

ARACAJU
2018

CLERISTON ANDRADE DE OLIVEIRA

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE
ESGOTO PARA O POVOADO JABEBERI NO MUNICÍPIO DE
TOBIAS BARRETO/SE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentada à Universidade Tiradentes
como um dos pré-requisitos para a
obtenção de grau de bacharel em
Engenharia Civil.

Prof. Dr. PAULO EDUARDO SILVA MARTINS

ARACAJU
2018

CLERISTON ANDRADE DE OLIVEIRA

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO PARA O
POVOADO JABEBERI NO MUNICIPIO DE TOBIAS BARRETO/SE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao
Curso de Engenharia Civil da Universidade
Tiradentes – UNIT, como requisito parcial para
obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Paulo Eduardo Silva Martins
Orientador - Universidade Tiradentes

Prof. Leonardo Teixeira Rocha
Universidade Tiradentes

Eng. Aesque Victor de Almeida Carvalho

“Educação não transforma o mundo.
Educação muda pessoas. Pessoas
transformam o mundo”

Paulo Freire

RESUMO

A medida que a população cresce, há um aumento proporcional na produção de resíduos e descartes de forma irregular, em locais como vias públicas, terrenos baldios e lixões, tem levado sérios problemas para a saúde humana. A transmissão de doenças está quase sempre ligada a falha no sistema de saneamento básico. O tratamento de águas provenientes de residências domésticas é feito por sistemas anaeróbicos, principalmente em locais que não possuem grandes redes de saneamento. Afim de solucionar os problemas oriundos do esgoto doméstico, as técnicas anaeróbicas são utilizadas nas residências unifamiliar, sendo o tanque séptico seguido de sumidouro o mais usual. Este trabalho mostra uma análise de saneamento básico no Povoado Jabeberi localizado no município de Tobias Barreto/SE, como também uma análise de custo-benefício, a partir do dimensionamento de sistemas de tratamento de esgoto unifamiliar propostos, com variação nos métodos construtivos e formas do tanque séptico. O diagnóstico foi realizado por meio de uma pesquisa em campo, juntamente com os moradores da região. Constatou-se que o povoado é abastecido por água encanada, porém não é beneficiado com rede de drenagem de águas pluviais. Tendo como consequência, o preocupante quadro do tratamento e disposição de água, pois nenhuma unidade familiar tem sistema de tratamento e disposição de efluentes no solo conforme as normas NBR 7229/1993 e NBR 13969/1997. De acordo com as investigações, foi proposto a implantação de um sistema de tanque séptico circular em concreto armado seguido de sumidouro circular também de concreto armado, devido ao seu melhor custo-benefício dentre os sistemas estudados. O diagnóstico apresentado, mostra a situação precária em que se encontra o povoado com relação ao sistema de saneamento básico. O foco principal é implantar os sistemas, principalmente em residências de elevado número de habitantes e de baixo padrão socioeconômico em toda a região.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento básico, tanque séptico, sumidouro.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: As 4 vertentes do Saneamento Básico	18
Figura 2: Gráfico de Consumo X Perdas	19
Figura 3: Composição do Esgoto Sanitário	20
Figura 4: Detalhes e dimensões de um tanque séptico de câmara única	26
Figura 5: Detalhes e dimensões de um tanque séptico circular de câmara única	27
Figura 6: Detalhes e dimensões de um tanque séptico circular de câmara múltipla	28
Figura 7: Detalhes e dimensões de um tanque séptico prismático de câmara múltipla	28
Figura 8: Detalhes e dimensões de um tanque séptico com câmaras sobrepostas	29
Figura 9: Funcionamento geral de um tanque séptico	31
Figura 10: Esquema do lodo no fundo do tanque séptico	32
Figura 11: Construção de uma fossa séptica	34
Figura 12: Sumidouro cilíndrico de alvenaria de tijolo	43
Figura 13: Sumidouro construído de anel-moldado de concreto com fundo preenchido de brita	45
Figura 14: Detalhamento construtivo de sumidouro cilíndrico	47
Figura 15: Localização de Tobias Barreto no Estado de Sergipe	48
Figura 16: Território Centro Sul Sergipano	49
Figura 17: Distribuição de abastecimento de água em Tobias Barreto/SE	51
Figura 18: Estação de Tratamento de Água da DESO em Tobias Barreto	52
Figura 19: Pontos de despejo do Esgoto em Tobias Barreto	53
Figura 20: Povoado Jabeberi, Tobias Barreto – SE	53
Figura 21: Trecho do Plano Municipal de Saneamento Básico de Tobias Barreto	55
Figura 22: Contribuição diária de esgoto por habitante (C) e de lodo fresco (Lf)	56
Figura 23: Período de retenção dos despejos, por faixa de contribuição diária	57
Figura 24: Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias	57
Figura 25: Profundidade útil máxima, por faixa mínima e de volume útil	58
Figura 26: Ilustração do tanque séptico retangular de alvenaria de bloco cerâmico	59
Figura 27: Detalhes construtivos da planta baixa de fossa séptica retangular em alvenaria	60
Figura 28: Detalhes construtivos do corte longitudinal de Fossa Séptica retangular em alvenaria	60
Figura 29: Detalhes construtivos da planta baixa de Fossa Séptica retangular em concreto armado	61

Figura 30: Detalhes construtivos da planta baixa de fossa séptica circular em alvenaria	62
Figura 31: Detalhes construtivo da planta baixa de fossa séptica circular em concreto armado	63
Figura 32: Tipos de solos do município de Tobias Barreto/SE	64
Figura 33: Coeficiente de infiltração provável para o solo	64
Figura 34: Detalhes construtivos da planta baixa para o Sumidouro em alvenaria	66
Figura 35: Detalhes construtivos da planta baixa para o Sumidouro em concreto armado	66
Figura 36: Acesso principal ao Povoado Jabeberi	68
Figura 37: Conta de água de um dos moradores do povoado	69
Figura 38: Despejo de esgoto em vala ao fundo de uma das residências	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Índices de Coleta e Tratamento de Esgoto Sanitário nas Regiões Brasileiras	21
Tabela 2: Doenças Desenvolvidas com a Ausência do Saneamento	23
Tabela 3: Período de detenção em função da contribuição diária	31
Tabela 4: Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante	37
Tabela 5: Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio	38
Tabela 6: Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil	38
Tabela 7: Questionário aplicado ao Povoado Jabeberi	54
Tabela 8: Número de habitantes e perfil socioeconômico	67
Tabela 9: Informações sobre o sistema de abastecimento de água, do sistema de drenagem de água pluvial e o sistema de coleta de lixo	68
Tabela 10: Informações sobre destinação de esgoto	70
Tabela 11: Parâmetros utilizados para o dimensionamento do sistema	71
Tabela 12: Parâmetros iniciais para o dimensionamento do Tanque Séptico	71
Tabela 13: Valores referentes ao dimensionamento do tanque séptico retangular de alvenaria de bloco cerâmico	72
Tabela 14: Valores referentes ao dimensionamento do tanque séptico retangular de concreto armado	73
Tabela 15: Valores referentes ao dimensionamento do tanque séptico circular em alvenaria de bloco cerâmico	73
Tabela 16: Valores referentes ao dimensionamento do tanque séptico circular em concreto armado	74
Tabela 17: Parâmetros iniciais para o dimensionamento do Sumidouro	74
Tabela 18: Valores referentes ao dimensionamento do sumidouro em alvenaria de bloco cerâmico	74
Tabela 19: Valores referentes ao dimensionamento do sumidouro em concreto armado	75
Tabela 20: Valores referentes a instalação de um sistema tanque séptico de bloco cerâmico retangular com sumidouro de bloco cerâmico e de um sistema tanque séptico de concreto armado retangular com sumidouro de concreto armado	75

Tabela 21: Valores referentes a instalação de um sistema tanque séptico de bloco cerâmico retangular com sumidouro de concreto armado e de um sistema tanque séptico de concreto armado retangular com sumidouro de bloco cerâmico	76
Tabela 22: Valores referentes a instalação de um sistema tanque séptico de bloco cerâmico circular com sumidouro de bloco cerâmico e de um sistema tanque séptico de concreto armado circular com sumidouro de concreto armado	76
Tabela 23: Valores referentes a instalação de um sistema tanque séptico de bloco cerâmico circular com sumidouro de concreto armado e de um sistema tanque séptico de concreto armado circular com sumidouro de bloco cerâmico.....	76
Tabela 24: Comparativo de custos entre de sistemas com tanques sépticos retangulares	77
Tabela 25: Comparativo de custos entre de sistemas com tanques sépticos retangulares e circulares	78
Tabela 26: Comparativo de custos entre de sistemas com tanques sépticos retangulares e circulares	79
Tabela 27: Comparativo de custos entre de sistemas com tanques sépticos retangulares e circulares	80
Tabela 28: Comparativo de custos entre de sistemas com tanques sépticos circulares..	81
Tabela 29: Comparativo de custos entre as soluções de tratamento de esgoto propostas	82
Tabela 30: Comparativo de custos entre as soluções de tratamento de esgoto propostas	82

LISTA DE EQUAÇÕES

(1).....	36
(2).....	40
(3).....	45
(4).....	46
(5).....	58
(6).....	59
(7).....	62
(8).....	63
(9).....	66
(10).....	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- A Área da base do tanque (m²);
- A Dimensão para a não-flutuação devido ao empuxo (m)
- ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AF Área do fundo do sumidouro (m²);
- Ai Área de infiltração (m²);
- AL Área da lateral do sumidouro (m²);
- At Altura Total (m);
- Au Altura Útil (m);
- Aw Clima tropical com estação seca;
- BDI Benefícios e Despesas Indiretas;
- C Contribuição diária de despejos por habitante (L/pessoa.dia);
- C Comprimento do tanque séptico (m);
- Cd Contribuição diária de esgoto (L/dia);
- CETESB Companhia Ambiental do Estado de São Paulo;
- CH₄ Gás Metano;
- Ci Coeficiente de infiltração ou percolação (L/m².dia);
- CO₂ Gás Carbônico;
- CONAMA Conselho Nacional de Meio Ambiente;
- CPRM Companhia de Pesquisa de Recursos
Minerais;
- Ct Comprimento Total (m);
- Cu Comprimento útil (m);
- D Diâmetro do sumidouro (m);

Dt Diâmetro total (m);

DBO Demanda Bioquímica de Oxigênio;

DESO Companhia de Saneamento de Sergipe;

DIN Deutsches Institut für Normung;

Du Diâmetro Útil (m);

ETE Estação de Tratamento de Esgoto;

EUA Estados Unidos da América;

FUNASA Fundação Nacional de Saúde;

H Profundidade do sumidouro (m);

H Profundidade útil (m);

H₂S Sulfeto;

IBGE Instituto brasileiro de Geografia e Estatística;

ITP Instituto de Tecnologia e Pesquisas;

K Taxa de acumulação de lodo

(dia);

L Contribuição Diária;

M Largura do Tanque Séptico (m);

L_f Contribuição de lodo fresco (L/pessoa.dia) ou em (L/unidade.dia);

L_t Largura Total (m);

L_u Largura Útil (m);

N Número de pessoas ou unidades de contribuição (hab.);

NB Norma Brasileira;

NBR Norma Brasileira Regulamentadora;

ORSE Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe;

pH Potencial Hidrogeniônico;

Pt Profundidade Total (m);

Pu Profundidade Útil (m);

Rt Raio Total (m);

Ru Raio Útil (m);

SE Estado de Sergipe;

SEDURB Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano;

SEMAHR Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos;

S/N Sem Número;

SP Estado de São Paulo;

SSG Relatório de Sondagem;

t Temperatura (°C);

Temp Temperatura (°C);

T Período de detenção (dia);

V Volume útil (L);

Ve Volume de contribuição de esgoto

(L/dia);

Vt Volume Total (m);

Vu Volume útil (m).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Objetivo geral.....	16
1.2 Objetivo Específico.....	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 Saneamento Básico no Brasil.....	17
2.1.1 Conceitos.....	17
2.1.2 Problemas.....	18
2.2 Esgoto Sanitário No Brasil.....	19
2.2.1 Conceitos.....	19
2.2.2 Problemas.....	21
2.3 Tanques Sépticos.....	24
2.3.1 Conceitos.....	24
2.3.2 Históricos.....	25
2.3.3 Tipos e Formas.....	25
2.3.4 Funcionamento.....	30
2.3.5 Eficiência.....	32
2.3.6 Dimensionamento e aspectos construtivos.....	33
2.4 Pós Tratamento.....	41
2.5 Sumidouro.....	42
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	48
3.1 Descrição da Área de Atuação.....	48
3.2 Descrição dos procedimentos.....	54
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	67
4.1 Análise direcionada ao Saneamento Básico no Povoado.....	67
5 CONCLUSÃO.....	83
REFERÊNCIAS.....	84

1 INTRODUÇÃO

O saneamento ambiental é uma união de ações sociais e econômicas que têm como objetivo proporcionar a Salubridade Ambiental, estado salubre, de boa saúde, em que reside a população urbana e rural, tanto em ao que se trata de endemias ou epidemias difundidas pelo meio ambiente, como em evoluções nas relações entre os seres humanos e o meio ambiente, tornando-as favoráveis ao pleno usufruto de saúde e bem-estar. Tais ações são, a título de exemplo, através do abastecimento de água potável, coleta e distribuição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, estímulo da instrução sanitária de uso do solo, drenagem urbana, contenção de doenças transmissíveis e outros serviços e obras especializadas, com a intenção de preservar e aprimorar as circunstâncias de vida urbana e rural. FUNASA (2007)

Conforme o TRATA BRASIL (2017) em 2013, o país apresentou mais de 14 milhões de ocorrências de ausência ao trabalho por diarreia ou vômito. Em cada ocasião, as pessoas se mantiveram longe de suas atividades laborais por uma média de 3,32 dias. Isso expressa que tais doenças causaram 49,8 milhões de dias de afastamento no decorrer de um ano. No ano de 2015, a despesa com horas não trabalhadas atingiu R\$ 872 milhões. Para 2035, almeja-se uma despesa de R\$ 730 milhões. Isso representa uma economia de R\$ 142 milhões no ano de 2035 em relação ao caso estudado em 2015.

De acordo com SNIS (2016) no tocante a coleta de esgoto. Na região Nordeste, somente 36,22% do esgoto é tratado e a taxa de coleta é de 26,79%. Particularizando o estado de Sergipe, tem-se os seguintes dados: somente 22,90% do esgoto Sanitário é coletado e 29,08% é tratado. No Município de Tobias Barreto apenas 5% da população dispõe do sistema de esgotamento sanitário

A tecnologia anaeróbia no Brasil atende várias finalidades no sistema de tratamento de esgotos domésticos tanto de forma centralizada como descentralizada, no entanto a aplicação de forma descentralizada acarreta economias significativas referente ao custo de investimento em sistemas de tratamento de esgoto principalmente em regiões que não estão ligadas a redes de saneamento de grande porte (AIYUK et al., 2004; VAN LIER, 2002). Em referência aos sistemas anaeróbios, as diversas características favoráveis destes sistemas como baixo custo, simplicidade operacional e baixa produção de sólidos, aliadas às condições ambientais e elevadas

temperaturas, tem colaborado para a inserção dos sistemas anaeróbios de tratamento de esgoto em uma colocação de destaque (CHERNICHARO, 2001).

Fez-se necessário um estudo que tem por objetivo realizar uma análise das condições de saneamento básico, com base no lançamento e tratamento do esgoto sanitário do Povoado Jabeberi, situado no município de Tobias Barreto/SE. Contudo, procurou-se estudar o processo de tratamento de esgoto de forma correta e completa; sugerir um sistema de tratamento de esgoto sanitário individual mais conveniente para as residências da comunidade e conscientizar a população a direcionar corretamente e tratar o seu próprio esgoto doméstico, de tal maneira que esta prática seja viável.

1.1 Objetivo geral

Mostrar sistemas de tratamento e pós-tratamento de esgotos oriundos de unidades unifamiliares do Povoado Jabeberi, com o intuito de melhorar a qualidade de vida e saúde da comunidade.

1.2 Objetivo Específico

- a) Diagnóstico de saneamento básico;
- b) Dimensionar sistemas de tratamento, variando materiais e formas, e pós-tratamento de acordo com a ABNT NBR 7229 (1993) e ABNT NBR 13969 (1997);
- c) Análise de custo-benefício entre os sistemas propostos

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é apresentado todo o princípio teórico do trabalho abrangendo os tópicos de saneamento básico e esgotamento sanitário no Brasil, Tanques Sépticos e o Pós tratamento.

2.1 Saneamento Básico no Brasil

2.1.1 Conceitos

De acordo com a Lei nº 11.445/2007, que normatiza as diretrizes nacionais para o saneamento básico, pode-se conceituar o mesmo como um agrupamento de serviços, esgotamento sanitário, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, manejo de resíduos sólidos e drenagem, limpeza urbana, manejo de águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas.

Ainda de acordo com a Lei nº 11.445/2007, os serviços devem ser realizados com base em algumas concepções fundamentais como a generalização do acesso, a sua integralidade, compreendida entre todas as atividades e componentes de cada um dos respectivos serviços de saneamento básico, proporcionando à população o acesso: a comodidade de suas exigências; esgotamento sanitário, abastecimento de água, manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana realizados de formas adequadas; à proteção do meio ambiente e à saúde pública; disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de manejo das águas pluviais e serviços de drenagem, limpeza e supervisionamento preventivo das respectivas redes; utilização de métodos, técnicas e processos que valorizem as particularidades local e regional; vínculo com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de combate à pobreza e sua erradicação e de habitação; sustentabilidade e eficiência; uso de tecnologias apropriadas; controle social; transparência das ações; segurança, regularidade e qualidade.

Figura 1: As 4 vertentes do Saneamento Básico



Fonte: SANESB (2017).

2.1.2 Problemas

O plano de Saneamento Básico foi desenvolvido com o propósito de solucionar os problemas existentes das suas 4 vertentes. Segundo o TRATA BRASIL (2016) os setores atingidos pela falta de Saneamento são o de turismo, preservação, saúde, trabalho, cidadania e educação.

Particularizando alguns setores, pode-se dizer, por exemplo, que na preservação, nas 100 maiores cidades brasileiras, são despejados em rios, mares e cursos d'água, o equivalente a 3500 piscinas olímpicas de esgoto; no turismo, espera-se que o lucro devido à globalização do saneamento alcance em média R\$ 1,2 bilhão por ano no período de 2015 a 2035; no trabalho, caso existisse saneamento básico adequado em todas as áreas urbanas do país poderiam existir quase 7 milhões de pessoas empregadas no setor; na saúde, para cada R\$ 1,00 investido em saneamento é gerado uma economia de R\$ 4,00 na saúde. (TRATA BRASIL, 2017).

Alguns conceitos sobre saneamento básico no Brasil, conforme SNIS (2016), são alarmantes, como por exemplo, na vertente de água, a cada 100 litros de água coletados e tratados, em média, somente 63 litros são consumidos, ou seja, 37% da água no Brasil é perdida, por conta de vazamentos, roubos e ligações clandestinas, falta de medição ou medições incorretas de consumo de água, ocasionando em um prejuízo de até R\$ 8 bilhões e tendo esse volume de água perdido por ano capacidade de encher seis sistemas Cantareira. Outra situação a ser relatada é que mais de 35 milhões de brasileiros não tem acesso a este tipo de serviço.

Figura 2: Gráfico de Consumo X Perdas

Fonte: TRATA BASIL (2017).

2.2 Esgoto Sanitário No Brasil

Será tratado nesse tópico, uma das quatro vertentes do Saneamento básico , o Esgotamento sanitário.

