

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**Lucas da Silva Calderaro**

**SOLUÇÃO PARA ESGOTO SANITÁRIO DE PEQUENOS  
ASSENTAMENTOS RURAIS**

**Taubaté - SP  
2019**

**Lucas da Silva Calderaro**

**SOLUÇÃO PARA ESGOTO SANITÁRIO DE PEQUENOS  
ASSENTAMENTOS RURAIS**

Trabalho de Graduação apresentada  
para obtenção de título de Engenheiro  
Civil pelo Curso de Engenharia Civil do  
departamento de Engenharia  
Civil/Ambiental da Universidade de  
Taubaté.

Área de Concentração: Saneamento  
Básico

Orientador: Prof. Me Fabrício César  
Gomes

**Taubaté – SP  
2019**

**SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

C146s Calderaro, Lucas da Silva  
Solução para esgoto sanitário de pequenos assentamentos rurais /  
Lucas da Silva Calderaro. - 2019.  
49f.: il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento  
Engenharia Civil, 2019.

Orientação: Prof. Me. Fabrício César Gomes, Departamento de  
Engenharia Civil.

1. Esgoto. 2. Tratamento. 3. Tanque séptico. 4. Filtro anaeróbio. 5.  
Sumidouro. I. Título.

CDD 628.3

**LUCAS DA SILVA CALDERARO**  
**SOLUÇÃO PARA ESGOTO SANITÁRIO DE PEQUENOS ASSENTAMENTOS**  
**RURAIS**

Trabalho de Graduação apresentada para  
obtenção de título de Engenheiro Civil pelo  
Curso de Engenharia Civil do departamento  
de Engenharia Civil/Ambiental da  
Universidade de Taubaté  
Área de Concentração: Saneamento Básico

Data: 29/11/2019

Resultado: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Me Fabrício César Gomes

Universidade de Taubaté

Assinatura\_\_\_\_\_

Eng. Bruno Fernando Alves

Assinatura\_\_\_\_\_

Eng. Hemerson M. de Oliveira

Universidade de Taubaté

Assinatura\_\_\_\_\_

## **DEDICATÓRIA**

Primeiramente a Deus por me dar forças para me manter firme em busca do conhecimento. À minha esposa que compreendeu a minha ausência e buscou me dar o suporte necessário em todos os momentos. Minha gratidão também aos meus pais e irmãos, que sempre me incentivaram e entenderam minhas ausências em reuniões familiares.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus professores que contribuíram em toda minha trajetória universitária.

Ao professor orientador Fabricio César Gomes, que me auxiliou e instruiu com seus conhecimentos para que eu realizasse um bom trabalho.

*“Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer”*

*Albert Einstein*

## RESUMO

Atualmente no Brasil, apenas 52,36% da população tem acesso a coleta de esgoto e apenas 46% é tratado, principalmente nas zonas rurais (Instituto Trata Brasil). O descarte desse esgoto *in natura*, causa inúmeros prejuízos ao meio ambiente e a saúde da população. Com alguns dispositivos de engenharia é possível tratar os esgotos nas zonas rurais e minimizar o impacto do lançamento no meio ambiente, estudaremos o funcionamento de algumas dessas obras, utilizadas em conjunto para uma melhor eficiência, como os tanques sépticos, filtros anaeróbios e sumidouros. Com a construção desses dispositivos de acordo com as normas regulamentadoras NBR 7229/93 e 13969/97 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) os esgotos dos locais sem acesso, terão um tratamento com uma redução considerável da matéria orgânica e conseqüentemente uma melhora na qualidade de vida dos que a utilizam, reduzindo assim um problema que assola a saúde das pessoas que vivem em assentamentos que não tem acesso a coleta e tratamento de esgoto.

Palavras-chave: Esgoto; Tratamento; Tanque Séptico; Filtros anaeróbios; Sumidouros

## **ABSTRACT**

Currently in Brazil, only 52.36% of the population has access to sewage collection and only 46% is treated, mainly in rural areas (Intitute Trata Brasil). The disposal of this freshwater sewage causes numerous damages to the environment and the health of the population. With some engineering devices it is possible to treat sewers in rural areas and minimize the impact of the release into the environment, we will study the operation of some of these works, used together for better efficiency, such as septic tanks, anaerobic filters and sinks. With the construction of these devices in accordance with regulatory standards NBR 7229/93 and 13969/97 of the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT), sewage from unaccessed sites will be treated with a considerable reduction in organic matter and consequently an improvement in quality of life of those who use it, thus reducing a problem that plagues the health of people living in settlements that do not have access to sewage collection and treatment.