2.2.1 Conceitos

A ABNT NBR 9648 (1986, p.1) item 2.4 cita que Esgoto Sanitário é o “despejo líquido composto de esgotos residencial e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasita”.

De acordo com CREDER (2014, p.225) define-se esgoto como “refugo líquido que deve ser transportado a um destino final”. Já esgotamento sanitário “são os despejos advindos da utilização da água para fins higiênicos”. (CREDER, 2014, p.226).

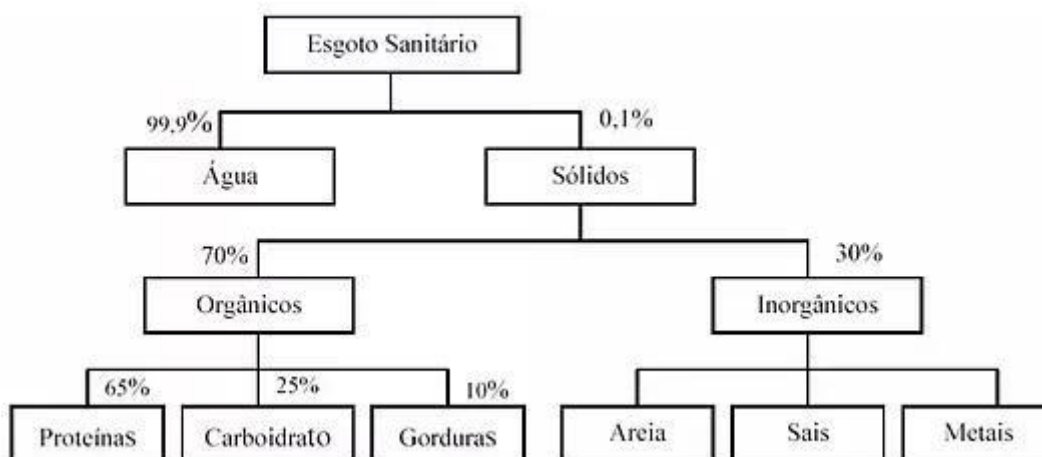
Segundo MELO (1988, p.102) esgotamento sanitário “são instalações destinadas ao transporte das águas provenientes das edificações, desde os aparelhos ou ralos até a rede coletora públicas”.

A ABNT NBR 9648 (1986, p.1) item 2.2 dita sobre seus conceitos básicos “a melhor opção de arranjo, sob os pontos de vista técnico, econômico, financeiro e social”. Já o item 2.3 conceitua que o sistema de esgotamento sanitário é o “conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar somente esgoto sanitário a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro”.

Conforme a publicação da UFSC (2017) há três tipos de sistemas de esgoto. O sistema unitário, que é o recolhimento dos esgotos pluviais, domésticos e industriais em um único coletor. Tal sistema possui custo de implantação elevado, bem como o seu tratamento; o sistema separador, os esgotos doméstico e industrial são separados do esgoto pluvial, que por sua vez é o mais utilizado no Brasil, por possuir custo de implantação mais baixo, já que as águas pluviais são menos contaminadas em relação ao esgoto doméstico, que tem prioridade por necessitar tratamento e o sistema misto, onde a rede recebe o esgoto sanitário e uma parte de águas pluviais.

Ainda de acordo com a publicação da UFSC (2017), a constituição do esgoto sanitário procede da utilização das águas de abastecimento e modifica com o clima as condições socioeconômicas da população, os hábitos, da presença de efluentes industriais, infiltração de águas pluviais etc. Os esgotos residenciais são compostos aproximadamente de 99,9% de líquido e o restante 0,1% de material sólido, contêm principalmente matéria orgânica e mineral (em solução e suspensão), alta quantidade de bactérias dentre outros organismos.

Figura 3: Composição do Esgoto Sanitário



Fonte: Adaptado de MARA e SILVA (1979).

Para MEDEIROS (2017, p.6), pode-se afirmar que:

O principal efeito ecológico da poluição orgânica em um curso d'água é o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido. Da mesma forma, no tratamento de esgotos por processos aeróbios, é fundamental o adequado fornecimento de oxigênio para que os microrganismos possam realizar os processos metabólicos conduzindo à estabilização da matéria orgânica. Assim, surgiu a ideia de se medir a "força" de poluição de um determinado despejo pelo consumo de oxigênio que ele traria, ou seja, uma quantificação indireta da potencialidade da geração de um impacto, e não a medição direta do impacto em si.

MEDEIROS (2017) cita também que a saída encontrada foi a de se calcular em laboratório o consumo de oxigênio que um volume padronizado de esgoto ou outro líquido executa em determinado tempo pré-fixado. Foi, assim, iniciado o relevante conceito da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). A DBO representa a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar, por meio de processos bioquímicos, a matéria orgânica carbonácea.

A carga per capita que simboliza a contribuição individual por tempo corresponde a 54g/hab.dia de DBO e, a parcela de DBO média de esgoto doméstico é de 300mg/L, para VON SPERLING (1996).

2.2.2 Problemas

Os problemas mais abrangentes do esgoto sanitário no Brasil são a escassez da coleta e tratamento, principalmente as consequências destes. De acordo com o TRATA BRASIL (2017) em referência a coleta de esgoto, mais de 100 milhões de brasileiros não possui acesso a esse serviço básico, totalizando 48,08% da população. No tocante ao tratamento do esgoto, 55,08% não possui o tratamento adequado no Brasil.

O TRATA BRASIL (2017) também caracteriza os problemas por região. A região Norte é considerada a pior situação entre todas as regiões, apenas 18,30% do esgoto é tratado, e o índice de coleta é de 10,45%; na região Nordeste, apenas 36,22% do esgoto é tratado e o índice de coleta é de 26,79%; na região Sudeste, 48,80% do esgoto é tratado e o seu índice de atendimento total de esgoto é de 78,57%; na região Sul, 43,87% do esgoto é tratado e o índice de atendimento total de esgoto coletado é de 42,46%, por fim a região Centro-Oeste, onde 52,62% do esgoto é tratado, considera-se a região com melhor desempenho, no entanto a média de esgoto tratado ainda é de 51,52%. A Tabela 1 ilustra esses dados.

Tabela 1: Índices de Coleta e Tratamento de Esgoto Sanitário nas Regiões Brasileiras

% de Coleta e Tratamento de esgoto Sanitário em cada região brasileira		
Região	Coleta	Tratamento
Norte	10,45	18,3
Nordeste	26,79	36,22
Sudeste	78,57	48,8
Sul	42,46	43,87
Centro - Oeste	51,52	52,62

Fonte: Adaptado de TRATA BRASIL (2017).

Em relação ao estado de Sergipe, o TRATA BRASIL (2017) informa os seguintes dados: Somente 22,90% do esgoto Sanitário é coletado e 29,08% é tratado. Os números mostrados são menores que o da região onde se encontra, demonstrando ser um dos estados, com relação a este índice, de menor desenvolvimento.

Estes resultados demonstram que o planejamento e investimentos com esgoto Sanitário no Brasil são insuficientes. É preciso ter uma conscientização das consequências negativas que pode acarretar juntamente com o não tratamento e coleta do Esgoto.

As suas implicações são fatores determinantes para manifestar-se esse debate. Segundo a FUNASA (2017) pode-se dizer que inúmeras doenças, inclusive epidemiológicas, são decorrentes da falta de tratamento e da coleta de esgoto, tornando indispensável tomar alguma conduta referente a esse preocupante problema nacional.

Conforme SOUZA et al. (2015), existem doenças não transmissíveis referente ao saneamento inadequado, como as provenientes de substâncias químicas e biológicas presentes na água, da habitação insalubre, da poluição atmosférica, do clima, de campos eletromagnéticos, de desastres urbanos etc. Porém, não existe uma forma de análise para as enfermidades relacionadas a esses fatores. Na Tabela 2 estão listadas as principais doenças causadas pela falta do saneamento ambiental.

Tabela 2: Doenças Desenvolvidas com a Ausência do Saneamento

Categoria	Grupo de Doenças
Doenças de transmissão Feco-oral	Diarreias: - Cólera - Salmonelose - Shigelose - Outras infecções intestinais bacterianas - Amebíase - Outras doenças intestinais por protozoários - Isosporíase - Doenças intestinais por vírus Febres entéricas: - Febre tifóide - Febre paratifóide Hepatite A
Doenças de transmissíveis por inseto Vetor	Dengue Febre Amarela Leishmanioses - Tegumentar - Visceral Filariose Malária Doença de Chagas
Doenças transmitidas através da água	Esquistossomose Leptospirose
Doenças relacionadas com a higiene	Doenças dos olhos: - Tracoma - Conjuntivites Doenças de pele - Dermatofitoses - Outras micoses superficiais
Geohelmintos e teníases	Helmintíases: - Equinococose - Ancilostomíase - Ascaridíase - Estrongilodíase - Tricuríase - Enterobíase Teníases: - Teníase - Cisticercose

Fonte: Adaptado de COSTA et al. (2002, p. 3).

Conforme o TRATA BRASIL (2017) em 2013, segundo o Ministério da Saúde (DATASUS), tomou-se nota de mais de 340 mil internações por infecções gastrointestinais no país. O gasto de uma internação por infecção gastrointestinal no Sistema Único de Saúde (SUS) foi em torno de R\$ 355,71 por paciente na média nacional. Caso 100% da população tivesse acesso à coleta de esgoto existiria uma redução, em média, de 74,6 mil internações. Cerca de 56% dessa redução ocorreria no Nordeste.

Conforme o TRATA BRASIL (2017) em 2013, o país apresentou mais de 14 milhões de ocorrências de ausência ao trabalho por diarreia ou vômito. Em cada ocasião, as pessoas se mantiveram longe de suas atividades laborais por uma média de 3,32 dias. Isso expressa que tais doenças causaram 49,8 milhões de dias de afastamento no decorrer de um ano. No ano de 2015, a despesa com horas não trabalhadas atingiu R\$ 872 milhões. Para 2035, almeja-se uma despesa de R\$ 730 milhões. Isso representa uma economia de R\$ 142 milhões no ano de 2035 em relação ao caso estudado em 2015.

Enfim, com relação às principais doenças, o TRATA BRASIL (2017) cita que no ano de 2013, obteve-se 391 mil Internações em consequência de doenças gastrointestinais infecciosas. Haverá uma redução das despesas com internações por infecções gastrointestinais na rede hospitalar do SUS. Esses gastos deverão passar de R\$ 95 milhões em 2015 para R\$ 72 milhões em 2035. Em vinte anos (2015 a 2035), levando em conta a evolução gradativa do saneamento e o valor presente da economia com saúde, seja pelos afastamentos do trabalho, como pelas despesas com internação no SUS, deve-se alcançar R\$ 7,239 bilhões no país.

2.3 Tanques Sépticos

2.3.1 Conceitos

Segundo a NBR 7229 (1993, p.2), Tanque Séptico é uma “unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão”

Conforme MELO e NETTO (1988, p.143), pode-se dizer que:

É uma unidade de estanque, simples, não mecanizada, de operação fácil e de custo baixo, que realiza funções múltiplas. Destina-se ao tratamento local, em residências, postos isolados, campos esportivos, pequenas fabricas, edificações na zona rural, etc.

Por fim, MELO e NETTO (1988, p.143) informa que o tanque séptico é uma unidade que realiza simultaneamente várias funções, no entanto não é uma unidade isolada, que dispensa outras instalações. Ele gera continuamente o seu efluente líquido, que necessita ter uma destinação adequada.

No nosso país a norma NBR 7229, publicada em setembro de 1993 significa um grande avanço em sentido de colocar ordem em um mercado extremamente desorientado. É, entretanto, e como se verá, uma norma susceptível de melhoramentos futuros. (MELO e NETTO, 1988)

2.3.2 Históricos

De acordo com MELO e NETTO (1988, p.143), pode-se afirmar que:

O tanque séptico, mais conhecido como “fossa séptica” vem sendo utilizada a pouco mais de 100 anos. Foi a primeira unidade inventada para o tratamento de esgoto e até hoje é a mais extensivamente empregada, em todos os países.

Conforme FUNASA (2006, p. 42), é correto dizer que:

Os registros de caráter históricos apontam como inventor do tanque séptico. Jean Louis Mouras que, em 1860, construiu, na França, um tanque de alvenaria, onde passava os esgotos, restos de comida e águas pluviais, antes de ir para o sumidouro. Este tanque fora aberto 12 anos mais tarde e não apresentava acumulada a quantidade de sólidos que foi previamente estimada em função da redução apresentada no efluente líquido do tanque.

No Brasil, a percussora do uso, a fim de tratar esgotos urbanos, estima-se ter sido o grande tanque construído, por volta de 1892, na cidade de Campinas-SP, porém os tanques só começaram a se difundir em nosso país, no final da década de 1930. (NETTO, 1985)

2.3.3 Tipos e Formas

As formas mais adotadas são as de seção retangular e de seção circular, no qual no primeiro caso recomenda-se que o comprimento seja pelo menos o dobro da largura para assegurar boas condições de escoamento. (NETTO, 1988)

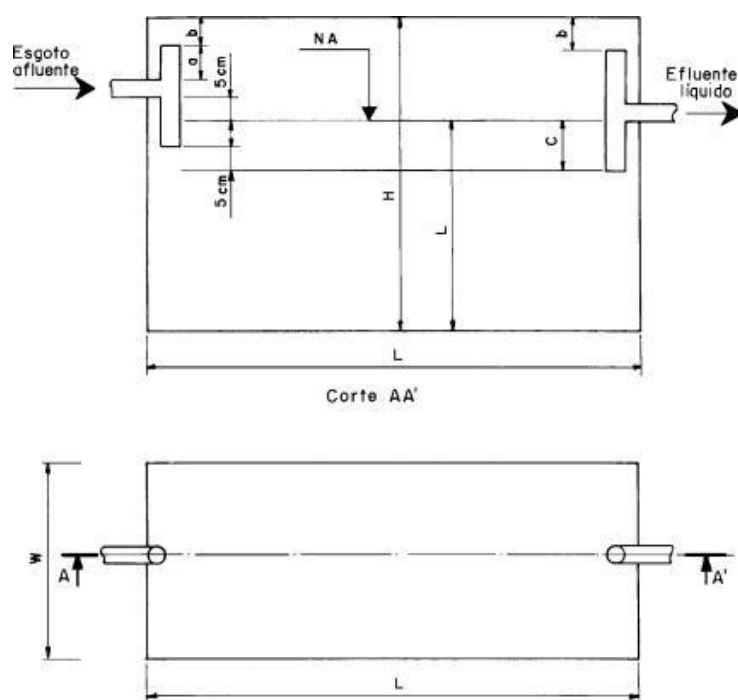
Em referência ao tipo, MELO e NETTO (1988) traduz que há três principais de tanques, os quais podem ser listados como: tanques simples, não compartimentados; compartimentados com câmaras em série; compartimentados com câmaras sobrepostas. Os tanques sépticos simples, de câmara única, comumente usados, são os mais econômicos e os que mais se servem à população brasileira.

Os tanques com dois compartimentos em série são levemente mais caros, porém oferecem maior proteção contra o arrastamento de sólidos suspensos para o efluente, melhorando, dessa forma, a eliminação de sólidos em suspensão. Normalmente o primeiro compartimento tem a medida de $1/2$ a $2/3$, já o segundo de $1/3$ a $1/2$ do total. A razão entre o comprimento total e a largura não deve ser inferior a 2,5:1. Pode-se empregar também dois tanques sépticos simples em série, com o mesmo propósito. (NETTO, 1988)

Já os tanques com câmaras sobrepostas, denominados “decanto-digestores”, oferecem vantagens técnicas e econômicas, a partir de um certo número de pessoas servidas. Os tanques com câmara sobrepostas já tiveram grande uso no Brasil em decorrência da adoção do modelo alemão concebido por Otto Mohr (Otto Mohr System). (NETTO, 1988)

Conforme a NBR 7229, (1993, p.2), os tanques sépticos de câmara única são uma “unidade de apenas um compartimento, em cuja zona superior devem ocorrer processos de sedimentação e de flotação e digestão da espuma, prestando-se a zona inferior ao acúmulo e digestão do lodo sedimentado”, como mostrado na Figura 4 .

Figura 4: Detalhes e dimensões de um tanque séptico de câmara única



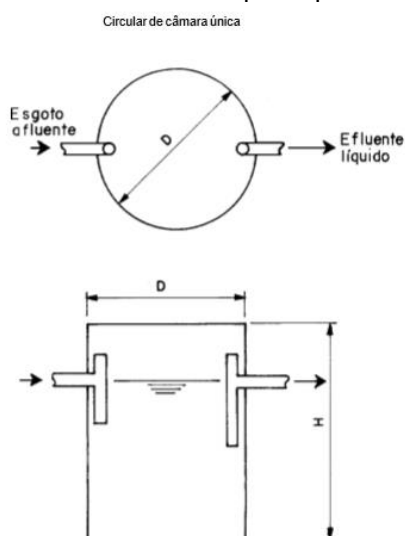
Fonte: NBR 7229 (1993).

Sobre a Figura 4, a NBR 7229 (1993) indica sobre esse tipo de tanque que:

- $a \geq 5 \text{ cm}$
- $b \geq 5 \text{ cm}$
- $c = 1/3 h$
- h = profundidade útil
- H = altura interna total
- L = comprimento interno total
- W = Largura interna total ($\geq 80 \text{ cm}$)
- Relação L/W : entre 2:1 e 4:1

Já a Figura 5 mostra o outro tipo de tanque séptico existente de câmara única.

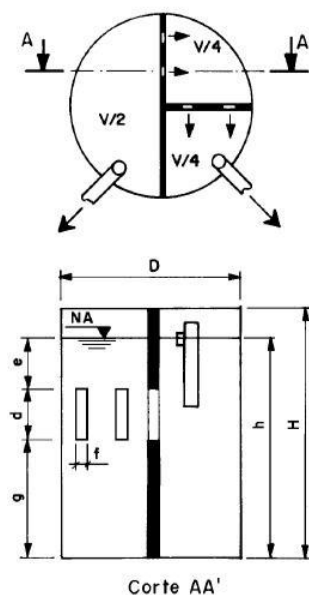
Figura 5: Detalhes e dimensões de um tanque séptico circular de câmara única



Fonte: NBR 7229 (1993).

De acordo com a NBR 7229, (1993, p.2), os tanques sépticos de câmaras em série é uma “unidade com dois ou mais compartimentos contínuos, dispostos sequencialmente no sentido do fluxo do líquido e interligados adequadamente, nos quais devem ocorrer, conjunta e decrescentemente, processos de flotação, sedimentação e digestão”. A Figura 6 mostra um dos tipos de tanque existente de câmara múltiplas.

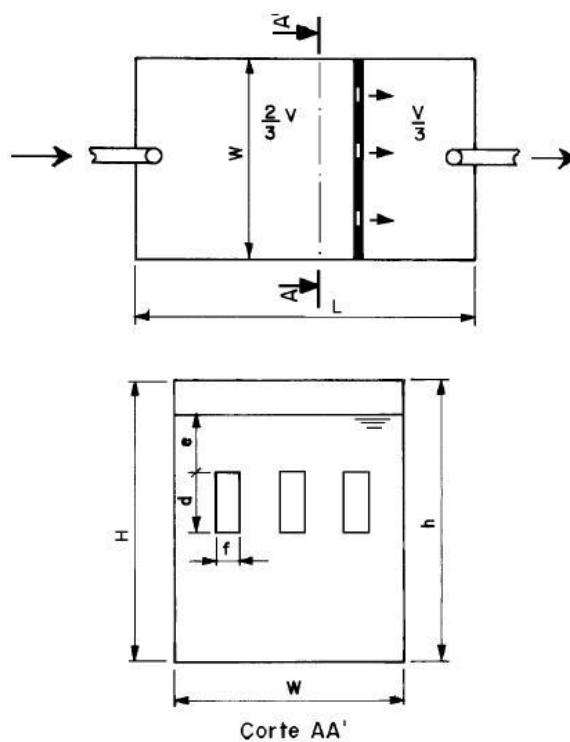
Figura 6: Detalhes e dimensões de um tanque séptico circular de câmara múltipla



Fonte: NBR 7229 (1993).