Keywords: Sewer; Treatment; Septic tank; Anaerobic filters; Sinks

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Processo de Autodepuração (Fonte: biologiaesl, 2013).....	13
Figura 2- Corte Esquemático Tanque Séptico Câmara Única (Fonte: Catálogo de Solução Sustentáveis de Saneamento-Gestão do Efluente Doméstico, Funasa, p.30) .....	15
Figura 3- Corte Esquemático Tanque Séptico Compartimentado (Fonte: Catálogo de Solução Sustentáveis de Saneamento-Gestão do Efluente Doméstico, Funasa, p.31) .....	16
Figura 4- Funcionamento do Tanque Séptico (Fonte: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental).....	17
Figura 5- Corte Esquemático do Filtro Anaeróbio de Fluxo Ascendente (Fonte: Funasa, p. 32) .....	19
Figura 6- Esquema de Escavação para Teste de Absorção, Esgoto Sanitário – (Nuvolari, A – 2003) .....	20
Figura 7- Ábaco para cálculo da taxa de infiltração do solo, Esgoto Sanitário – (Nuvolari, A – 2003) .....	21
Figura 8- Corte esquemático da interligação entre as câmaras dos modelos de tanque séptico (Fonte: NBR 7229/93, p.12) .....	26
Figura 9- Dimensões internas de tanque séptico de câmara única (Fonte: NBR 7229/93, p.11) .....	27
Figura 10- Dispositivos de ventilação e limpeza dos taques sépticos (Fonte: Nuvolari, 2003) .....	29
Figura 11- Corte esquemático dimensões do filtro anaeróbio de fluxo ascendente - NBR 13969/97 .....	31
Figura 12- Tubo de distribuição de afluente no filtro anaeróbio (Fonte: NBR 13969/97) .....	32
Figura 13- Corte esquemático inclinação do fundo do filtro anaeróbio de fluxo ascendente (Fonte: NBR 13969/97) .....	33
Figura 14- Corte esquemático disposição do poço de drenagem (Fonte: NBR 13969/97) .....	33
Figura 15- Corte esquemático filtro anaeróbio de fluxo ascendente – NBR 13969/97 .....	34
Figura 16- Leitura da taxa de absorção do modelo hipotético (Fonte: Próprio autor, baseado NBR 13969/ 97 .....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Eficiência do Tanque Séptico de Câmara Única .....	18
Tabela 2-Eficiência do Tanque Séptico de Câmara Dupla .....	18
Tabela 3-Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante.....	22
Tabela 4-Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária .....	23
Tabela 5-Valores de taxa de acumulação de lodo digerido "K" .....	23
Tabela 6- Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil .....	24
Tabela 7-Recomendações para tanques de câmaras compartimentada .....	25
Tabela 8-Eficiência do filtro anaeróbio .....	35
Tabela 9- Dimensões dos dispositivos .....	42

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
1.1. OBJETIVOS .....	12
1.1.1. OBJETIVO GERAL .....	12
1.1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO .....	12
2. DESENVOLVIMENTO .....	13
2.1. IMPACTOS DO LANÇAMENTO DE ESGOTO IN NATURA .....	13
2.2. TANQUES SÉPTICOS .....	14
2.2.1. TANQUES SÉPTICOS DE CÂMARA ÚNICA .....	15
2.2.2. TANQUES SÉPTICOS DE CÂMARA COMPARTIMENTADA .....	15
2.2.3. PROCESSOS QUE OCORREM NO TANQUE SÉPTICO .....	16
2.2.4. FUNCIONAMENTO DOS TANQUES SÉPTICOS .....	16
2.2.5. EFICIÊNCIA DOS TANQUES SÉPTICOS .....	17
2.3. TRATAMENTO COMPLEMENTAR .....	18
2.4. DESTINO FINAL DOS EFLUENTES .....	19
2.5. DIMENSIONAMENTO DO CONJUNTO DE DISPOSITIVOS .....	21
2.5.1. DIMENSIONAMENTO DO TANQUE SÉPTICO (NBR 7229/93) .....	21
2.5.1.1. CÁLCULO DO VOLUME ÚTIL .....	23
2.5.1.2. MEDIDAS INTERNAS MÍNIMAS .....	24
2.5.1.2.1. RECOMENDAÇÕES PARA TANQUES SÉPTICOS COMPARTIMENTADOS .....	25
2.5.1.3. DISPOSITIVOS DE ENTRADA E SAÍDA .....	26
2.5.1.4. LIMPEZA DO TANQUE SÉPTICO .....	28
2.5.1.4.1. ABERTURAS PARA LIMPEZA E INSPEÇÃO .....	28
2.5.1.4.2. PROCEDIMENTO DE LIMPEZA .....	28
2.5.2. DIMENSIONAMENTO DO FILTRO ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE (NBR 13969/97) .....	29
2.5.2.1. DISTRIBUIÇÃO DO AFLUENTE NO FUNDO DO FILTRO ANAERÓBIO .....	31
2.5.2.2. COLETA DO EFLUENTE NO FUNDO DO FILTRO ANAERÓBIO .....	32
2.5.2.3. DRENAGEM DO FILTRO ANAERÓBIO .....	32
2.5.2.4. EFICIÊNCIA DO FILTRO ANAERÓBIO .....	35
2.5.3. DIMENSIONAMENTO SUMIDOURO (NBR 13969/97) .....	35
2.5.4. MODELO HIPOTÉTICO .....	36
2.5.4.1. FOSSA SÉPTICA .....	36
2.5.4.2. FILTRO ANAERÓBIO .....	37
2.5.4.3. SUMIDOURO .....	37
3. METODOLOGIA .....	38