Já a Figura 7 mostra o outro tipo de tanque séptico existente de câmaras múltiplas.

Figura 7: Detalhes e dimensões de um tanque séptico prismático de câmara múltipla



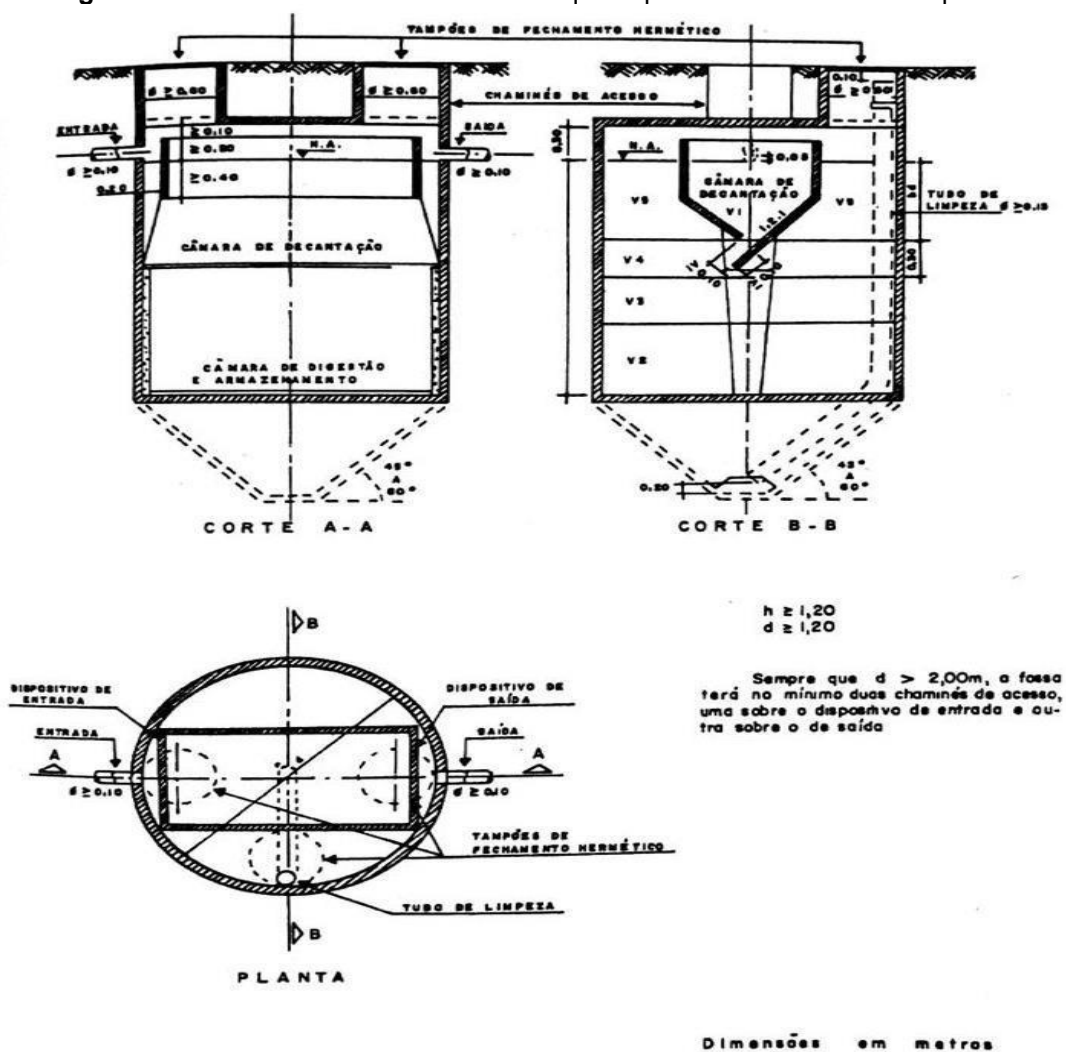
Fonte: NBR 7229 (1993).

Para as Figura 5, Figura 6 e Figura 7, a NBR 7229 (1993) indica sobre esse tipo de tanque que:

- $D =$ diâmetro interno ($\geq 1,10$ m)
 - $e \geq 30$ cm
 - $n =$ número de abertura em cada parede
 - $d =$ altura da abertura (≥ 3 cm)
 - $f =$ largura da abertura (≥ 3 cm)
- $0,5$ h para tanques com intervalo de limpeza de até quatro anos
- $g = 2/3 h$
 - $n \times d \times f = 0,05 \cdot h \cdot W$ (prismático retangular)
 - $n \times d \times f = 0,05 \cdot h \cdot D$ (cilíndrico de câmara dupla)
 - $0,025 \cdot h \cdot D$ (cilíndrico de três câmaras)

Por fim, a Figura 8 mostra o tipo de tanques sépticos com câmaras sobrepostas.

Figura 8: Detalhes e dimensões de um tanque séptico com câmaras sobrepostas



Fonte: JORDÃO (1995).

2.3.4 Funcionamento

Conforme FUNASA (2015), os processos de tratamento no tanque séptico são descritas separadamente para facilitar o entendimento, porém ocorrem simultaneamente:

- Retenção: o esgoto é detido na fossa por um período racionalmente estabelecido, que pode variar de 12 a 24 horas, dependendo das contribuições afluentes (Tabela 3);
- Decantação: simultaneamente à fase de retenção, processa-se uma sedimentação de 60 a 70% dos sólidos em suspensão contidos nos esgotos, formando-se o lodo;
- Flotação: parte dos sólidos não decantados, formados por óleos, graxas, gorduras e outros materiais misturados com gases, eleva-se (flota) para a superfície livre do líquido no interior do tanque séptico e são denominados de espuma;
- Digestão: tanto o lodo como a espuma são atacados por bactérias anaeróbias, provocando uma destruição total ou parcial de organismos patogênicos;
- Redução de volume: na digestão, resultam gases, líquidos e acentuada redução de volume dos sólidos retidos e estabilizados;
- Efluente líquido: o efluente líquido apresenta ainda elevada DBO, portanto necessita disposição cuidadosa para impedir a contaminação de águas subterrâneas e cursos de água.

Já de acordo com MELO e NETTO (1988) o funcionamento do tanque séptico é este listado a seguir:

- Decantação e retenção de sólidos em suspensão, mais pesados, formando o lodo que se acumula na parte inferior;
- Flutuação e retenção dos materiais mais leves, tais como óleos, gorduras e graxas que ficam flutuando na parte superior;
- Tratamento anaeróbio da fase líquida em escoamento;
- Digestão do lodo acumulado, com produção de líquidos, gases e material estabilizado;
- Desagregação e digestão parciais do material flutuante que constitui a costra ou espuma;

- Redução do número de bactérias e de vírus presentes nas águas de esgotos.

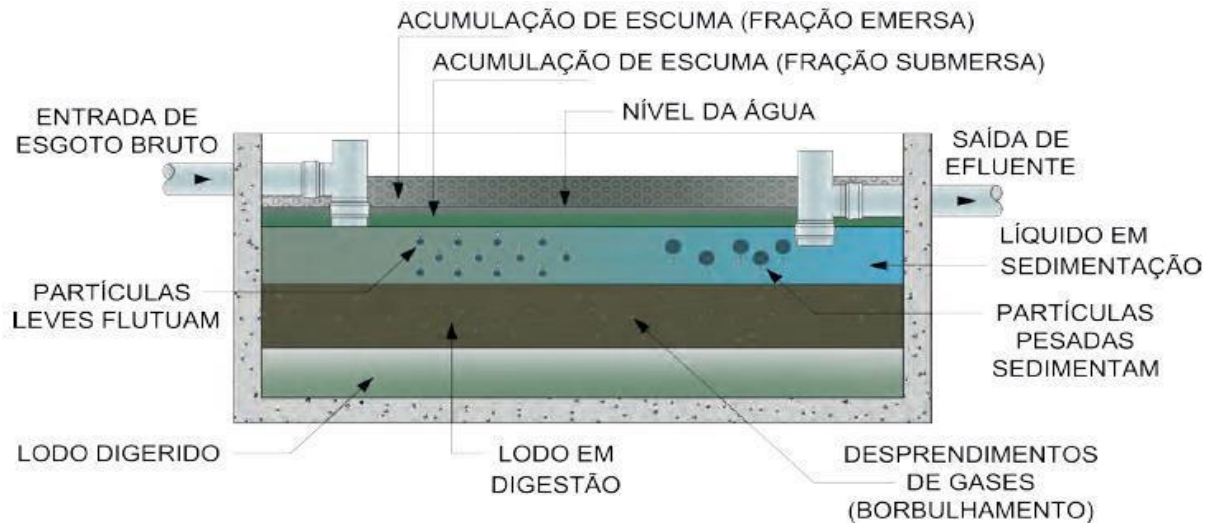
Tabela 3: Período de detenção em função da contribuição diária

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Fonte: NBR 7229 (1993).

A Figura 9 ilustra o funcionamento de um tanque séptico:

Figura 9: Funcionamento geral de um tanque séptico

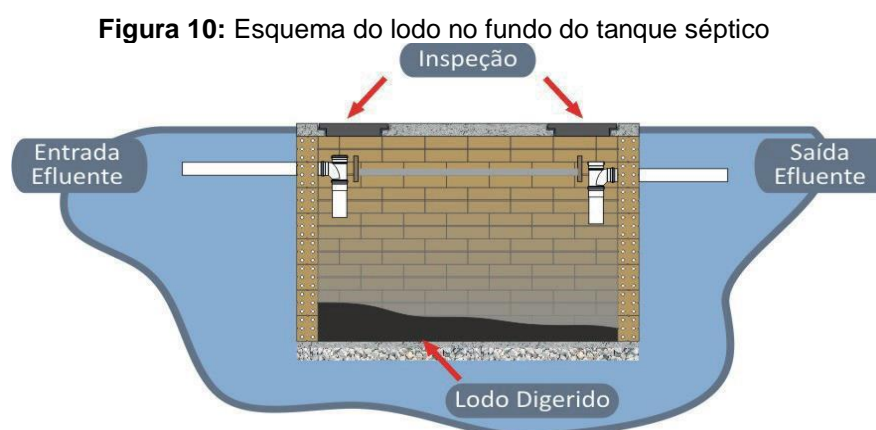


Fonte: FUNASA (2015).

Por fim o FUNASA (2014, p11) diz que:

Alguns critérios são considerados imprescindíveis para o bom funcionamento do TS, como a altura mínima interna de 1,20 m e o correto posicionamento dos septos de entrada e saída. Estes critérios permitem que o lodo se acumule no interior do TS, estabelecendo o processo de sedimentação, e após algum tempo de funcionamento, o processo de digestão anaeróbia. Estes são os dois principais processos de tratamento dos esgotos em um TS, e observa-se sua relação direta com o lodo acumulado em seu interior.

Para exemplificar de forma simples o descrito acima, o FUNASA (2014) indica a Figura 10 para exemplificar:



Fonte: FUNASA (2014).

2.3.5 Eficiência

Conforme FUNASA (2015), a eficiência do tanque séptico é geralmente expressa em função dos parâmetros comumente adotados nos variados procedimentos de tratamento. Os mais usuais são os sólidos em suspensão e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). As frações de cloretos, nitrogênio amoniacal, material graxo e outras substâncias, podem interessar em casos particulares.

- Sólidos em suspensão: o tanque séptico, projetado e operado racionalmente, poderá obter redução de sólidos em suspensão em torno de 60%;
- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO): a remoção de DBO poderá alcançar os percentuais variando de 30 a 45%;
- Coliformes fecais ou termotolerantes (CF): a remoção de coliformes fecais alcança percentuais de 25 a 75%;

- Influência de outras substâncias: estudos realizados mostraram a ausência de qualquer evidência de que os sabões e detergentes usualmente utilizados nas residências, nas proporções em que normalmente são encontrados nos esgotos, possam ser nocivos para o funcionamento dos tanques sépticos. No entanto, de maneira alguma, deverão ser inseridas nos tanques soluções de soda cáustica, que além da interferência em sua eficiência, provocará a colmatação dos solos argilosos.

Segundo citação de Borges (2009), “conforme a NBR 7229, a eficiência na remoção de DBO varia entre 30% a 50% em tanques sépticos de câmara única ou de câmaras sobrepostas, e entre 35% a 55% em tanques sépticos constituídos de câmaras em série”.

2.3.6 Dimensionamento e aspectos construtivos

Os materiais de construção usados em tanques sépticos podem ser produzidos industrialmente, bem como também podem ser construídos no próprio local de emprego. No primeiro caso são utilizados os seguintes materiais: concreto armado, cimento amianto, material cerâmico, aço com revestimento betuminoso, e fibras de vidro. No segundo caso os tanques geralmente são construídos de alvenaria de tijolos ou de concreto, podendo também ser utilizados tubos de concreto de grande diâmetro. (MELO e NETTO, 1988).

Segundo a NBR 7229 (1993), os materiais aplicados na construção dos tanques sépticos, tampões de fechamento e aparelhos internos devem seguir às seguintes exigências:

- Resistência mecânica adequada às solicitações a que cada componente seja submetido;
- Resistência ao ataque químico de substâncias contidas no esgoto afluente ou geradas no processo de digestão.

Outro ponto importante da NBR 7229 (1993) a mencionar em relação aos aspectos construtivos, é que os tanques sépticos e respectivos tampões devem ser resistentes a solicitações de cargas horizontais e verticais, em dimensões suficientes para garantir a estabilidade, de tal modo que:

- Cargas rodantes (veículos) e reaterro, no caso de os tanques estarem localizados em área pública, mesmo que não diretamente na via carroçável;

- Sobrecargas aplicadas no dimensionamento das respectivas edificações, no caso de os tanques estarem localizados internamente aos lotes;
- Pressões horizontais de terra;
- Carga hidráulica devida à sobrelevação de lençol freático, em zonas suscetíveis a esse tipo de ocorrência.

Para tanques sépticos de uso doméstico, individuais e coletivos, na faixa de até 6,0 m³, os requisitos de estabilidade são normalmente suportados por construções em alvenaria de tijolo inteiro (espessura de 20 cm a 22 cm, fora revestimento) ou por concreto armado, moldado *in loco*, com espessura de 8 cm a 10 cm. É admissível também o uso de outros materiais e componentes pré-moldados, como anilhas de concreto armado, componentes de poliéster armado com fibra de vidro e chapas metálicas revestidas. Nestes casos, a resistência especificada pode ser atingida com espessuras inferiores às indicadas para construção convencional. A laje de fundo deve ser executada antes da construção das paredes, salvo nos casos plenamente justificados e os tanques devem ser estanques; os construídos em alvenaria devem ser revestidos, internamente, com material de desempenho equivalente à camada de argamassa de cimento e areia no traço 1:3 e espessura de 1,5 cm. (NBR 7229, 1993).

A Figura 11 mostra a construção de uma fossa séptica.

Figura 11: Construção de uma fossa séptica



Fonte: COISAS DE CASA (2009).

Por fim, a NBR 7229 (1993) cita que as aberturas de inspeção dos tanques sépticos devem ter número e disposição tais que possibilite a remoção do lodo e da

espuma acumulados, assim como a desobstrução dos aparelhos internos. As seguintes relações de distribuição e medidas devem ser observadas:

- Todo tanque deve ter pelo menos uma abertura com a menor dimensão igual ou superior a 0,60 m, que permita acesso direto ao dispositivo de entrada do esgoto no tanque;
- O máximo raio de abrangência horizontal, admissível para efeito de limpeza, é de 1,50 m, a partir do qual nova abertura deve ser necessária;
- A menor dimensão das demais aberturas, que não a primeira, deve ser igual ou superior a 0,20 m;
- Os tanques executados com lajes removíveis em segmentos não necessitam de aberturas de inspeção, desde que as peças removíveis que as substituam tenham área igual ou inferior a 0,50 m²;
- Os tanques prismáticos retangulares de câmaras múltiplas devem ter pelo menos uma abertura por câmara;
- Os tanques cilíndricos podem ter uma única abertura, independentemente do número de câmaras, desde que seja observado o raio de abrangência e que a distância entre o nível do líquido e a face inferior do tampão de fechamento seja igual ou superior a 0,50 m.

Para o dimensionamento, a NBR 7229 (1993) afirma que as distâncias dos tanques sépticos devem observar as seguintes distâncias horizontais mínimas, sendo que essas distâncias são computadas a partir da face externa mais próxima aos elementos consideras:

- 1,50 m de construções, limites de terreno, sumidouros, valas de infiltração e ramal predial de água;
- 3,0 m de árvores e de qualquer ponto de rede pública de abastecimento de água;
- 15,0 m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza.

A formula de cálculo do volume requerido para o tanque séptico, conforme a NBR 7229 (1993) é:

$$V = 1000 + (CT + KL_f) \quad (01)$$

sendo:

- V = volume útil, em litros;
- N = número de pessoas ou unidades de contribuição;
- C = contribuição de esgoto, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia;
- T = período de detenção, em dias;
- K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco;
- L_f = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia ou em litro/unidade x dia.

A NBR 7229 (1993) também especifica o que significa cada parâmetro, além dos seus respectivos valores.

- a) Número de pessoas (N): É a quantidade de pessoas que serão atendidas. Caso não exista um conhecimento desse quantitativo, faz-se necessário calcular essa população atendida, onde o usual em locais residenciais é por ambientes, sendo considerado duas pessoas por quarto e uma pessoa por dependência. Já em comércios e afins, é quantificada a quantidade de pessoas por uma metragem quadrada de área construída.
- b) Contribuição de despejos (C): É a contribuição diária de esgoto. Este valor é 80% do consumo local de água. Em casos plenamente justificados, podem ser adotados percentuais diferentes de 80% e, na falta de dados locais relativos ao consumo, são adotadas as vazões e contribuições da Tabela 4;

Tabela 4: Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante

Prédio	Unidade	Contribuição de Esgotos e Lodo fresco (Lf)	
1.Ocupantes Permanentes			
- Residência			
Padrão baixo	pessoa	160	1
Padrão médio	pessoa	130	1
Padrão alto	pessoa	100	1
- Hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
- Alojamento provisório	pessoa	80	1
2. ocupantes temporários			
- Fábrica em geral	pessoa	70	0,30
- Escritórios	pessoa	50	0,20
- Edifícios públicos ou comerciais	pessoa	50	0,20
- Escolas (externatos) e locais de longa permanência	pessoa	50	0,20
- Bares	pessoa	6	0,10
- Restaurantes e similares	pessoa	25	0,10
- Cinemas, Teatros e locais de curta permanência	lugar	2	0,02
- sanitários públicos	bacia	480	4,00

Fonte: NBR 7229 (1993)

- c) Tempo de detenção (T): É o tempo que o esgoto fica confinado no tanque séptico, sendo definido na Tabela 3. Os tanques sépticos devem ser projetados para períodos mínimos de detenção;
- d) Taxa de acumulação de lodo (K): É a taxa de acumulação de lodo em dias, juntamente com o tempo de intervalo de limpeza do tanque séptico e com a média da temperatura do mês mais frio da região onde o sistema será instalado, visto na Tabela 5. Para acumulação em períodos superior a cinco anos, devem ser estudadas as condições particulares de contribuição, acumulação e adensamento do lodo em cada caso.