3.1.	CÁLCULO TANQUE SÉPTICO.....	38
3.2.	CÁLCULO FILTRO ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE .....	39
3.3.	CÁLCULO SUMIDOURO .....	40
4.	DISCUSSÃO .....	44
5.	CONCLUSÃO .....	45
6.	REFERÊNCIAS.....	46

## 1. INTRODUÇÃO

Saneamento é o conjunto de medidas e infraestruturas que tem como objetivo prevenir doenças e levar saúde e qualidade de vida para comunidades, além do aumento de produtividade geral. No Brasil, o saneamento é um direito assegurado pela Lei nº 11.445/07 que determina como conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas.

Segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde), saneamento básico é o gerenciamento ou controle dos fatores físicos que podem exercer efeitos nocivos ao homem, prejudicando seu bem-estar físico, mental e social. Neste trabalho daremos foco ao esgotamento sanitário, que é setor mais precário do saneamento no Brasil.

Esgotos são as águas residuais proveniente de alguns usos em residências para necessidades fisiológicas e em fábricas para produção. Essa água residual é composta por 99,9% de água e 0,1% de matéria orgânica e inorgânica.

As histórias do saneamento têm relatos desde que os homens começaram a assentar cidades. Em 3750 a.C., eram construídas galerias de esgoto em Nipur (Índia). Na Idade Média, não ocorreram muitos avanços nessa área, o que levou a humanidade a diversas epidemias. No século XIX, devido ao crescimento das cidades, observou-se um maior investimento no tratamento de esgotos por grandes nações como Inglaterra, Estados Unidos e Alemanha. Já no Brasil os relatos são da década de 70, apesar de alguns casos isolados anteriores. Em 1933, o engenheiro João Pedro de Jesus Netto, funcionário da Repartição de Águas e Esgotos de São Paulo, fez um estudo que alertava sobre a poluição do Rio Tietê e conseqüentemente infecção aos povos ribeirinhos entre São Paulo e Pirapora numa extensão de 73 km.

Segundo a NBR 9648 (ABNT, 1986), 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”. No Brasil apenas 52,36% da população tem acesso a coleta de esgoto e 46% deste é tratado. A região do país com pior situação é o Norte, onde apenas 10,24% da população tem acesso a essa coleta e 22,58% é tratado. Na zona rural do país 68,7% depositam os dejetos em “fossas rudimentares”, lançam em cursos d’água ou diretamente no solo a céu aberto, segundo PNAD/2014 (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios).

Dentro desta problemática, trataremos formas alternativas de descarte de esgoto para zonas rurais, focando no tratamento coletivo em assentamentos. As infraestruturas que utilizaremos são: fossa séptica, filtro anaeróbio e sumidouro, que contam com uma boa eficiência para tratamento em locais em que as redes de esgoto não chegam. Esses métodos auxiliam no descarte adequado de esgoto tratado no meio ambiente. Para o dimensionamento correto desta construção, embasaremos os cálculos nas recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (NBR 7229/1993– Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos) e NBR 13969/1997 (Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação).

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. OBJETIVO GERAL**

Propor um conjunto de dispositivos de engenharia que sejam capazes de tratar o esgoto, com boa eficiência, antes do lançamento do efluente no meio ambiente.

### **1.1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

Pesquisar dispositivos de engenharia que tenham boa eficiência e um melhor custo benefício de construção e manutenção. Visar a instalação de tais dispositivos nas zonas rurais.

Dimensionar o conjunto de dispositivos para um pequeno assentamento.