Tabela 5: Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t) em °C		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: NBR 7229 (1993).

e) Contribuição de lodo fresco (L_f): É a contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia ou em litro/unidade x dia, visto na Tabela 4.

Após o cálculo do volume do tanque séptico, a NBR 7229 (1993) determina alguns parâmetros para determinar as dimensões geométricas do tanque.

É possível afirmar que:

Os tanques sépticos podem ser cilíndricos ou prismáticos retangulares. Os cilíndricos são empregados em situações onde se pretende minimizar a área útil em favor da profundidade; os prismáticos retangulares, nos casos em que sejam desejáveis maior área horizontal e menor profundidade. (NBR 7229, 1993, p. 5)

A norma NBR 7229 (1993) ainda indica algumas dimensões mínimas como:

- profundidade útil: varia entre os valores mínimos e máximos recomendados na Tabela 6, de acordo com o volume útil obtido mediante a Equação 1;
- diâmetro interno mínimo: 1,10 m;
- largura interna mínima: 0,80 m;
- relação comprimento/largura (para tanques prismáticos retangulares): mínimo 2:1; máximo 4:1.

Tabela 6: Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil

Volume útil(m³)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que	1,80	2,80

Fonte: NBR 7229 (1993).

Por fim, para encontrar as outras medidas geométricas, deve ser utilizada a equação 02:

$$A = \frac{V}{h_{\text{útil}}} \quad (02)$$

onde:

A = área da base em m²;

V = Volume encontrado na equação 01 em m³;

h_{útil} = profundidade útil em m.

Se o tanque for circular, pela área da base se encontra o diâmetro. Já se o tanque for retangular, encontra-se comprimento e largura, lembrando sempre das relações mínimas e máximas entre eles.

2.3.7 Operação

Segundo o FUNASA (2015), para que se realize um bom funcionamento, deve-se completar o tanque séptico com água para a verificação de qualquer vazamento, antes de iniciar seu funcionamento. Os sumidouros, ou as fossas absorventes, ou as valas de infiltração, devem ser fiscalizados semestralmente e, percebendo-se a redução da capacidade de absorção, devem ser construídas novas unidades.

Ainda de acordo com a FUNASA (2015), o processo para a remoção do lodo do tanque séptico deve ocorrer de forma rápida, sem que haja contato do mesmo com o operador. Para isto recomenda-se a inserção de um mangote, através da tampa de inspeção, para sucção por bombas. Todavia, tanto o tanque séptico como o sumidouro ou a fossa absorvente, quando abandonados deverão ser preenchidos com terra ou pedra.

O FUNASA (2015) sugere ainda procedimentos práticos para a limpeza caso não seja utilizado o caminhão limpa-fossa. Seguem tais procedimentos:

- Para a limpeza do tanque séptico, escolher as horas em que o mesmo não recebe despejos;
- Abrir a tampa de inspeção e deixar ventilar bem. Não acender fósforo ou cigarro, pois o gás acumulado no interior do tanque séptico é explosivo;
- Levar para o local em que o tanque séptico está instalado um carrinho sobre o qual está montada uma bomba diafragma, para fluidos, de diâmetro de 75 a 100mm na sucção, manual ou elétrica;

- O mangote será introduzido diretamente na caixa de inspeção ou tubo de limpeza quando existir;
- O lodo retirado progressivamente do tanque séptico será encaminhado para um leito de secagem ou para um carro-tanque especial que dará o destino sanitariamente adequado;
- Se o lodo do tanque séptico ficar endurecido, adicionar água e agitar com agitador apropriado;
- Deixar cerca de 10% de volume do lodo (o qual está ainda ativo) para facilitar o reinício do processo, após a limpeza;
- Ao final desta operação, fazer a higienização do local e equipamentos.

Conforme MELO e NETTO (1988), nos Estados Unidos é prática comum adotar como dispositivos de entrada e saída peças tubulares em forma de tê sanitário, com “pernas” longas. A inexistência de tê’s sanitários ou até mesmo tê’s com “pernas” longas no Brasil, faz com que em nosso meio seja dada preferência ao emprego de cortinas.

O lodo e a espuma acumulados nos tanques devem ser removidos a intervalos equivalentes ao período de limpeza do projeto, os quais variam de 1 a 5 anos. (NBR 7229, 1993)

Os tanques são construídos com duas cortinas, uma na entrada para evitar aproximação de espuma e também para distribuir e dirigir o fluxo e a outra para proteger a saída do efluente. A primeira cortina é sempre menos profunda. O tubo afluente (entrada) deve ter a sua soleira um pouco acima do nível d’água de maneira a criar uma pequena queda de água e com isso evitar a tendência à aglomeração de espuma na entrada. (NETTO, 1988)

2.4 Pós Tratamento

Conforme o FUNASA (2015) explica, o efluente líquido do tanque séptico tem aspecto e cheiro desagradáveis, concentração elevada de DBO e é potencialmente contaminado devido à presença de bactérias em grande quantidade, inclusive patogênicas não eliminadas na fase anaeróbia, exigindo, por estas razões, uma solução eficiente de sua disposição. Os processos eficientes e econômicos de disposição do efluente líquido das fossas sépticas estão estabelecidos pela norma brasileira, sendo recomendado o tratamento complementar em filtro anaeróbio e mais usual a disposição final em sumidouro, vala de infiltração, vala de filtração e filtro de areia.

Ainda segundo o FUNASA (2015), a escolha do processo a ser adotado deve considerar os seguintes fatores: a natureza, utilização e densidade de ocupação do solo; a profundidade do lençol freático; o grau de permeabilidade do solo; a utilização e localização da fonte de água de subsolo utilizada para consumo humano; o volume e taxa de renovação das águas de superfície.

Já a parte sólida retida nas fossas sépticas (lodo) deverá ser removida periodicamente, de acordo com o período de armazenamento estabelecido no cálculo

destas unidades. A falta de limpeza no período fixado acarretará diminuição acentuada da sua eficiência. O gerenciamento do lodo dos tanques sépticos é uma atividade que deve ter a preocupação de técnicos e autoridades. Um pequeno número de tanques sépticos instalados isoladamente e de pouca capacidade não traz problemas para a disposição do lodo. Nestes casos, o lançamento no solo, a uma profundidade mínima de 0,60m, poderá ser uma solução viável, desde que o local escolhido não atinja o lençol freático e crie um problema sanitário.

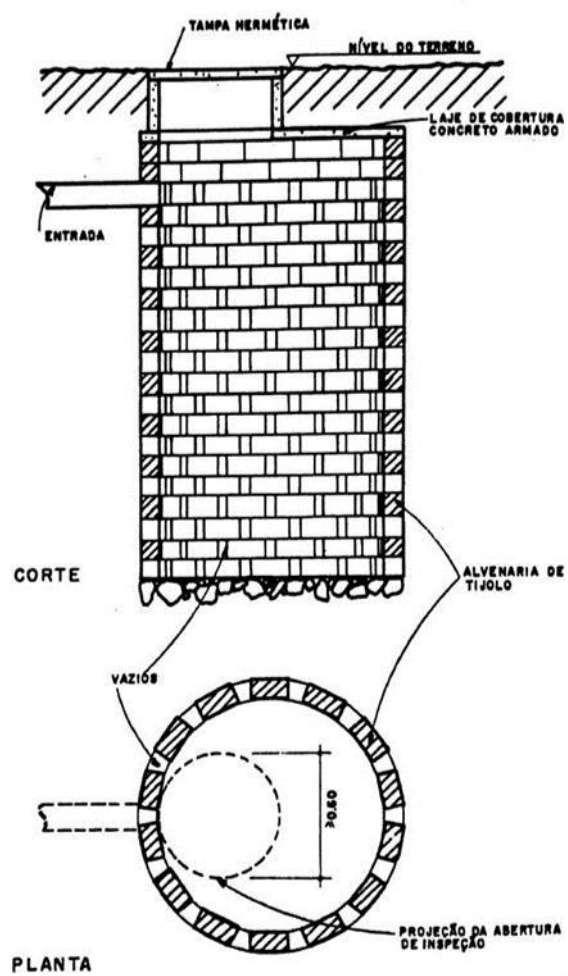
Para um grande número de tanques sépticos, ou unidades de grande capacidade, o lodo não poderá ser lançado no solo, mas sim encaminhado para um leito de secagem, ou retirado por caminhões limpa-fossa e lançado em estações de tratamento de esgotos, com autorizações preestabelecidas. O lodo retirado do leito de secagem poderá ser enviado para aterros sanitários ou encaminhado para compostagem e posterior utilização agrícola controlada. Não é admissível o lançamento de lodo e espuma removidos dos tanques sépticos nos corpos de água ou galerias de águas pluviais. (FUNASA, 2015)

2.5 Sumidouro

De acordo com JORDÃO (1995), os sumidouros são dispositivos, também chamados de poços absorventes, que recebem os efluentes diretamente dos tanques sépticos, com longa vida útil, por causa da facilidade do líquido se infiltrar, visto que, este vem praticamente isento de sólidos causadores da colmatação do solo.

Segundo a NBR 7229 (1993), sumidouros, Figura XX, são poços secos escavados no chão e não impermeabilizados, que orientam a infiltração de água residuária no solo. Já a NBR 13969, fala que poços absorventes são poços escavados no solo, destinados à depuração e disposição final do esgoto no nível subsuperficial.

Figura 12: Sumidouro cilíndrico de alvenaria de tijolo



POÇO ABSORVENTE DE ALVENARIA DE TIJOLOS

4Fonte: JORDÃO, 1995.

É preciso haver um sistema que complemente o tanque séptico, pois, habitualmente, o seu efluente apresenta um grau elevado de patogênicos e matérias orgânicas dissolvidas, segundo Borges (2009).

Essas unidades consistem de escavações, cilíndricas ou prismáticas, tendo as paredes protegidas por pedras, tijolos, madeiras etc. O material utilizado nas paredes não deve ser rejuntado, de modo a permitir fácil infiltração do líquido no terreno. JORDÃO (1995)

Conforme a NBR 13969 (ABNT, 1997), algumas regras deverão ser respeitadas:

- a) 1,5 metros de distância vertical mínima entre o nível máximo do lençol freático o fundo do sumidouro;
- b) 1,5 metros de distância horizontal entre as laterais dos poços múltiplos, outras edificações, divisas de terrenos e ramal predial de água;
- c) 3 metros de árvores e abastecimentos da rede pública;
- d) 15 metros de poços freáticos e corpos d'água;
- e) 0,3 metros de diâmetro mínimo entre as faces internas do sumidouro.

É permitido o aumento do número deste, respeitando o afastamento de 1,50m entre si, caso haja necessidade da redução da altura útil do sumidouro em função da proximidade do lençol freático. A distribuição do esgoto, nesses casos, deve ser feita através de caixa de distribuição. FUNASA (2001)

Os procedimentos construtivos para sumidouros não são descritos pela NBR 13969 (ABNT, 1997), somente propõe que na execução do sumidouro, as paredes não sofreram nenhum tipo de compactação.

De acordo com o Manual de Saneamento, são sugeridas distâncias mínimas para a construção do sumidouro, conforme a Figura 17:

- a) As paredes serão feitas de materiais permeáveis, como alvenaria de tijolos assentados com juntas livres ou de anéis pré-moldados de concreto com furos possibilitando a infiltração dos líquidos;

- b) O fundo será preenchido com cascalho, coque ou brita nº 3 ou 4, tendo a altura igual ou superior a 0,5 metros;
- c) As lajes deverão ficar no nível do terreno e serem construídas de concreto armado, permitindo a abertura para inspeção e em uma dimensão mínima de 0,6 metros.

Figura 13: Sumidouro construído de anel-moldado de concreto com fundo preenchido de brita



Fonte: <http://www.desentupidorateixeira.com.br/servico-fossa-sistemas-de-esgoto-domiciliar> (2018).

Este dimensionamento é embasado nos procedimentos apresentados pela ABNT NBR 13969 (1997). Os sumidouros, ou poços absorventes, são dimensionados, geralmente em formato cilíndrico, em função da capacidade de infiltração do terreno. Utiliza-se a Equação 3 para calcular a área de infiltração necessária para o sumidouro.

$$A_i = V_e / C_i \quad (3)$$

Onde:

A_i – Área de infiltração (m^2)

V_e – Volume de contribuição de esgoto ($L \times dia^{-1}$);

C_i - Coeficiente de infiltração ou percolação ($L \times m^{-2} \times dia^{-1}$);

Segundo JORDÃO (1995), como medida de segurança, a área do fundo não deve ser considerada, pois essa logo se colmata. Contudo, a norma em vigor não exige esta consideração.

Para determinar o valor da área de infiltração, tendo noção que ela está compreendida entre parte inferior da tubulação de entrada do afluyente no sumidouro, e a superfície de fundo, utiliza-se a Equação 4.

$$A_i = A_f + A_l = \left(\pi D^2/4\right) + (\pi \cdot D \cdot h) \quad (4)$$

Onde:

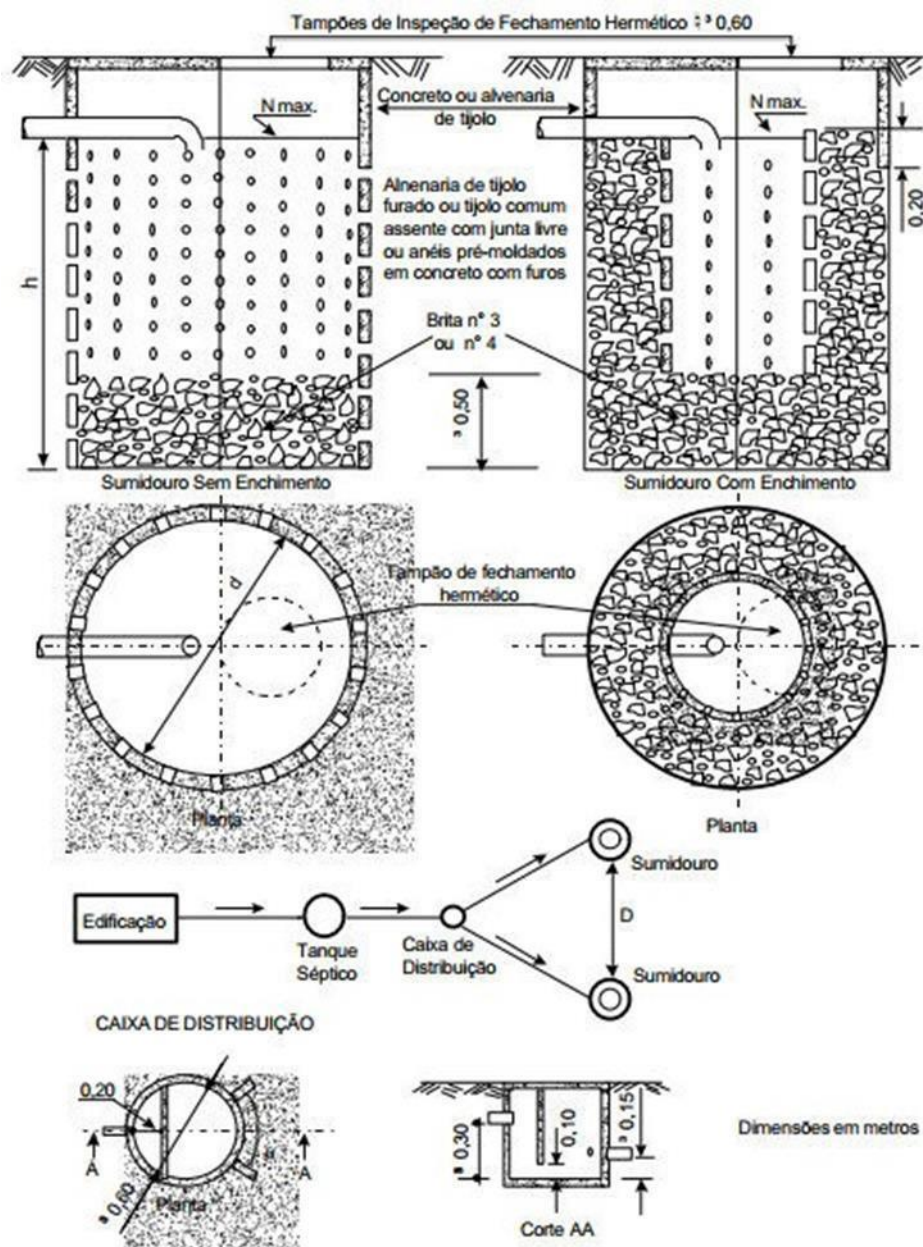
A_f – Área do fundo do sumidouro (m²);

A_l – Área da lateral do sumidouro (m²);

D – Diâmetro do sumidouro (m);

h – Profundidade do sumidouro (m);

Figura 14: Detalhamento construtivo de sumidouro cilíndrico



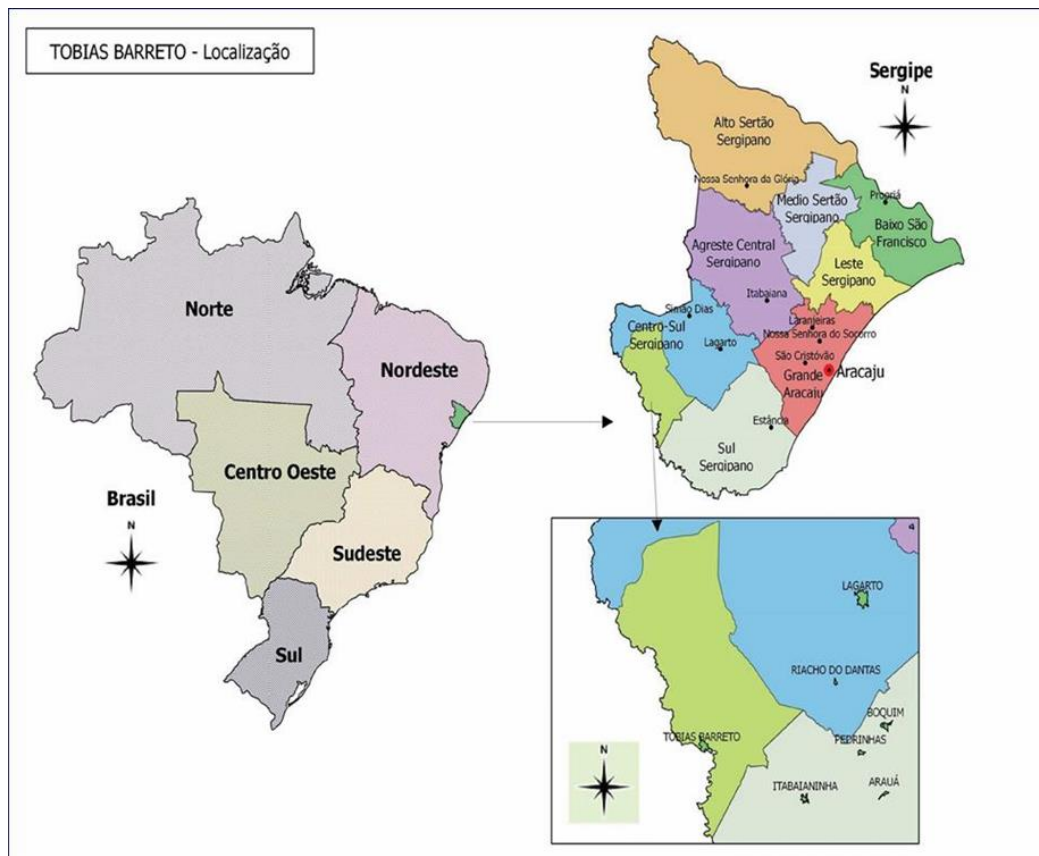
Fonte: JORDÃO, 1995.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Descrição da Área de Atuação

O Município de Tobias Barreto, localizado no Estado de Sergipe está a aproximadamente 127Km da capital Aracaju. Possui em torno de 52.156 hab. e densidade demográfica de 47,07 hab./km² (IBGE 2018), tendo como coordenadas geográficas: latitude 11°11'02" sul e longitude 37°59'54" oeste, e estando a uma altitude de 200 metros em relação ao nível do mar. Com uma extensão territorial de 1.119,1 km², localiza-se geograficamente na porção sudoeste do Estado de Sergipe, fazendo fronteira, a leste, com municípios como Riachão dos Dantas e Simão Dias; ao norte, com Poço Verde; ao sul com Itabaianinha e Tomar do Geru; e, a oeste, com o Estado da Bahia, onde a fronteira dos dois estados é delimitada pelo Rio Real (Figura 15).

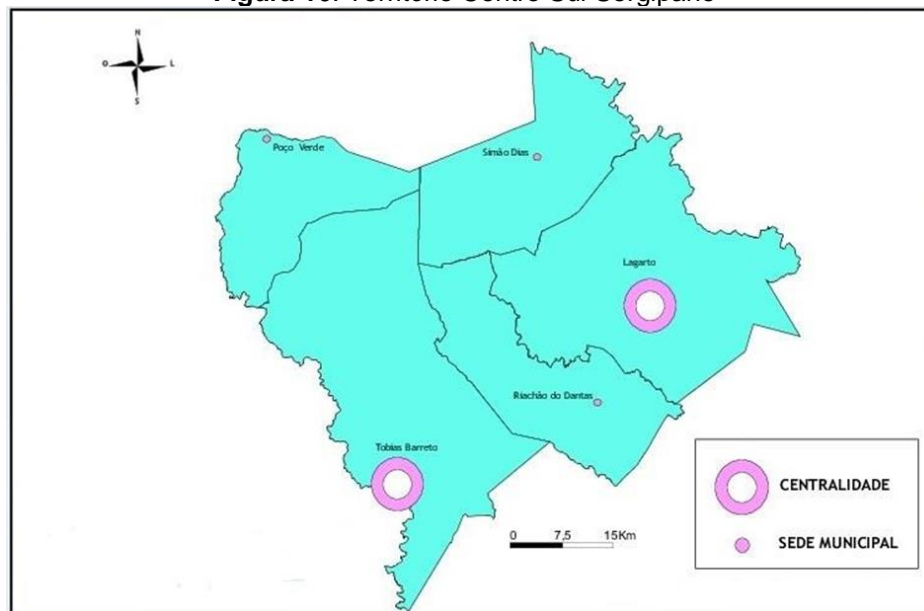
Figura 15: Localização de Tobias Barreto no Estado de Sergipe



Fonte: Atlas de recursos hídricos de Sergipe, 2011.

Segundo a SEPLAG (2018), que estabelece a divisão administrativa estadual, a mesorregião, área que envolve diversos municípios de uma mesma área geográfica com características socioeconômicas semelhantes onde o município está inserido, é o Território do Centro Sul Sergipano (Figura 16), juntamente com outros cinco municípios. Tobias Barreto é detentor de 1.021,30 km² de área, um terço da área do território do Centro Sul Sergipano (3.520,90 km²) e cerca de 4,5% de toda a área do Estado (21.915,11 km²). O comércio é conhecido por ter sua principal atividade econômica voltada para a fabricação e comercialização de confecções de tecidos.

Figura 16: Território Centro Sul Sergipano



Fonte: Banco de dados geoespacial de Sergipe – Atlas 2016 (SEMARH-SE)

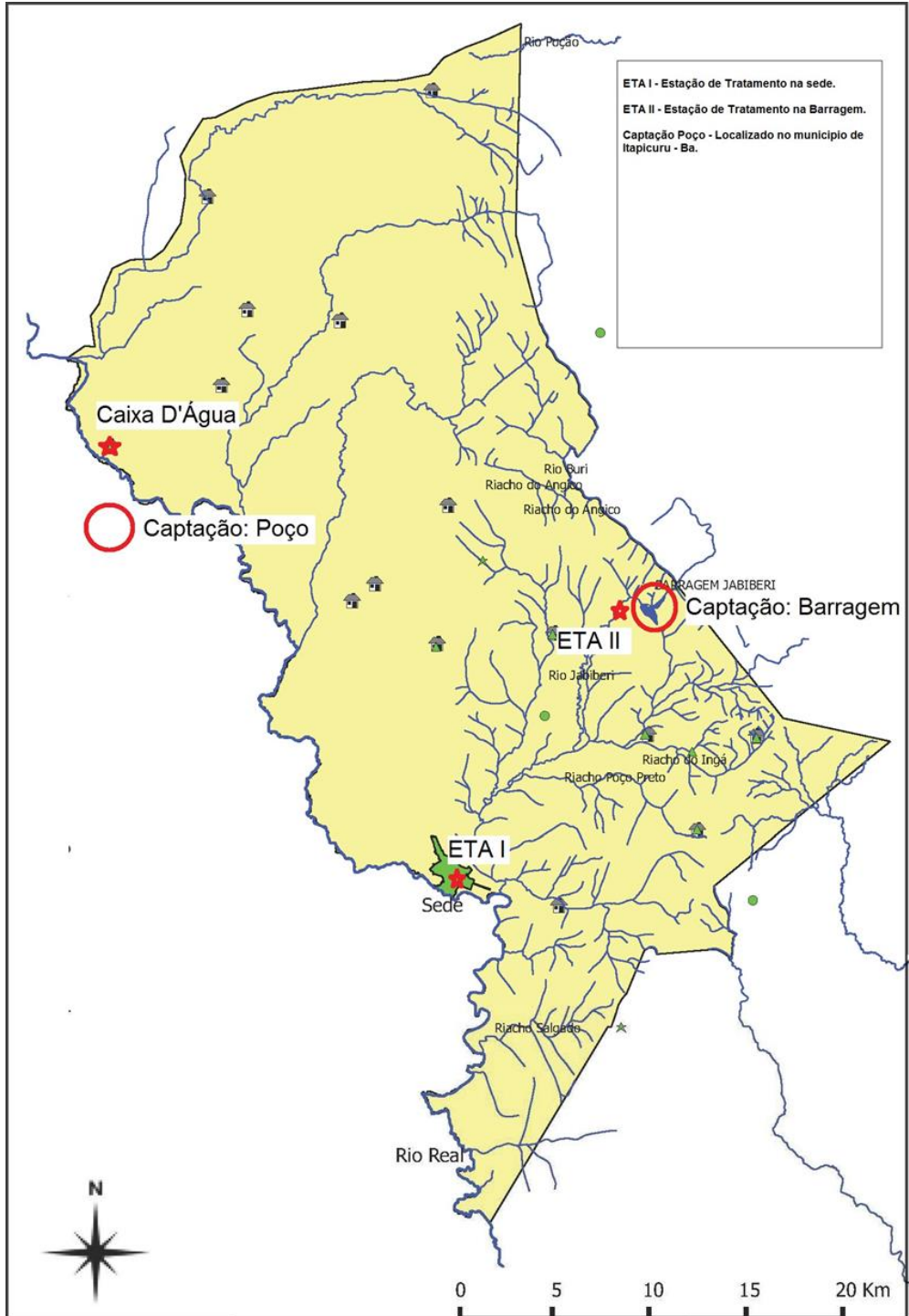
O município de Tobias Barreto possui um clima semiárido alternando entre o seco e sub-úmido, tendo um verão com mais incidências de chuva do que no inverno, com chuvas escassas ao longo do ano. A média pluviométrica anual é de apenas 900 mm, sendo comum haver períodos de 2 a 3 meses sem que ocorra precipitação. No local estudado, o mês de Janeiro é o mais seco, tendo 32 mm de precipitação já o mês de Maio é o mais úmido, tendo 123 mm. De acordo com KOEPPEN-GEIGER (2010), a temperatura média do município é de 24,4°C, onde fevereiro é o mês mais quente com temperatura média de 27°C e julho é o mês mais frio com temperatura média de 21,5°C, variando, em média, 4,4°C durante o ano.

Para a CPRM (2002), Tobias Barreto está representado pelas rochas sedimentares e rochas metamórficas e também é composto pelos solos halossolo (solos alomórficos), que se espalha por todo o território e está salteado por porções de litossolos. O relevo está representado por traços dissecados em colinas e tabuleiros, cristas e interflúvios tabulares, além de pediplano sertanejo. O terreno de superfície pediplanada e de tabuleiro erosivo, apresentando colinas e vales encaixados, propiciou a formação das rochas sedimentares, como os arenitos, siltitos e argilitos.

O município obtém dois tipos de aquíferos: O Cristalino é considerado um aquífero fissural, o qual é formado por rochas ígneas, metamórficas ou cristalinas, onde o fluxo da água passa pelas fraturas, fendas e falhas, abertas devido ao movimento tectônico. O domínio Grupo Estância, que ocupa aproximadamente 92% do território municipal, é considerado misto, pois é mais poroso que o cristalino, mas de porosidade média e também dependente das fissuras para que a água se infiltre. O potencial também é médio, havendo um pouco mais de volume e continuidade dos reservatórios se comparado com o Cristalino e Granular, o qual é formado por rochas sedimentares consolidadas, sedimentos inconsolidados ou arenosos, onde a circulação da água se faz nos poros formados entre os grãos de areia, silte e argila de granulação variada. (SEMAHR-SE, 2014).

O abastecimento de água em Tobias Barreto (Figura 17) é realizado pela Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO para sede e mais dezenove localidades, em duas fontes de captação de água: Barragem do Jabiberi e Poço localizado no povoado Rainha dos Anjos no município vizinho de Itapicuru – Ba. Na captação da Barragem do Jabeberi distante aproximadamente 35 km da sede, a água é tratada em duas estações de tratamento, sendo uma localizada próxima a captação e a outra na sede municipal, tratamento e abastecimento são operados pela DESO. A captação localizada no povoado Rainha do Anjos, em Itapicuru-BA, responsável por abastecer 10 localidades, armazena a água em uma caixa d'água no povoado Montes Coelho e distribuída por rede pública para as localidades dos arredores. A água captada no poço não é tratada, recebendo apenas um adição de cloro. Para as outras 23 localidades não atendidas pela DESO a água é fornecida pela Prefeitura Municipal através de carros pipa, poços, cisternas e dessalinizadores, de acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de Tobias Barreto, ICTR (2017).

Figura 17: Distribuição de abastecimento de água em Tobias Barreto/SE



Fonte: elaboração ICTR, 2017.

Figura 18: Estação de Tratamento de Água da DESO em Tobias Barreto



Fonte: O autor, 2018.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de Tobias Barreto, ICTR (2017), as comunidades que não dispõem de água encanada utiliza o método da fervura para desinfecção, uso de filtros, peneiramento da água para reter pequenos insetos e o uso de recipientes para decantação de pequenas partículas. Com relação ao destino final do lixo, a maior parte da população dispõe de coleta regular e, apenas uma pequena parte localizada na zona rural, queimam os resíduos gerados.

Em Tobias Barreto a maior parte dos habitantes, 54%, usufruem da rede de drenagem como rede de coleta de esgoto, outros 30% da população utiliza fossa, enquanto 11% dos moradores lança seus esgotos a céu aberto. Apenas 5% da população possui sistema de esgoto sanitário consistindo em 6 unidades de tratamento por Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente (DAFA). Todo o esgoto coletado em Tobias Barreto é despejado em corpos d'água, principalmente nos rios Jabiberi e Real, e também a céu aberto. A (Figura 19) abaixo mostra todos os pontos de despejo irregular de esgoto (ICTR, 2017).

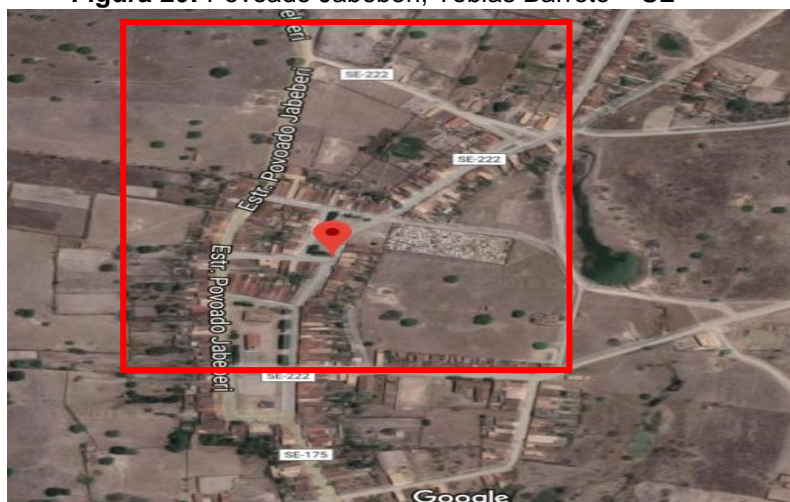
Figura 19: Pontos de despejo do Esgoto em Tobias Barreto



Fonte: Prefeitura Municipal de Tobias Barreto, 2018.

O Povoado Jabeberi, localizado a 20 Km da sede do município e cujas coordenadas geográficas são 11°04'02.7" longitude e 37°57'11.1" latitude, foi escolhido como o local para análise de saneamento básico e dimensionamento de sistemas de tratamento de esgoto unifamiliar. As principais fontes de renda da sua população são: a agricultura, que engloba 30 %, e a pecuária, com 70%, tendo também como destaque o artesanato, o qual possui uma grande qualidade graças ao ótimo trabalho desenvolvido pelos seus artesãos.

Figura 20: Povoado Jabeberi, Tobias Barreto – SE



Fonte: Google Maps, 2018.

3.2 Descrição dos procedimentos

Um questionário foi elaborado para que fosse realizadas entrevistas com os moradores de cada unidade familiar com o intuito de se obter um diagnóstico com relação aos aspectos que influenciam em um eficiente sistema de saneamento básico. Este questionário abrange perguntas com o objetivo de compreender a realidade atual de cada residência.

Tabela 7: Questionário aplicado ao Povoado Jabeberi

Questionário para o Povoado Jabeberi
Sua Comunidade possui sistema de drenagem de água pluvial?
Na sua Comunidade é feita a coleta de lixo? Se sim, qual a frequência?
Qual o número de habitantes de sua residência?
Número da Residência?
Qual o perfil socioeconômico que se enquadra sua família?
Sua residência possui água encanada?
Sua residência possui um sistema de tratamento de esgoto?
Qual o tratamento de esgoto utilizado na sua residência?
O tratamento de Esgoto da sua residência segue os padrões das Normas NBR-7229 e NBR-13969?

Fonte: Dados da pesquisa.

Os sistemas de saneamento básico dimensionados para estas residências foram realizados através do diagnóstico obtido em cada situação, fundamentados nos critérios contidos na NBR 13969 (ABNT, 1997) e na NBR 7229 (ABNT, 1993). Para o dimensionamento dos tanques sépticos foi utilizada a média das temperaturas mínimas dos meses de Julho e Agosto (Figura 21), os quais são os mais frios do ano no município (ICTR, 2017), registrada em 18°C. Essas informações foram obtidas a partir do Plano Municipal de Saneamento Básico.

Figura 21: Trecho do Plano Municipal de Saneamento Básico de Tobias Barreto

TABELA 3: TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO EM TOBIAS BARRETO - SE

Mês	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	21	31	52
Fevereiro	22	32	67
Março	22	32	86
Abril	21	30	136
Maio	20	28	166
Junho	19	26	174
Julho	18	25	143
Agosto	18	25	113
Setembro	19	28	73
Outubro	20	30	54
Novembro	20	32	54
Dezembro	21	32	43

Fonte: ICTR, 2017.

Para definir as dimensões necessárias para calcular esse sistema foi necessário coletar informações importantes como o número de habitantes de acordo com o respectivo padrão socioeconômico e com a Tabela 1 da NBR 7229 para em seguida estimar as contribuições diárias de esgoto por habitante (C) e as contribuições de lodo fresco (L_f) (Figura 22). A contribuição diária total de esgoto (C_d) é obtida a partir da Equação 5.

Figura 22: Contribuição diária de esgoto por habitante (C) e de lodo fresco (L_f)

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (L _f)	
1. Ocupantes permanentes			
- residência			
padrão alto	pessoa	160	1
padrão médio	pessoa	130	1
padrão baixo	pessoa	100	1
- hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
- alojamento provisório	pessoa	80	1
2. Ocupantes temporários			
- fábrica em geral	pessoa	70	0,30
- escritório	pessoa	50	0,20
- edifícios públicos ou comerciais	pessoa	50	0,20
- escolas (externatos) e locais de longa permanência	pessoa	50	0,20
- bares	pessoa	6	0,10
- restaurantes e similares	refeição	25	0,10
- cinemas, teatros e locais de curta permanência	lugar	2	0,02
- sanitários públicos ^(A)	bacia sanitária	480	4,0

Fonte: Tabela 1 da ABNT NBR 7229, 1993.

$$C_d = C \times N \quad (5)$$

Onde:

C_d = contribuição diária de esgoto (l/dia);

C = contribuição diária de esgoto por habitante (l/hab.dia);

N = número de habitantes.

Coletados os dados de contribuição diária de esgoto, conforme a Tabela 2 da NBR 7229, foi estabelecido o tempo de detenção (T) (Figura 23), onde neste caso estudado foi adotado um intervalo de limpeza de 3 anos. Com a temperatura média do mês mais frio, e com o intervalo de limpeza determinado, obtém-se a taxa de acumulação total de lodo (K), a partir Tabela 3 da NBR 7229 (Figura 24).

Figura 23: Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Fonte: Tabela 2 da ABNT NBR 7229, 1993.

Figura 24: Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	$t \leq 10$	$10 \leq t \leq 20$	$t > 20$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: Tabela 3 da ABNT NBR 7229, 1993.

A partir das informações acima, foram realizados os cálculos para o dimensionamento do tratamento unifamiliar de esgoto, iniciando com o Tanque Séptico, onde o volume útil foi obtido através da Equação 6. Após o cálculo do volume, foram encontradas as dimensões do tanque, onde devem atender as exigências mínimas determinadas pela tabela 4 na ABNT NBR 7229 (1993) (Figura 25).

Figura 25: Profundidade útil máxima, por faixa mínima e de volume útil

Volume útil (m ³)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que 10,0	1,80	2,80

Fonte: Tabela 4 da ABNT NBR 7229, 1993.

$$V_u = 1000 + N \times [(C \times T) + (K \times L_f)] \quad (6)$$

Onde:

V_u = volume útil do tanque séptico (m³);

N = número de habitantes (hab.);

C = contribuição diária de esgoto por habitante (l/hab.dia);

T = período de detenção (dias);

K = taxa de acumulação total de lodo (dias);

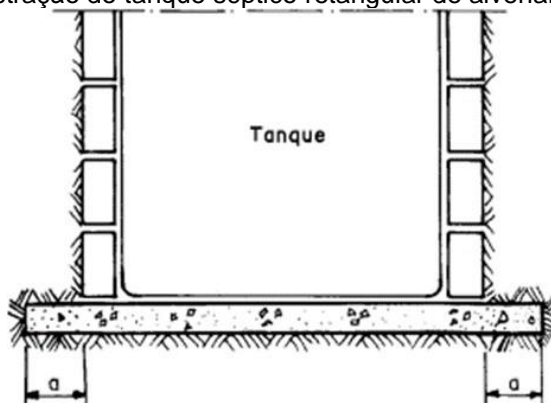
L_f = Contribuição de lodo fresco.