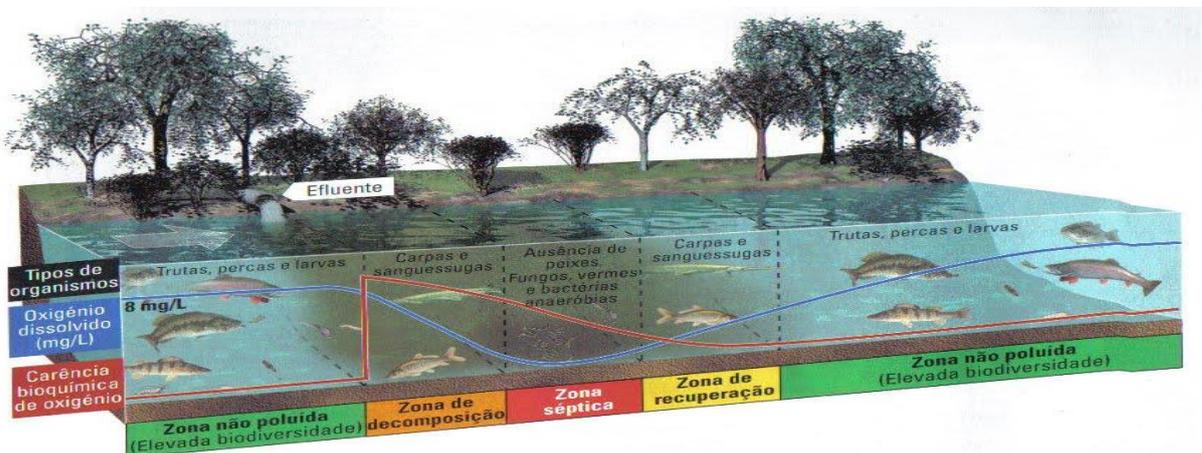
## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. IMPACTOS DO LANÇAMENTO DE ESGOTO IN NATURA

O esgoto lançado num corpo receptor hídrico causa, dependendo da demanda, sérios problemas na vida aquática e também na qualidade de vida do ser humano. Quando lançado em grande quantidade, o esgoto utiliza muito do oxigênio do corpo hídrico para que os microrganismos presentes em sua composição sobrevivam. Segundo Von Sperling (2005), o conceito de poluição é a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos.

Quando a quantidade de esgoto lançado não atinge o limite acontece a autodepuração. Em 1996, Von Sperling definiu a autodepuração como sendo um fenômeno ou processo de sucessão ecológica, em que há o restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, ou seja, a busca pelo estágio inicial encontrado antes do lançamento de efluentes é realizada por mecanismos essencialmente naturais.

Figura 1- Processo de Autodepuração



Fonte: biologiaesl, 2013

Porém, analisando mais detalhadamente, podemos destacar que após a autodepuração gera-se o aumento de nitrogênio e fósforo, o que contribui para formação de algas e desestabiliza a cadeia alimentar. Isso ocorre pois houve, anteriormente, uma decomposição de matéria orgânica

A carga poluidora de esgoto depende da vazão e da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que é a quantidade de oxigênio consumida pelos microrganismos na estabilização da matéria orgânica em decomposição, sob condições aeróbias. A demanda bioquímica de oxigênio serve como parâmetro para verificar a poluição dos corpos d'água, pois quanto maior for a DBO, indicará que há um nível de matéria orgânica mais alto, portanto, o consumo de oxigênio será maior e favorecerá o crescimento de microrganismos aeróbios e conseqüentemente elevar o nível de poluição gerando até mesmo ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), de odor desagradável. Segundo a resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, a demanda bioquímica de oxigênio de 5 dias a 20 °C ( $DBO_{5-20}$ ), deverá ter remoção mínima de 60%, sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico, que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor. De acordo com o decreto estadual paulista 8468/76, o limite padrão de lançamento da  $DBO_{5-20}$  deverá ser menor que 60 mg/L.

## **2.2. TANQUES SÉPTICOS**

Os tanques sépticos fazem parte dos tratamentos alternativos para locais que não têm acesso a redes de esgoto e que produzem uma pequena demanda de efluentes. Este consiste em um tanque fechado e impermeável que é colocado abaixo da superfície e destinado a fazer o tratamento primário do efluentes. Dentro do tanque séptico acontecem reações químicas e físicas que beneficiam a degradação da matéria orgânica, por meio de microrganismos anaeróbios. É criado um ambiente propício para o desenvolvimento dos microrganismos consumidores de matéria orgânica.

Na NBR 7229/1993 consta que Tanque séptico consiste em uma unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processo de sedimentação, flotação e digestão.

Segundo Andrade Neto, o tanque séptico ou decanto-digestor foi inventado em 1872, na França, por Jean Louis Mouras, que idealizou um tanque para reter a matéria sólida dos esgotos da cozinha de sua residência, antes de lançá-lo ao sumidouro.

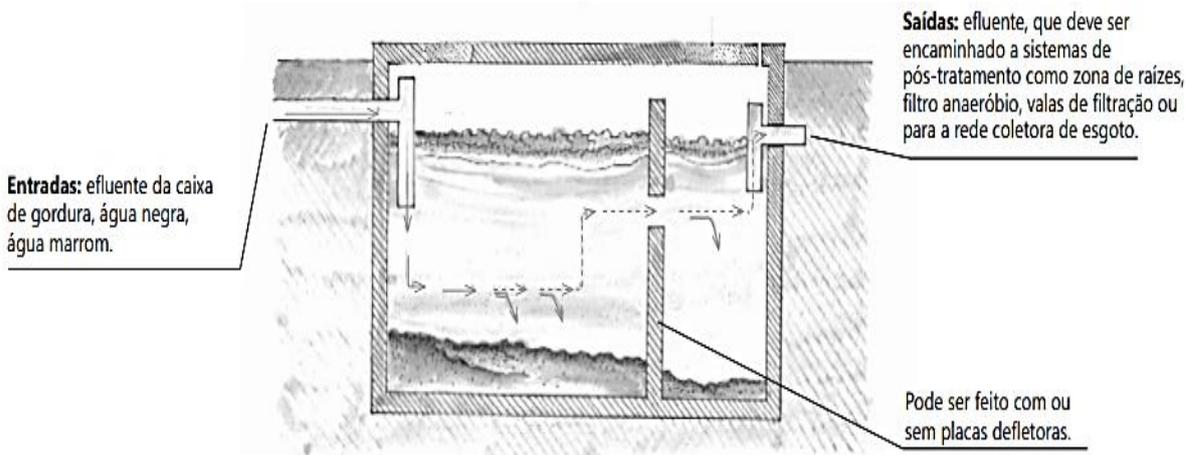
Após doze anos de funcionamento, Louis Mouras percebeu que o volume de sólidos acumulados era muito menor do que ele havia imaginado. Mouras nomeou o sistema como “Eliminador Automático de Excrementos” no ano de 1881.

Apenas em 1896, o Engenheiro Donald Cameron patenteou o sistema engenhoso como "tanque séptico". O inglês foi mais longe e começou a aplicar o sistema não somente em residências, mas também em aglomerados de residências e pequenas cidades. (Azevedo Netto, 1988)

### 2.2.1. TANQUES SÉPTICOS DE CÂMARA ÚNICA

Consiste em uma única câmara feita de concreto, alvenaria ou outros materiais, podendo contar ou não placa defletora, dispositivo que conduz os efluentes. Na parte superior da câmara, acontece o processo de sedimentação, flotação e digestão enquanto que na inferior, depositam-se os sólidos, formando o lodo sedimentado (Figura 2).

Figura 2- Corte Esquemático Tanque Séptico Câmara Única



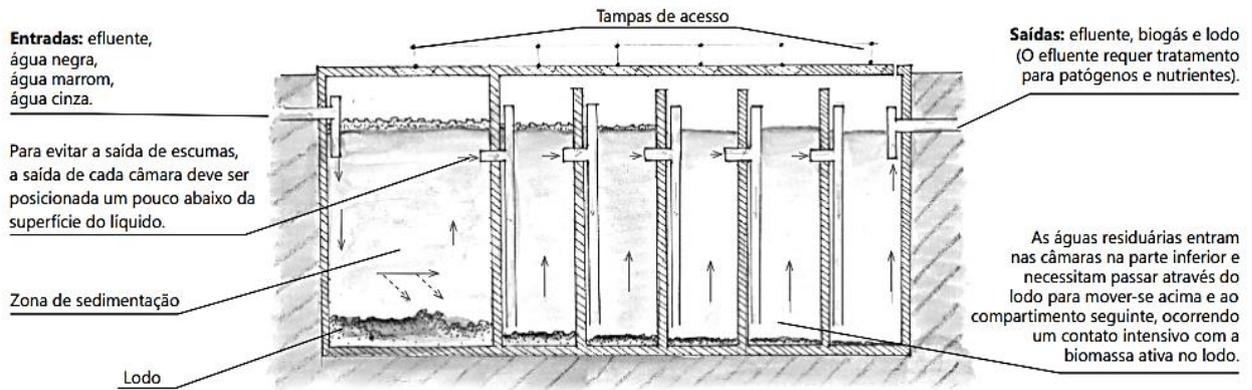
Fonte: Catálogo de Solução Sustentáveis de Saneamento, 2018

### 2.2.2. TANQUES SÉPTICOS DE CÂMARA COMPARTIMENTADA

Consiste em um tanque melhorado, pois o esgoto passa por várias câmaras e a maior parte dos sólidos fica retida na primeira delas, além de que, no processo de digestão anaeróbia, que consiste na decomposição de matéria orgânica por bactérias

com a ausência de oxigênio, gera-se o biogás que podem ser utilizados, por exemplo, como gás de cozinha (Figura 3).