Tomando como referência o item 5.15.2 da NBR 7229, o tanque séptico individual de aproximadamente 6,0 m³ pode ser feito em alvenaria de tijolo inteiro com espessura de 20 cm a 22 cm, fora o revestimento, ou por concreto armado moldado no local, com espessura de 8 cm a 10 cm, ambas podendo ser construídos de forma circular ou retangular. É admissível também o uso de outros materiais e componentes pré-fabricados, como anéis de concreto armado, componentes de poliéster armado com fibra de vidro e chapas metálicas revestidas. Nestes casos, a resistência especificada pode ser atingida mediante espessuras inferiores às indicadas para construção convencional.

Seguindo estas orientações, foram dimensionados tanques de alvenaria de bloco cerâmico com 19 cm de espessura, 19 cm de altura e 24 cm de comprimento e com revestimento de 1,5 cm de espessura em argamassa de cimento e areia no traço 1:3 e para concreto armado, moldado in loco com espessura de 8 cm, ambos na forma retangular.

Para o tanque séptico de alvenaria de bloco cerâmico em forma retangular (Figura 26), como o foco não é o dimensionamento das lajes, foi proposto a escavação, compactação, nivelamento e uma base, concreto magro de 5 cm e laje de concreto armado de espessura de 7 cm com malha de ferro 4.2 a cada 20cm.

Figura 26: Ilustração do tanque séptico retangular de alvenaria de bloco cerâmico

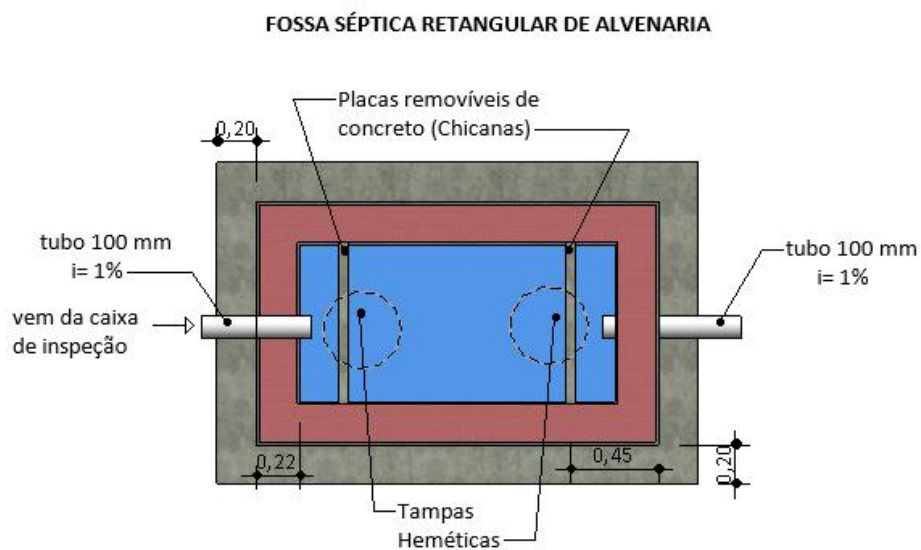


Fonte: ABNT NBR 7229.

A medida 'a' é a dimensão utilizada para não-flutuação devido ao empuxo, para esta foi utilizado 20cm, sem qualquer comprometimento com dimensionamento estrutural, somente para efeitos de comparação de custo entre as soluções propostas.

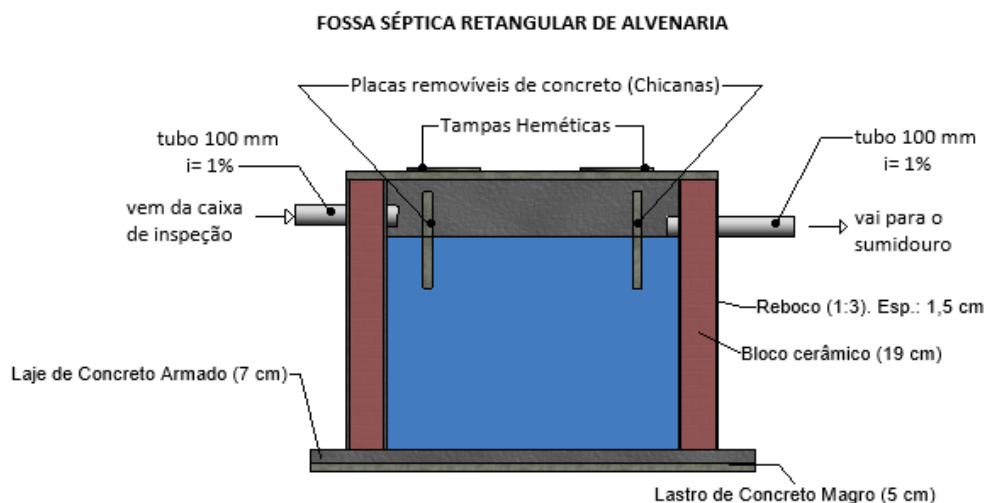
A alvenaria possui largura de 22 cm e está deve ser adicionada junto a espessura do revestimento para cálculo do volume total, totalizando um acréscimo de 41 cm no comprimento e na largura da fossa séptica (Figura 27). Considerando as espessuras de concreto magro, laje de base, tampa pré-moldada, tubos, e nível de início do sistema, deve-se aumentar um total de 42 cm na altura para cálculo do volume total (Figura 28), através da Equação 7.

Figura 27: Detalhes construtivos da planta baixa de fossa séptica retangular em alvenaria



Fonte: O autor, 2018.

Figura 28: Detalhes construtivos do corte longitudinal de Fossa Séptica retangular em alvenaria



Fonte: O autor, 2018.

$$V = C \cdot L \cdot H \quad (7)$$

Onde:

V = volume total do tanque (m³);

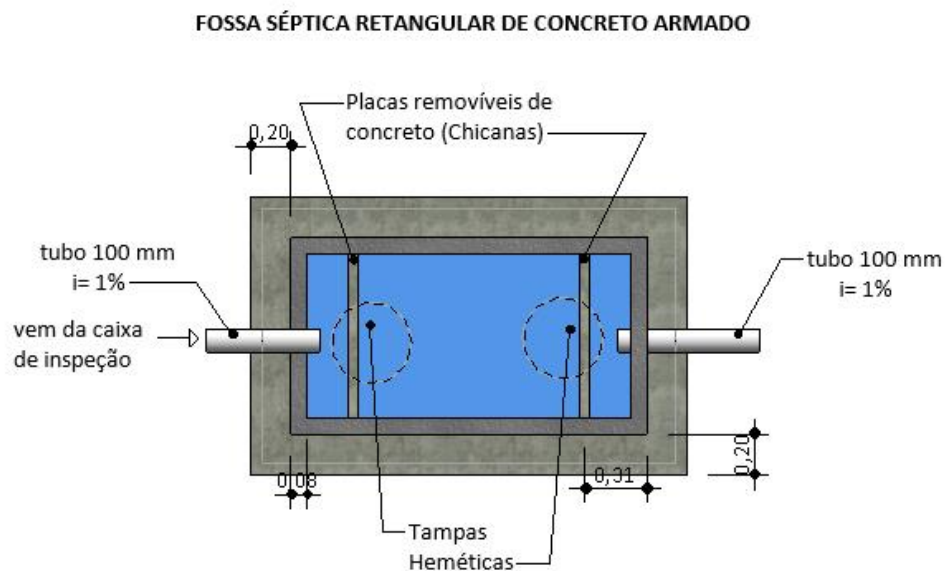
C = comprimento do tanque (m);

L = largura do tanque (m);

H = altura do tanque (m).

O tanque séptico de concreto armado moldado in loco com espessura de 8 cm em forma retangular, foi modelado de acordo com as mesmas considerações do sistema construtivo anterior, alterando somente o acréscimo de largura e de comprimento para 16 cm, correspondente a medida da estrutura de concreto armado (Figura 29).

Figura 29: Detalhes construtivos da planta baixa de Fossa Séptica retangular em concreto armado



Fonte: O autor, 2018.

Logo após dimensionou-se a forma circular, utilizando a Equação 8, com a alvenaria de bloco cerâmico de 19 cm de espessura, com revestimento em argamassa de cimento e areia no traço 1:3 e de espessura 1,5 cm e, para concreto armado, moldado in loco com espessura de 8 cm.

$$V_u = n \times R^2 \times A_u \quad (8)$$

Onde:

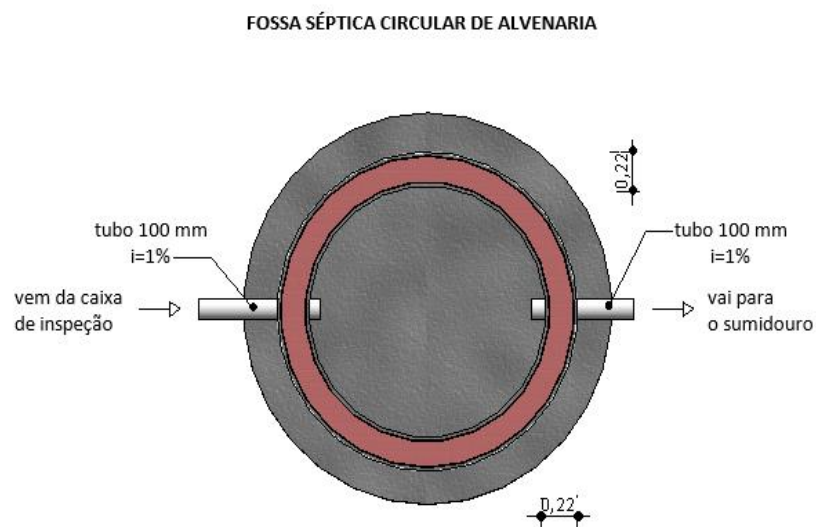
V_u = volume útil do tanque séptico, m^3

R_u = raio útil do tanque séptico, m

A_u = altura útil do tanque séptico, m

Para o tanque séptico de alvenaria de bloco cerâmico circular, foram utilizadas as mesmas considerações do retangular. Para o cálculo do volume total do tanque, foi feito um acréscimo de 0,205 m no raio e de 0,41 m na altura (Figura 30).

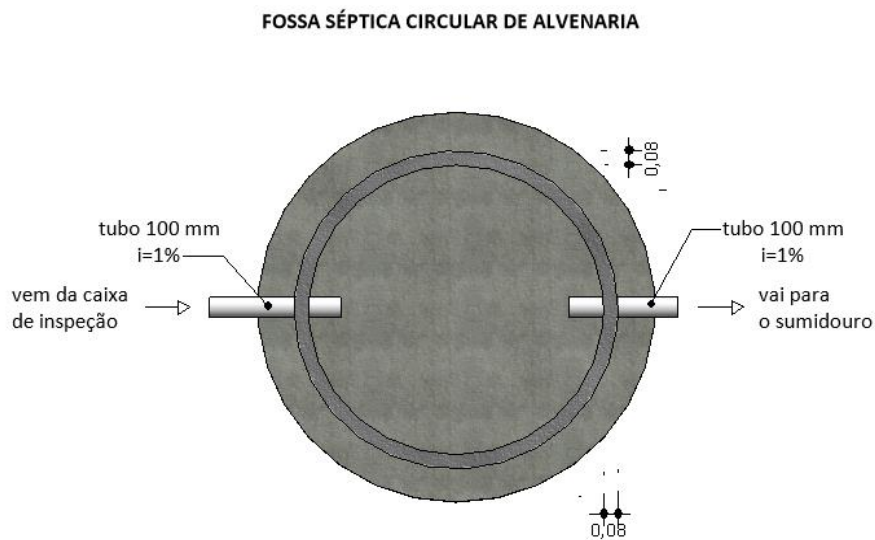
Figura 30: Detalhes construtivos da planta baixa de fossa séptica circular em alvenaria



Fonte: O autor, 2018.

Para o tanque séptico de concreto armado moldado in loco em forma circular, foi utilizada as mesmas considerações do retangular. Para o cálculo do volume total do tanque, foi feito um acréscimo de 0,08 m no raio e de 0,41 m na altura (Figura 31).

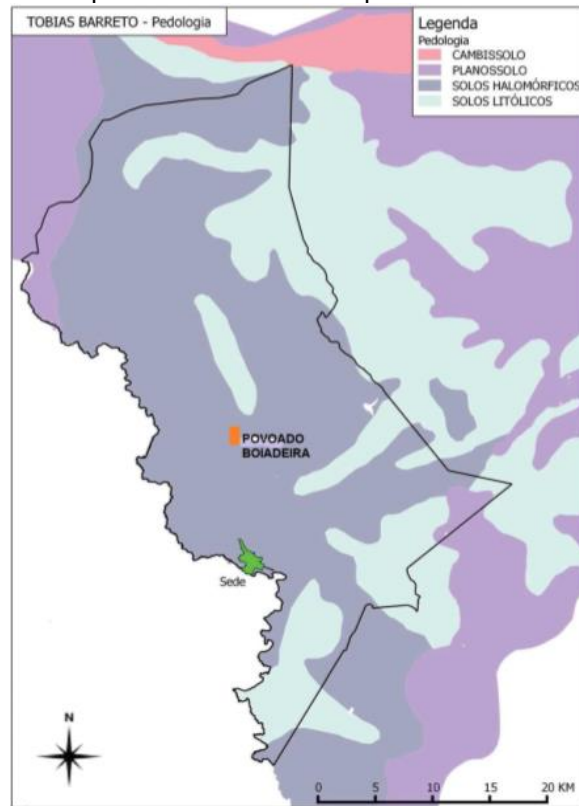
Figura 31: Detalhes construtivo da planta baixa de fossa séptica circular em concreto armado



Fonte: O autor, 2018.

Para o dimensionamento dos sumidouros, em solo caracterizado como argissolo, com base no Plano de Saneamento Básico (Figura 32), estabeleceu o coeficiente de infiltração do solo de 60 litros / m² x dia, disponível na tabela 7 da NBR 7229:1993 (Figura 33), pois foi levado em consideração o menor índice de infiltração do intervalo.

O solo predominante no município é do tipo halomórfico (Figura 32), que se espalha por todo o território e em algumas partes com vestígios de litossolos, como se observa na figura abaixo. (SEMAHR-SE, 2014).

Figura 32: Tipos de solos do município de Tobias Barreto/SE

Fonte: Banco de Dados Geoespacial de Sergipe – ATLAS 2015 (SEMARH-SE).

Figura 33: Coeficiente de infiltração provável para o solo

Faixa	Constituição Aprovável dos Solos	Coeficiente de Infiltração/ m ² x dia
1	Rocha, argilas compactas de cor branca, cinza ou preta, variando a rochas alterados e argilas mediamente compactadas de cor avermelhada	Menor que 20
2	Argilas de cor amarela, vermelha ou marrom mediamente compacta, variando a argilas, pouco siltosas e ou arenosas	20 a 40
3	Argilas arenosas e ou siltosa, variando a areia argilosa ou silte argiloso de cor amarela, vermelha ou marrom	40 a 60
4	Areia ou silte pouco argiloso, ou solo arenoso com Húmos e turfas variando a solos constituídos predominantemente de areias ou siltes	60 a 90
5	Areia bem selecionadas e limpa, variando a areia grossa e cascalhos	Maior que 90

Fonte: Tabela 7 da ABNT NBR 7229, 1995 (possíveis faixas de variação de coeficiente de infiltração).

O nível do lençol freático do Povoado é de aproximadamente 15,40 m segundo medições realizadas em poços da comunidade. De acordo com a norma NBR 13969, deve ser prevista a distância de 1,5 metros entre o fundo do sumidouro e o lençol freático

O dimensionamento do sumidouro inicia-se com a determinação da área de infiltração necessária, Equação 8, para que, esse sistema de disposição final, atenda a demanda. As dimensões foram encontradas a partir da Equação 9 e da Equação 10.

$$A_i = \frac{C_d}{C_i} \quad (9)$$

Onde:

A_i = área de infiltração útil do sumidouro (m^2);

C_d = contribuição diária de esgoto (l/dia);

C_i = coeficiente de infiltração do solo ($l/m^2.dia$).

$$A_i = \pi R^2 \times 2nRH \quad (10)$$

Onde:

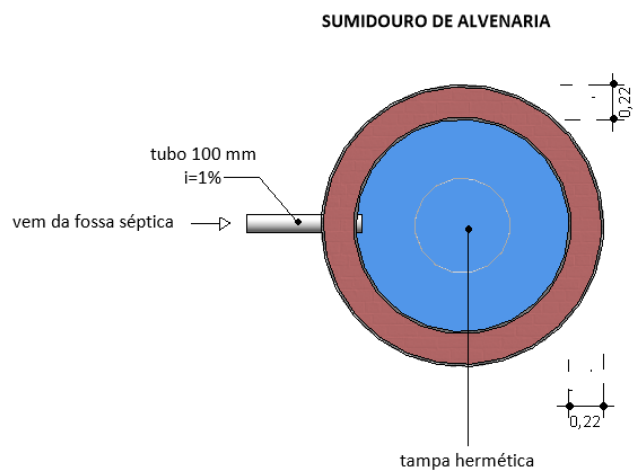
A_i = área de infiltração útil do sumidouro (m^2);

R = raio útil do sumidouro (m);

H = altura útil do sumidouro (m).

O sistema construtivo do sumidouro com alvenaria de bloco cerâmico, teve um acréscimo de 19 cm no raio da fossa séptica. Considerando a cota de saída da fossa séptica e o desnível do cano, aumentou um total de 31 cm (30 cm da cota de saída da fossa séptica + 1 cm do desnível do cano) na altura para cálculo do volume total (Figura 34). Para a filtração dos despejos, a Norma ABNT NBR 13969 (1997), recomenda o uso de brita nº 4 ou nº 5. Recomenda-se a utilização de somente um tamanho de brita a fim de evitar a colmatação, ou seja, o fechamento dos espaços vazios por britas de graduações menores e deposição destas no fundo do sumidouro.

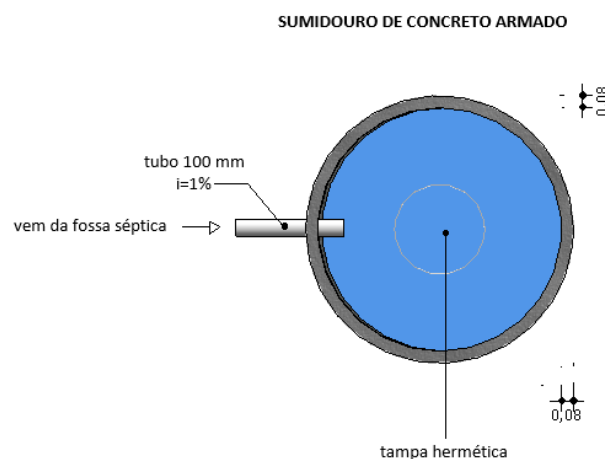
Figura 34: Detalhes construtivos da planta baixa para o Sumidouro em alvenaria



Fonte: O autor, 2018.

Para o sumidouro fabricado em concreto armado moldado in loco, utilizou-se a mesma altura do sumidouro em alvenaria, porém o seu acréscimo de raio mudou para 8 cm (Figura 35).

Figura 35: Detalhes construtivos da planta baixa para o Sumidouro em concreto armado



Fonte: O autor, 2018.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise direcionada ao Saneamento Básico no Povoado.

Mediante questionários aplicados em cada residência unifamiliar, foi feita a análise em relação ao saneamento básico e tipos de sistemas de tratamento de esgoto em 20 residências no Povoado Jabeberi. Na primeira fase da análise foi investigado o total de habitantes por residências e o perfil socioeconômico de cada um destes, conforme tabela 8.

Tabela 8: Número de habitantes e perfil socioeconômico

Quantidade de habitantes em cada residência	Quantidade de residência	Perfil Socioeconômico
2	4	Baixo
3	6	Baixo
4	9	Baixo
5	4	Baixo

Fonte: Dados da Pesquisa.

Com base no questionário aplicado no Povoado Jabeberi (Figura 36), foi observado um total de 82 habitantes e uma média de 5 habitantes por unidade familiar. O perfil socioeconômico é predominantemente baixo e como consequências os moradores não dispõem de saneamento básico, onde o sistema de esgoto é despejado em valas a céu aberto e sem qualquer tipo de tratamento.

Figura 36: Acesso principal ao Povoado Jabeberi



Fonte: O autor, 2018.

Na segunda etapa as perguntas eram referentes a existência do sistema de abastecimento de água encanada, do sistema de drenagem de água pluvial e do sistema de coleta de lixo no povoado, de acordo com a Tabela 9.

Tabela 9: Informações sobre o sistema de abastecimento de água, do sistema de drenagem de água pluvial e o sistema de coleta de lixo

Número de habitantes em cada residência	Sistema de abastecimento de água encanada	Sistema de drenagem de água pluvial	Sistema de coleta de lixo
2	Sim	Não	Sim
3	Sim	Não	Sim
4	Sim	Não	Sim
5	Sim	Não	Sim

Fonte: Dados da Pesquisa.

Como pode-se observar na Tabela 8, os moradores do povoado são favorecidos com o sistema de abastecimento de água encanada, como mostra a conta de água de um dos moradores na Figura 36, porém não possui um sistema de drenagem pluvial. Em relação a coleta de lixo, esta é realizada de forma convencional semanalmente e não há separação do lixo por meio do serviço de coleta seletiva.

Figura 37: Conta de água de um dos moradores do povoado

Nome do Cliente		CPF:	
[REDACTED]		***.***.***-**	
Endereço			
EST SÍTIO TABULEIRINHO, 307, POV JABIBERI, 49300-000			
Grupo/Setor/Potência/Leitura	Data da Leitura	Hidômetro	Classificação / Economias
433016/00098	25/10/2018	A10F239867	RES: 1
Leit. Anterior 490 Leit. Atual AUSENTE Consumo Faturado (m3) 10 Média de consumo (m3) 10 Ocorrência da Leitura 12/00 Sem Hidro. Data da Leit. Anterior 25/09/18 Dias de Consumo 30 Média diária (m3) 0,33 Previsão para Próx. Leit. 24/11/18 INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES			

Fonte: O autor, 2018.

Na última etapa, os moradores foram questionados sobre a existência de sistema de tratamento de esgoto em cada residência e, caso sim, qual o tipo e se foi dimensionado de acordo com os padrões das Normas NBR 7229/1993 e NBR 13969/1997, como mostra a tabela 10.

Tabela 10: Informações sobre destinação de esgoto

Número de residências	Destinação do esgoto	Tipo de destinação de esgoto	Destinação com tratamento de acordo com a NBR 7229 e NBR 13969
20	Não	Céu aberto	Não

Fonte: O autor, 2018.

Todas as residências realizam seus despejos de esgotos a céu aberto, geralmente em valas escavadas ao fundo das casas, como mostra a Figura 38.

Figura 38: Despejo de esgoto em vala ao fundo de uma das residências



Fonte: O autor, 2018.

Dimensionamento do Sistema de Tratamento das Unidades Unifamiliares

Partindo da análise diagnóstica dos dados recolhidos através do estudo de campo no que se refere ao saneamento básico do Povoado Jabeberi situado em Tobias Barreto-SE, as informações obtidas foram utilizadas como fonte de embasamento para o dimensionamento de sistemas de esgoto familiar conforme mostra a Tabela 11.

Tabela 11: Parâmetros utilizados para o dimensionamento do sistema

Perfil por habitantes	N	C (l/dia)	Hi (l/dia)	Lf	T (dias)	Intervalo		K (dias)	HL (l/m ² .dia)
						entre limpeza (anos)	Temp (°C)		
2 hab	2	100	200	1	1	2	18	105	60
3 hab	3	100	300	1	1	2	18	105	60
4 hab	4	100	400	1	1	2	18	105	60
5 hab	5	100	500	1	1	2	18	105	60

Fonte: Dados de pesquisa.

Os volumes úteis dos tanques sépticos variam de 1,410 m³ a 2,025 m³, de acordo com a Tabela 12.

Tabela 12: Parâmetros iniciais para o dimensionamento do Tanque Séptico

Perfil por habitantes	V _u (m ³)	C _u (m)	L _u (m)	A _u (m)
2 hab	1,410	1,60	0,80	1,20
3 hab	1,615	1,60	0,80	1,26
4 hab	1,820	1,60	0,80	1,42
5 hab	2,025	1,60	0,80	1,58

Fonte: Dados da pesquisa.

Seguindo os pressupostos do primeiro caso, do dimensionamento do tanque séptico retangular pelo método execução de alvenaria de bloco cerâmico, consta na Tabela 12 valores obtidos, onde, registrados os valores úteis de comprimento e largura em 1,60 m e 0,80 m, respectivamente, mostra uma variação de altura útil de 1,20 m a 1,58 m e uma variação de volume útil de 1,410 m³ a 2,025 m³. Tendo em vista as dimensões da estrutura e de terreno obtém-se comprimento e largura de 2,01 m e 1,21 m, respectivamente, altura variando de 1,61 m a 1,99 m e o volume variando de 2,883 m³ a 3,564 m³.

Tabela 13: Valores referentes ao dimensionamento do tanque séptico retangular de alvenaria de bloco cerâmico

Perfil por habitantes	Cu (m)	Lu (m)	Au (m)	Vu (m ³)	Ct (m)	Lt (m)	At (m)	Vt (m)
2 hab	1,60	0,80	1,20	1,410	2,01	1,21	1,61	2,883
3 hab	1,60	0,80	1,26	1,615	2,01	1,21	1,67	2,991
4 hab	1,60	0,80	1,42	1,820	2,01	1,21	1,83	3,277
5 hab	1,60	0,80	1,58	2,025	2,01	1,21	1,99	3,564

Fonte: Dados da pesquisa.

Posteriormente, para abordar o segundo caso foram colhidos os valores relatados na Tabela 14, para o dimensionamento de tanque séptico de concreto armado, moldado in loco em forma retangular. Registrados os valores úteis de comprimento e largura em 1,60 m e 0,80 m, mutuamente indica uma diversificação de altura útil de 1,20 m a 1,58 m, e variação de volume útil de 1,410 m³ a 2,025 m³. Reputando as dimensões da estrutura e de terreno tem-se o comprimento e largura de 1,76 m e 0,96 m, respectivamente, e altura variando de 1,61 m a 1,99 m e o volume variando de 2,007 m³ a 2,481 m³.

Tabela 14: Valores referentes ao dimensionamento do tanque séptico retangular de concreto armado

Perfil por habitantes	Cu (m)	Lu (m)	Au (m)	Vu (m ³)	Ct (m)	Lt (m)	At (m)	Vt (m)
2 hab	1,60	0,80	1,20	1,410	1,76	0,96	1,61	2,007
3 hab	1,60	0,80	1,26	1,615	1,76	0,96	1,67	2,082
4 hab	1,60	0,80	1,42	1,820	1,76	0,96	1,83	3,282
5 hab	1,60	0,80	1,58	2,025	1,76	0,96	1,99	2,481

Fonte: Dados da pesquisa.

Para análise do terceiro caso, para o dimensionamento do tanque séptico de alvenaria de bloco cerâmico em forma circular, foram utilizados os valores demonstrados na Tabela 15, onde estão registrados os valores úteis de raio em 0,55 m, evidencia-se uma variação de altura útil de 1,48 m a 2,13 m e uma variação de volume útil de 1,410 m³ a 2,025 m³. Partindo das dimensões da estrutura e de terreno têm-se raio de 0,755m e altura variando de 1,61 m a 1,99 m e o volume variando de 2,883 m³ a 3,564 m³.

Tabela 15: Valores referentes ao dimensionamento do tanque séptico circular em alvenaria de bloco cerâmico

Perfil por habitantes	Ru (m)	Au (m)	Vu (m ³)	Rt (m)	At (m)	Vt (m ³)
2 hab	0,55	1,48	1,410	0,755	1,61	2,883
3 hab	0,55	1,70	1,615	0,755	1,67	2,991
4 hab	0,55	1,92	1,820	0,755	1,83	3,277
5 hab	0,55	2,13	2,025	0,755	1,99	3,564

Fonte: Dados da pesquisa.

Foram colhidos os valores detalhados na Tabela 16 para resolução do quarto caso do dimensionamento do tanque séptico de concreto armado moldado in loco em forma circular, onde, registrados os valores úteis de raio em 0,55 m, mostra uma variação de altura útil de 1,48 m a 2,13 m e uma variação de volume útil de 1,410 m³ a 2,025 m³. Seguindo as dimensões da estrutura e de terreno têm-se raio de 0,63 m e altura variando de 1,61 m a 1,99 m e o volume variando de 2,007 m³ a 2,481 m³.

Tabela 16: Valores referentes ao dimensionamento do tanque séptico circular em concreto armado

Perfil por habitantes	R _u (m)	A _u (m)	V _u (m ³)	R _t (m)	A _t (m)	V _t (m ³)
2 hab	0,55	1,48	1,410	0,63	1,61	2,007
3 hab	0,55	1,70	1,615	0,63	1,67	2,082
4 hab	0,55	1,92	1,820	0,63	1,83	2,282
5 hab	0,55	2,13	2,025	0,63	1,99	2,481

Fonte: Dados da pesquisa.

Finalizado o dimensionamento do Tanque Séptico, foi elaborado o dimensionamento do Sumidouro como é demonstrado na Tabela 17, constando áreas de infiltração variando de 3,33 m² a 8,33 m², raio útil fixado em 0,7 m, profundidade útil variando de 0,50 m a 1,25 m e volume útil variando entre 0,77 m³ a 1,92 m³.

Tabela 17: Parâmetros iniciais para o dimensionamento do Sumidouro

Perfil por habitantes	A _i (m ²)	R _u (m)	P _u (m)	D _u (m)	V _u (m ³)
2 hab	3,33	0,70	0,50	1,40	0,77
3 hab	5,00	0,70	0,75	1,40	1,15
4 hab	6,66	0,70	1,00	1,40	1,54
5 hab	8,33	0,70	1,25	1,40	1,92

Fonte: Dados da pesquisa.

Foram obtidas dimensões totais utilizando a alvenaria de bloco 19x19x24, conforme consta a Tabela 18, onde apresenta raio de 0,89m, profundidade variando de 0,81 m a 1,56 m e volume variando de 2,016 m³ a 2,882 m³.

Tabela 18: Valores referentes ao dimensionamento do sumidouro em alvenaria de bloco cerâmico

Perfil por habitantes	A _i (m ²)	R _u (m)	P _u (m)	D _u (m)	V _u (m ³)	R _t (m)	P _t (m)	D _t (m)	V _t (m ³)
2 hab	3,33	0,70	0,50	1,40	0,77	0,89	0,81	1,78	2,016
3 hab	5,00	0,70	0,75	1,40	1,15	0,89	1,06	1,78	2,638
4 hab	6,66	0,70	1,00	1,40	1,54	0,89	1,31	1,78	3,260
5 hab	8,33	0,70	1,25	1,40	1,92	0,89	1,56	1,78	2,882

Fonte: Dados da pesquisa.

Posteriormente, foram obtidas as dimensões, desta vez, utilizando o concreto armado, conforme consta a Tabela 19, onde apresenta raio de 0,89 m, profundidade variando de 0,81 m a 1,56 m e volume variando de 2,016 m³ a 2,882 m³.

Tabela 19: Valores referentes ao dimensionamento do sumidouro em concreto armado

Perfil por habitantes	Ai (m ²)	Ru (m)	Pu (m)	Du (m)	Vu (m ³)	Rt (m)	Pt (m)	Dt (m)	Vt (m ³)
2 hab	3,33	0,70	0,50	1,40	0,77	0,78	0,81	1,56	1,548
3 hab	5,00	0,70	0,75	1,40	1,15	0,78	1,06	1,56	2,026
4 hab	6,66	0,70	1,00	1,40	1,54	0,78	1,31	1,56	2,504
5 hab	8,33	0,70	1,25	1,40	1,92	0,78	1,56	1,56	2,982

Fonte: Dados da pesquisa.

Após os dimensionamentos de sistemas de tratamento de diferentes materiais, efetuou-se o orçamento dos mesmos através do software ORSE na versão na versão 2.0 com base de setembro de 2018, com um BDI de 23,54%, conforme Tabelas 18 a 21.

Da Tabela 20 a 23, foram calculados os valores totais da soma de valores de tanque sépticos mais sumidouros. E posteriormente, nas Tabelas 24 a 30 foram feitas comparações entre os diversos tipos de sistemas de tanques sépticos e sumidouros para se chegar a opções mais viáveis para o Povoado.

Tabela 20: Valores referentes a instalação de um sistema tanque séptico de bloco cerâmico retangular com sumidouro de bloco cerâmico e de um sistema tanque séptico de concreto armado retangular com sumidouro de concreto armado

Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico)	Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Total	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado)	Sumidouro (Concreto Armado)	Total
2 hab	R\$ 4.161,91	R\$ 1.490,00	R\$ 5.651,91	R\$ 2.634,44	R\$ 877,01	R\$ 3.511,45
3 hab	R\$ 4.316,58	R\$ 1.877,29	R\$ 6.193,87	R\$ 2.673,36	R\$ 1.102,53	R\$ 3.775,89
4 hab	R\$ 4.730,22	R\$ 2.311,30	R\$ 7.041,52	R\$ 2.949,17	R\$ 1.366,63	R\$ 4.315,80
5 hab	R\$ 5.142,47	R\$ 2.804,19	R\$ 7.946,66	R\$ 3.100,63	R\$ 1.630,68	R\$ 4.730,68

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 21: Valores referentes a instalação de um sistema tanque séptico de bloco cerâmico retangular com sumidouro de concreto armado e de um sistema tanque séptico de concreto armado retangular com sumidouro de bloco cerâmico

Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico)	Sumidouro (Concreto Armado)	Total	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado)	Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Total
2 hab	R\$ 4.161,91	R\$ 877,01	R\$ 5.038,92	R\$ 2.634,44	R\$ 1.490,00	R\$ 4.124,44
3 hab	R\$ 4.316,58	R\$ 1.102,53	R\$ 5.419,11	R\$ 2.673,36	R\$ 1.877,29	R\$ 4.550,65
4 hab	R\$ 4.730,22	R\$ 1.366,63	R\$ 6.096,85	R\$ 2.949,17	R\$ 2.311,30	R\$ 5.260,47
5 hab	R\$ 5.142,47	R\$ 1.630,68	R\$ 6.773,15	R\$ 3.100,63	R\$ 2.804,19	R\$ 5.904,82

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 22: Valores referentes a instalação de um sistema tanque séptico de bloco cerâmico circular com sumidouro de bloco cerâmico e de um sistema tanque séptico de concreto armado circular com sumidouro de concreto armado

Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Circular (Bloco Cerâmico)	Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Total	Tanque Séptico Circular (Concreto Armado)	Sumidouro (Concreto Armado)	Total
2 hab	R\$ 1.458,19	R\$ 1.490,00	R\$ 2.948,19	R\$ 839,02	R\$ 877,01	R\$ 1.716,03
3 hab	R\$ 1.472,13	R\$ 1.877,29	R\$ 3.349,42	R\$ 864,16	R\$ 1.102,53	R\$ 1.966,69
4 hab	R\$ 1.608,24	R\$ 2.311,30	R\$ 3.919,54	R\$ 944,63	R\$ 1.366,63	R\$ 2.311,26
5 hab	R\$ 1.753,91	R\$ 2.804,19	R\$ 4.558,10	R\$ 1.045,21	R\$ 1.630,68	R\$ 2.675,89

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 23: Valores referentes a instalação de um sistema tanque séptico de bloco cerâmico circular com sumidouro de concreto armado e de um sistema tanque séptico de concreto armado circular com sumidouro de bloco cerâmico

Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Circular (Bloco Cerâmico)	Sumidouro (Concreto Armado)	Total	Tanque Séptico Circular (Concreto Armado)	Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Total
2 hab	R\$ 1.458,19	R\$ 877,01	R\$ 2.335,20	R\$ 839,02	R\$ 1.490,00	R\$ 2.239,02
3 hab	R\$ 1.472,13	R\$ 1.102,53	R\$ 2.574,66	R\$ 864,16	R\$ 1.877,29	R\$ 2.741,45
4 hab	R\$ 1.608,24	R\$ 1.366,63	R\$ 2.974,87	R\$ 944,63	R\$ 2.311,30	R\$ 3.255,93
5 hab	R\$ 1.753,91	R\$ 1.630,68	R\$ 3.384,59	R\$ 1.045,21	R\$ 2.804,19	R\$ 3.849,40

Fonte: Dados da pesquisa.

Com base na observação dos resultados apresentados das Tabelas 18 a 21, conclui-se que, o tanque de alvenaria de bloco cerâmico juntamente com o sumidouro de bloco cerâmico é mais caro entre todos os outros sistemas sendo o seu valor total destacado em vermelho, e o mais barato é o tanque circular de concreto armado mais o sumidouro de concreto armado, tendo seu valor total destacado em amarelo.