Figura 3- Corte Esquemático Tanque Séptico Compartimentado



Fonte: Catálogo de Solução Sustentáveis de Saneamento, 2018

### 2.2.3. PROCESSOS QUE OCORREM NO TANQUE SÉPTICO

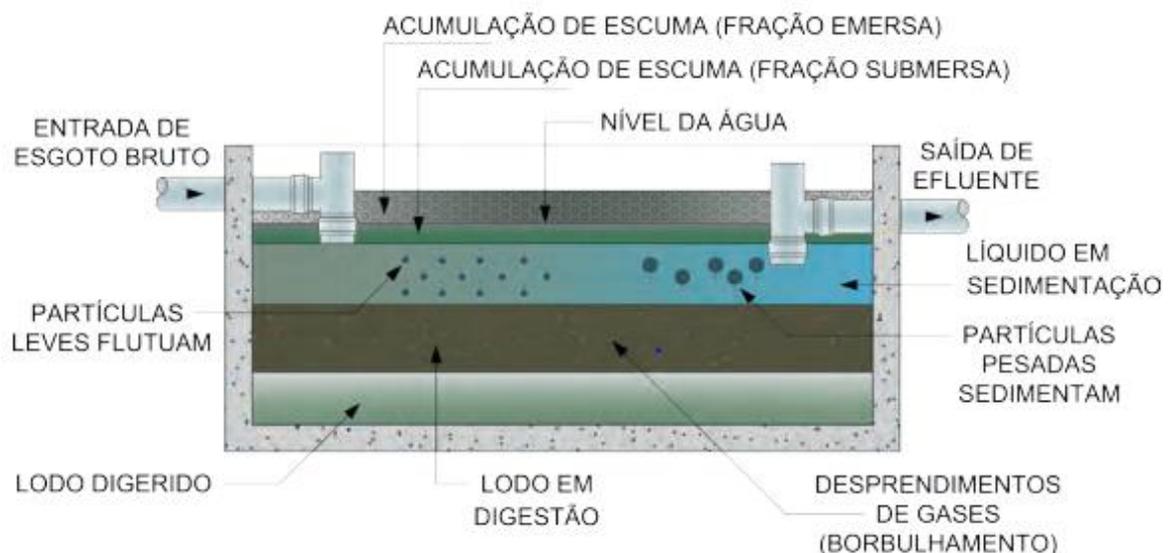
Na sedimentação, os sólidos que são mais densos descem e se depositam no fundo do tanque, é um processo de separação das fases de uma mistura heterogênea. Enquanto que na flotação, os materiais mais leves que a água, flutuam e formam a espuma. Segundo Andrade Neto Et Al. (1999): “A camada de espuma formada pode ter espessura de 20 a 25 cm, e é constituída por gorduras e produtos orgânicos biodegradáveis, preponderantemente”. Já no processo de digestão anaeróbia, há degradação da matéria orgânica, presente principalmente no lodo, e também na espuma, por meio de microrganismos anaeróbios. Esse processo provoca a redução do volume, pois transforma boa parte dos sólidos em líquido e gases.

### 2.2.4. FUNCIONAMENTO DOS TANQUES SÉPTICOS

A água servida (esgoto) entra no tanque, os sólidos são conduzidos para o fundo por meio de uma placa defletora, ou não, formando um lodo sedimentado. Na parte superior acumula-se as gorduras, substâncias graxas e gases oriundos da decomposição anaeróbia, que ocorre também com o lodo sedimentado. Para evitar o

acúmulo de gordura, recomenda-se a instalação de uma caixa de gordura antes do tanque séptico. É liberado na decomposição o biogás, constituído principalmente de gás metano ( $\text{CH}_4$ ) e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), que são gases combustíveis. Para ocorrer o processo de degradação da matéria orgânica, o esgoto deve ficar um certo tempo dentro do tanque, dependendo do volume a se tratar. Segundo Ariovaldo Nuvolari et al. (2003), o líquido efluente que resta do processo, ainda têm alta taxa de contaminação por coliformes fecais e é dotado de uma DBO solúvel relativamente alta, sendo necessário uma boa análise da sua disposição final (Figura 4).