Tabela 24: Comparativo de custos entre de sistemas com tanques sépticos retangulares

Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado) + Sumidouro (Concreto Armado)	Variação de Custo	Porcentagem de Variação
2 hab	R\$ 5.651,91	R\$ 3.511,45	R\$ 2.140,46	60,96%
3 hab	R\$ 6.193,87	R\$ 3.775,89	R\$ 2.417,98	64,04%
4 hab	R\$ 7.041,52	R\$ 4.315,80	R\$ 2.725,72	63,16%
5 hab	R\$ 7.946,66	R\$ 4.730,68	R\$ 3.218,98	68,04%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Variação de Custo	Porcentagem de Variação
2 hab	R\$ 5.651,91	R\$ 4.124,44	R\$ 1.527,47	37,03%
3 hab	R\$ 6.193,87	R\$ 4.550,65	R\$ 1.643,22	36,11%
4 hab	R\$ 7.041,52	R\$ 5.260,47	R\$ 1.781,05	33,86%
5 hab	R\$ 7.946,66	R\$ 5.904,82	R\$ 2.041,84	34,58%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Concreto Armado)	Variação de Custo	Porcentagem de Variação
2 hab	R\$ 5.651,91	R\$ 5.038,92	R\$ 612,99	12,17%
3 hab	R\$ 6.193,87	R\$ 5.419,11	R\$ 774,76	14,30%
4 hab	R\$ 7.041,52	R\$ 6.096,85	R\$ 944,67	15,49%
5 hab	R\$ 7.946,66	R\$ 6.773,15	R\$ 1.173,51	17,33%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado) + Sumidouro (Concreto Armado)	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Concreto Armado)	Variação de Custo	Porcentagem de Variação
2 hab	R\$ 3.511,45	R\$ 5.038,92	R\$ 1.527,47	43,50%
3 hab	R\$ 3.775,89	R\$ 5.419,11	R\$ 1.643,22	43,52%
4 hab	R\$ 4.315,80	R\$ 6.096,85	R\$ 1.781,05	41,27%
5 hab	R\$ 4.730,68	R\$ 6.773,15	R\$ 2.042,47	43,18%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado) + Sumidouro (Concreto Armado)	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Variação de Custo	Porcentagem de Variação
2 hab	R\$ 3.511,45	R\$ 4.124,44	R\$ 612,99	17,46%
3 hab	R\$ 3.775,89	R\$ 4.550,65	R\$ 774,76	20,51%
4 hab	R\$ 4.315,80	R\$ 5.260,47	R\$ 944,67	21,89%
5 hab	R\$ 4.730,68	R\$ 5.904,82	R\$ 1.174,14	24,82%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Concreto Armado)	Variação de Custo	Porcentagem de Variação
2 hab	R\$ 4.124,44	R\$ 5.038,92	R\$ 914,48	22,17%
3 hab	R\$ 4.550,65	R\$ 5.419,11	R\$ 868,46	19,08%
4 hab	R\$ 5.260,47	R\$ 6.096,85	R\$ 836,38	15,90%
5 hab	R\$ 5.904,82	R\$ 6.773,15	R\$ 868,33	14,71%

Tabela 25: Comparativo de custos entre de sistemas com tanques sépticos retangulares e circulares

Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Circular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Variação de Custo	Porcentagem de Variação
2 hab	R\$ 5.651,91	R\$ 2.948,19	R\$ 2.703,72	91,70%
3 hab	R\$ 6.193,87	R\$ 3.349,42	R\$ 2.844,45	84,92%
4 hab	R\$ 7.041,52	R\$ 3.919,54	R\$ 3.121,98	79,65%
5 hab	R\$ 7.946,66	R\$ 4.558,10	R\$ 3.388,56	74,34%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Circular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Concreto Armado)	Variação de Custo	Porcentagem de Variação
2 hab	R\$ 5.651,91	R\$2.335,20	R\$ 3.316,71	142%
3 hab	R\$ 6.193,87	R\$ 2.574,66	R\$ 3.619,21	140,57%
4 hab	R\$ 7.041,52	R\$ 2.974,87	R\$ 4.066,65	136,70%
5 hab	R\$ 7.946,66	R\$ 3.384,59	R\$ 4.562,07	134,79%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Circular (Concreto Armado) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Variação de Custo	Porcentagem de Variação
2 hab	R\$ 5.651,91	R\$ 2.239,02	R\$ 3.412,89	152,43%
3 hab	R\$ 6.193,87	R\$ 2.741,45	R\$ 3.452,42	125,93%
4 hab	R\$ 7.041,52	R\$ 3.255,93	R\$ 3.785,59	116,27%
5 hab	R\$ 7.946,66	R\$ 3.849,40	R\$ 4.097,26	106,44%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Circular (Concreto Armado) + Sumidouro (Concreto Armado)	Variação de Custo	Porcentagem de Variação
2 hab	R\$ 5.651,91	R\$ 1.716,03	R\$ 3.935,88	229,36%
3 hab	R\$ 6.193,87	R\$ 1.966,69	R\$ 4.227,18	214,94%
4 hab	R\$ 7.041,52	R\$ 2.311,26	R\$ 4.730,26	204,66%
5 hab	R\$ 7.946,66	R\$ 2.675,89	R\$ 5.270,77	196,97%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado) + Sumidouro (Concreto Armado)	Tanque Séptico Circular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Variação de Custo	Porcentagem de Variação
2 hab	R\$ 3.511,45	R\$ 2.948,19	R\$ 563,26	19,11%
3 hab	R\$ 3.775,89	R\$ 3.349,42	R\$ 426,47	12,73%
4 hab	R\$ 4.315,80	R\$ 3.919,54	R\$ 396,26	10,11%
5 hab	R\$ 4.730,68	R\$ 4.558,10	R\$ 172,58	3,78%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Circular (Concreto Armado) + Sumidouro (Concreto Armado)	Variação de Custo	Porcentagem de Variação
2 hab	R\$ 5.651,91	R\$ 1.716,03	R\$ 3.935,88	229,35%
3 hab	R\$ 6.193,87	R\$ 1.966,69	R\$ 4.227,18	214,94%
4 hab	R\$ 7.041,52	R\$ 2.311,26	R\$ 4.730,26	204,66%
5 hab	R\$ 7.946,66	R\$ 2.675,89	R\$ 5.270,77	196,97%

Tabela 26: Comparativo de custos entre de sistemas com tanques sépticos retangulares e circulares

Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado) + Sumidouro (Concreto Armado)	Tanque Séptico Circular (Concreto Armado) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Varição de Custo	Porcentagem de Varição
2 hab	R\$ 3.511,45	R\$ 2.239,02	R\$ 1.272,43	56,83%
3 hab	R\$ 3.775,89	R\$ 2.741,45	R\$ 1.034,44	37,73%
4 hab	R\$ 4.315,80	R\$ 3.255,93	R\$ 1.059,87	32,55%
5 hab	R\$ 4.730,68	R\$ 3.849,40	R\$ 881,28	22,89%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado) + Sumidouro (Concreto Armado)	Tanque Séptico Circular (Concreto Armado) + Sumidouro (Concreto Armado)	Varição de Custo	Porcentagem de Varição
2 hab	R\$ 3.511,45	R\$ 1.716,03	R\$ 1.795,42	104,62%
3 hab	R\$ 3.775,89	R\$ 1.966,69	R\$ 1.809,20	91,99%
4 hab	R\$ 4.315,80	R\$ 2.311,26	R\$ 2.004,54	86,73%
5 hab	R\$ 4.730,68	R\$ 2.675,89	R\$ 2.054,79	76,79%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Circular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Varição de Custo	Porcentagem de Varição
2 hab	R\$ 4.124,44	R\$ 2.948,19	R\$ 1.176,25	39,90%
3 hab	R\$ 4.550,65	R\$ 3.349,42	R\$ 1.201,23	35,86%
4 hab	R\$ 5.260,47	R\$ 3.919,54	R\$ 1.340,93	34,21%
5 hab	R\$ 5.904,82	R\$ 4.558,10	R\$ 1.346,72	29,55%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Circular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Concreto Armado)	Varição de Custo	Porcentagem de Varição
2 hab	R\$ 4.124,44	R\$ 2.335,20	R\$ 1.789,24	76,62%
3 hab	R\$ 4.550,65	R\$ 2.574,66	R\$ 1.975,99	76,75%
4 hab	R\$ 5.260,47	R\$ 2.974,87	R\$ 2.285,60	76,83%
5 hab	R\$ 5.904,82	R\$ 3.384,59	R\$ 2.520,23	74,46%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Circular (Concreto Armado) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Varição de Custo	Porcentagem de Varição
2 hab	R\$ 4.124,44	R\$ 2.239,02	R\$ 1.885,42	84,21%
3 hab	R\$ 4.550,65	R\$ 2.741,45	R\$ 1.809,20	65,99%
4 hab	R\$ 5.260,47	R\$ 3.255,93	R\$ 2.004,54	61,57%
5 hab	R\$ 5.904,82	R\$ 3.849,40	R\$ 2.055,42	53,40%

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 27:Comparativo de custos entre de sistemas com tanques sépticos retangulares e circulares

Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Circular (Concreto Armado) + Sumidouro (Concreto Armado)	Varição de Custo	Porcentagem de Variação
2 hab	R\$ 4.124,44	R\$ 1.716,03	R\$ 2.408,41	140,35%
3 hab	R\$ 4.550,65	R\$ 1.966,69	R\$ 2.583,96	131,39%
4 hab	R\$ 5.260,47	R\$ 2.311,26	R\$ 2.949,21	127,60%
5 hab	R\$ 5.904,82	R\$ 2.675,89	R\$ 3.228,93	120,67%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Concreto Armado)	Tanque Séptico Circular (Concreto Armado) + Sumidouro (Concreto Armado)	Varição de Custo	Porcentagem de Variação
2 hab	R\$ 5.038,92	R\$ 1.716,03	R\$ 3.322,89	193,64%
3 hab	R\$ 5.419,11	R\$ 1.966,69	R\$ 3.452,42	175,55%
4 hab	R\$ 6.096,85	R\$ 2.311,26	R\$ 3.785,59	163,79%
5 hab	R\$ 6.773,15	R\$ 2.675,89	R\$ 4.097,26	153,12%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Concreto Armado)	Tanque Séptico Circular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Varição de Custo	Porcentagem de Variação
2 hab	R\$ 5.038,92	R\$ 2.948,19	R\$ 2.090,73	70,92%
3 hab	R\$ 5.419,11	R\$ 3.349,42	R\$ 2.069,69	61,79%
4 hab	R\$ 6.096,85	R\$ 3.919,54	R\$ 2.177,31	55,55%
5 hab	R\$ 6.773,15	R\$ 4.558,10	R\$ 2.215,05	48,60%

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 28: Comparativo de custos entre de sistemas com tanques sépticos circulares

Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Circular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Circular (Concreto Armado) + Sumidouro (Concreto Armado)	Varição de Custo	Porcentagem de Varição
2 hab	R\$ 2.948,19	R\$ 1.716,03	R\$ 1.232,16	71,80%
3 hab	R\$ 3.349,42	R\$ 1.966,69	R\$ 1.382,73	70,30%
4 hab	R\$ 3.919,54	R\$ 2.311,26	R\$ 1.608,28	69,59%
5 hab	R\$ 4.558,10	R\$ 2.675,89	R\$ 1.882,21	70,34%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Circular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Circular (Concreto Armado) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Varição de Custo	Porcentagem de Varição
2 hab	R\$ 2.948,19	R\$ 2.239,02	R\$ 709,17	31,67%
3 hab	R\$ 3.349,42	R\$ 2.741,45	R\$ 607,97	22,17%
4 hab	R\$ 3.919,54	R\$ 3.255,93	R\$ 663,61	20,38%
5 hab	R\$ 4.558,10	R\$ 3.849,40	R\$ 708,70	18,41%
Perfil dos Habitantes	Tanque Séptico Circular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Circular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Concreto Armado)	Varição de Custo	Porcentagem de Varição
2 hab	R\$ 2.948,19	R\$ 2.335,20	R\$ 612,99	26,25%
3 hab	R\$ 3.349,42	R\$ 2.574,66	R\$ 774,76	30,09%
4 hab	R\$ 3.919,54	R\$ 2.974,87	R\$ 944,67	31,76%
5 hab	R\$ 4.558,10	R\$ 3.384,59	R\$ 1.173,51	34,67%

Fonte: Dados da pesquisa.

Avaliando essas comparações, pode-se perceber que tabela de comparação entre tanques sépticos retangulares, o tanque retangular de alvenaria com sumidouro de alvenaria e o tanque retangular de alvenaria com sumidouro de concreto armado, apresentou menor variação de custo, uma média de R\$ 876,48.

Já na comparação entre tanques retangulares e circulares, o tanque retangular de concreto armado com sumidouro de alvenaria comparado ao tanque circular de alvenaria com sumidouro de alvenaria apresentou a menor variação de custo, média de R\$ 1.266,29.

E para finalizar, na comparação entre tanques circulares, o tanque circular de alvenaria com o sumidouro de alvenaria comparado com o tanque circular de concreto armado com o sumidouro de alvenaria teve uma variação de custo de R\$ 672,36.

Tabela 29: Comparativo de custos entre as soluções de tratamento de esgoto propostas

Perfil	Quantidade de residências	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado) + Sumidouro (Concreto Armado)	Tanque Séptico Retangular (Concreto Armado) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Retangular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Concreto Armado)
2 hab	4	R\$ 5.651,91	R\$ 3.511,45	R\$ 4.124,44	R\$ 5.038,92
3 hab	6	R\$ 6.193,87	R\$ 3.775,89	R\$ 4.550,65	R\$ 5.419,11
4 hab	9	R\$ 7.041,52	R\$ 4.315,80	R\$ 5.260,47	R\$ 6.096,85
5 hab	4	R\$ 7.946,66	R\$ 4.730,68	R\$ 5.904,82	R\$ 6.773,15
Custo em todo conjunto		R\$ 154.931,18	R\$ 94.466,06	R\$ 114.765,17	R\$ 134.634,59
Média por residência		R\$ 6.736,14	R\$ 4.107,22	R\$ 4.989,79	R\$ 5.853,68

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 30: Comparativo de custos entre as soluções de tratamento de esgoto propostas

Perfil	Quantidade de residências	Tanque Séptico Circular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Circular (Concreto Armado) + Sumidouro (Concreto Armado)	Tanque Séptico Circular (Concreto Armado) + Sumidouro (Bloco Cerâmico)	Tanque Séptico Circular (Bloco Cerâmico) + Sumidouro (Concreto Armado)
2 hab	4	R\$ 2.948,19	R\$ 1.716,03	R\$ 2.239,02	R\$ 2.335,20
3 hab	6	R\$ 3.349,42	R\$ 1.966,69	R\$ 2.741,45	R\$ 2.574,66
4 hab	9	R\$ 3.919,54	R\$ 2.311,26	R\$ 3.255,93	R\$ 2.974,87
5 hab	4	R\$ 4.558,10	R\$ 2.675,89	R\$ 3.849,40	R\$ 3.384,59
Custo em todo conjunto		R\$ 85.397,54	R\$ 50.169,16	R\$ 70.105,75	R\$ 65.100,95
Média por residência		R\$ 3.712,94	R\$ 2.181,26	R\$ 3.048,08	R\$ 2.830,48

Fonte: Dados da pesquisa.

Desta forma, observando os orçamentos e os comparativos feitos a partir do dimensionamento para cada método construtivo, percebe-se que o valor de construção varia entre R\$ 1.716,03 e R\$ 7.946,66. Ou seja, visando o método construtivo de valor mais acessível, o sistema que mais se adequa a tal situação é o tanque séptico circular em concreto armado com sumidouro também em concreto armado, pois esse apresenta em média um custo médio por residência de R\$ 2.181,26, destacado em amarelo, comparado a R\$ 6.736,14 quando feito em bloco cerâmico retangular, a R\$ 4.525,86, destacado em vermelho (Tabelas 26 e 27). E ao comparar os valores, para o caso mais favorável de fossa séptica e sumidouro houve uma economia de 67,62 %, equivalente a R\$ 104.762,02.

5 CONCLUSÃO

O estudo de caso realizado cujo objetivo era obter informações para a elaboração de um comparativo de custo – benefício entre métodos construtivos tomando como referência a NBR 13969 (1997) e a NBR 7229 (1993) e ao final solucionar os problemas de tratamento de esgoto unifamiliar da região, se mostrou viável e pertinente ao longo do trabalho.

Tendo em vista a carência de um sistema de saneamento básico no Povoado Jabeberi em Tobias Barreto/SE, deve-se assim implantá-lo em caráter de urgência.

Embora pareça muito simples, o tipo de análise através de tabelas simplificadas a partir de custos lineares e dimensões construtivas, foi satisfatório para se obter um parecer técnico e assim chegar a soluções adequadas para tais problemas, visando qualidade de vida dos habitantes do povoado. Foram propostos para os sistemas de tratamento e pós-tratamento de esgoto domésticos, instalações de tanques sépticos e sumidouros, cujas dimensões variam de acordo com o número de moradores de cada residência, referenciados pelas normas vigentes. Em concordância com o quadro socioeconômico apresentado pelo povoado, foi dimensionado e orçado 8 (oito) sistemas construtivos planejando um parâmetro econômico discursivo.

Este trabalho discutiu qual o sistema é mais viável economicamente para cada caso estudado, destacando, o sistema de esgoto com fossa séptica circular em concreto armado com sumidouro em concreto armado. Este ao ser comparado com o sistema mais caro, dentre os estudados, apresentou uma economia 67,62%, equivalente a R\$ 104.762,02.

Por fim, o sistema de tratamento de esgoto individual produzido nesse trabalho apresentou-se como uma alternativa de dimensionamento simples e, principalmente, com baixos custos de implantação. Podendo, assim, ser uma boa opção para diminuir a carência de saneamento básico que atinge, principalmente, as residências desta comunidade.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 9.648: **Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ABNT – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 7229: **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

ABNT – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 13969: **Tanques sépticos – Unidades de Tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ATLAS DE RECURSOS HIDRICOS DE SERGIPE Disponível em: <<http://www.observatorio.se.gov.br/geografia-e-cartografia>> Acesso em: 14/10/2018.

BORGES, N. B.. **Caracterização e pré-tratamento de lodo de fossas e tanques sépticos**. 2009. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

BRASIL. **Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> Acesso em: 14/10/2018

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde**. – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2015. 642 p. il.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Operação e manutenção de tanques sépticos-lodo: manual de boas práticas e disposição do lodo acumulado em filtros plantados com macrófitas e desinfecção por processo térmico / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde**. – Brasília: Funasa, 2014. 32 p.

COSTA, A. M.; PONTES, C. A. A.; MELO, C. H.; LUCENA, R. C. B.; GONÇALVES, F. R.; GALINDO, E. F. **Classificação de doenças relacionadas a um saneamento ambiental inadequado (DRSAI) e os Sistemas de Informações em Saúde no Brasil: possibilidades e limitações de análise epidemiológica em saúde ambiental**. CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 28., 2002, Cancun. Proceedings. Cancun: Asociacion Interamerican de Ingenieria Sanitaria y Ambiental: ABES, 2002.

COISAS DA CASA. **Construção de fossa séptica**. Disponível em: <<http://coisasdacasa.blogspot.com.br/2009/07/nc.html>> Acesso em: 01/11/2018

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 6. ed., reimpr. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2015. 423 p. + Plantas

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 3. ed. rev. Brasília, 2006. 408p.

GOOGLE. 2015. **SERGIPE. Mapa. [s.l.]**: Google Maps. Disponível em: <[https://www.google.com.br/maps @-11.04265,-37.4849645,15.79z?dcr=0](https://www.google.com.br/maps/@-11.04265,-37.4849645,15.79z?dcr=0)>. Acessado em 16 de outubro de 2018.

INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL. ITP. **Plano Municipal Integrado De Saneamento Básico De Tobias Barreto/SE**. Salgado/SE, 2017.

MEDEIROS, M. A. C. de. **CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS**. Notas de Aula sobre Química Sanitária e Laboratório de Saneamento II – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

MELO, Vanderley de Oliveira; AZEVEDO NETTO, José Martiniano de. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias**. 9. reimpr. São Paulo, SP: E. Blücher, 2015.

NETTO, J. M. A. de, 1985, “Tanques septicos: conhecimentos atuais”. In: Revista Engenharia Sanitaria, v. 24:2, abr. – jun.

SANESB. **SOLUÇÕES DE LIMPEZA PARA TODAS AS ÁREAS DE ATIVIDADE**. Disponível em: <<http://sanesbservicos.com.br/>> Acesso em: 18/10/2018

SERGIPE. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS – SEMARH. **Legislação Ambiental**. Disponível em: <<http://www.semarh.se.gov.br/modules/tinyd0/index.php?id=14>>. Acessado em: 10 de outubro de 2018.

SILVA, S. A. & MARA, D. D. 1979. **Tratamento biológicos de águas residuárias: lagoas de estabilização**. Rio de Janeiro, ABES. 140p.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos**. Site institucional, 2015. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>> Acesso em: 18/10/2018

TRATA BRASIL. **Principais estatísticas de saneamento básico no Brasil**. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas-no-brasil>> Acesso em: 18/10/2018

TRATA BRASIL. **Saneamento é saúde**. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/>> Acesso em: 14/04/2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Informações básicas sobre esgotamento sanitário**. Disponível em: <<http://www.arq.ufsc.br/index.php?offset=4>> Acesso em: 18/10/2018.

VON SPERLING, M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**, Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais. 1996.