Figura 4- Funcionamento do Tanque Séptico



Fonte: Manual de saneamento – Funasa, 2015

### 2.2.5. EFICIÊNCIA DOS TANQUES SÉPTICOS

O sistema de fossas sépticas deve preservar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, mediante estrita observância das prescrições da NBR 7229/1993, descritas nas Tabelas 1 e 2, que indicam a eficiência de remoção de acordo com o DBO em caso de câmara única e câmara dupla, respectivamente.

Tabela 1- Eficiência do Tanque Séptico de Câmara Única

<b>Parâmetros</b>	<b>Eficiência de remoção</b>
DBO (Demanda Bioquímica de oxigênio)	40 a 60%
DQO (Demanda Química de oxigênio)	30 a 60%
SS (Sólidos Sedimentáveis)	50 a 70%
OG (Óleos e Graxas)	70 a 90%

Fonte: Nuvolari 2003

Tabela 2-Eficiência do Tanque Séptico de Câmara Dupla

<b>Parâmetros</b>	<b>Eficiência de remoção</b>
DBO (Demanda Bioquímica de oxigênio)	62%
DQO (Demanda Química de oxigênio)	57%
SS (Sólidos Sedimentáveis)	56%
CT (Coliformes Totais)	55%

Fonte: Nuvolari 2003

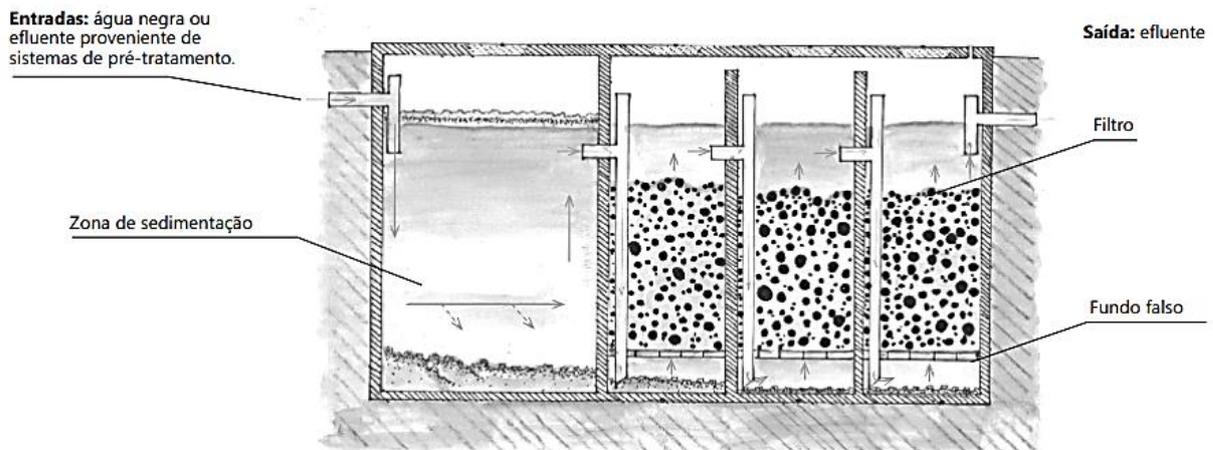
### 2.3. TRATAMENTO COMPLEMENTAR

Para tratamento complementar, estudaremos o filtro anaeróbio de fluxo ascendente. Estes filtros consistem, basicamente, em tanques contendo leito de pedras ou outro material inerte, que serve de suporte para aderência e desenvolvimento de microrganismos. Podem ser utilizados como a principal unidade de tratamento, mas são mais adequados para pós-tratamento (Ávila, 2005).

O material inerte, geralmente pedra britada Nº 4, anéis de plástico ou bambu cortados, forma um meio suporte onde se dispõe os microrganismos que formam uma película de biomassa aderida. Gera-se assim, um lodo ativo de leito fixo, por onde passa de forma ascendente, o efluente proveniente dos tanques sépticos ou vindo diretamente de residências e indústrias, desta forma sendo depurado. Segundo a NBR 13969/97, o filtro anaeróbio consiste em um reator biológico onde o esgoto é

depurado por meio de microrganismos anaeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator, quanto na superfície do meio filtrante (Figura 4).

Figura 5- Corte Esquemático do Filtro Anaeróbio de Fluxo Ascendente



Fonte: Catálogo de Soluções Sustentáveis de Saneamento, 2018

## 2.4. DESTINO FINAL DOS EFLUENTES

Para o destino final, utilizaremos como dispositivo o sumidouro, que recebe o efluente tratado no filtro anaeróbio e destina o mesmo para infiltração no solo. Para utilizar-se do sumidouro, a taxa de infiltração do solo deverá ser igual a 40 L/d/m<sup>2</sup>. Segundo Nuvolari (apud Batalha, 1986), os solos que possuem essa taxa de infiltração são as argilas arenosas e/ou siltosas, variando nas cores amarela, vermelha ou marrom.

O material para construção do sumidouro pode ser alvenaria, pedra ou concreto, no fundo utiliza-se pedra britada, normalmente Nº 4 (aproximadamente 4,8mm), numa camada de 50 cm. As laterais devem conter furos e também ser preenchidas externamente com pedra britada Nº4. Deve-se ter uma abertura de inspeção.

Ainda de acordo com Nuvolari (apud Batalha, 1986), a distância mínima entre os sumidouros e os poços de água de abastecimento deve ser de 20 metros, e o fundo

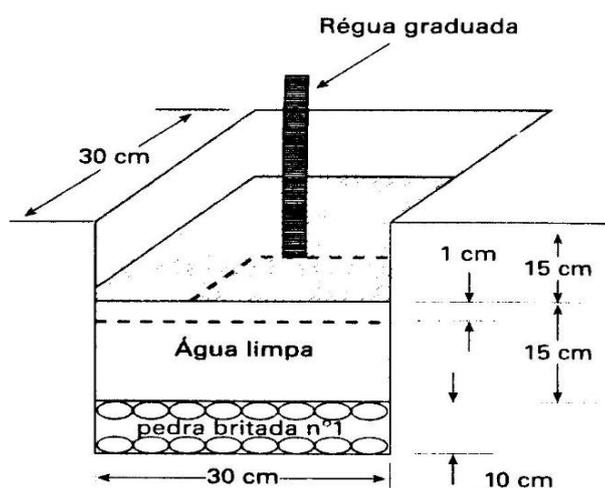
do sumidouro deve estar no mínimo 3 metros acima do lençol freático. Dependendo do solo essa distância deverá ser ainda maior.

Para construção do sumidouro como destino final, devemos levar em conta algumas considerações como:

- Taxa de absorção do Solo (TAS);
- Profundidade do lençol freático;

Para determinar a taxa de absorção do solo, a NBR 13969/97 prescreve o método seguinte (Figura 6):

Figura 6- Esquema de Escavação para Teste de Absorção, Esgoto Sanitário

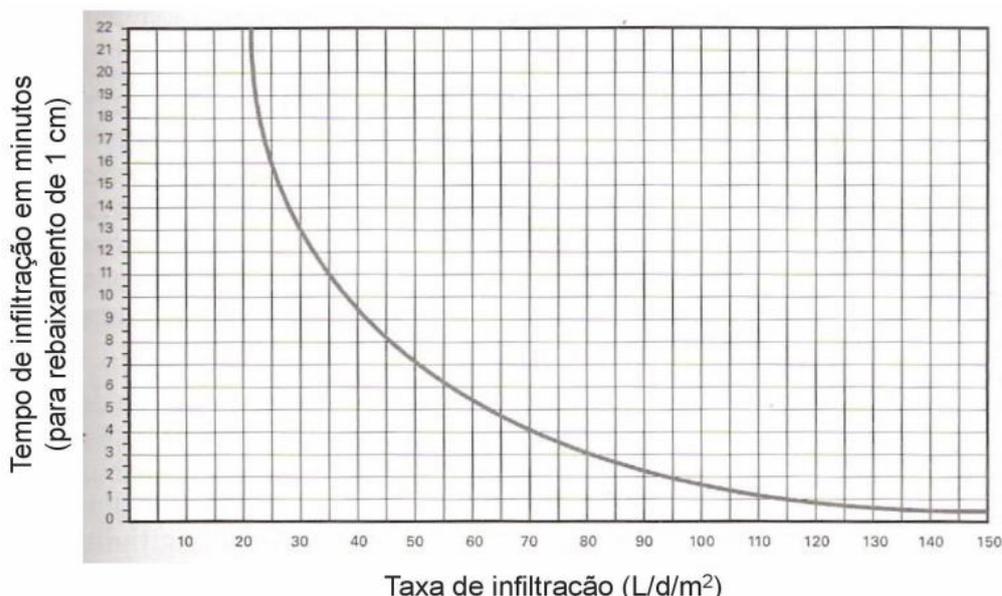


Fonte: Nuvolari, 2003

- Escavar o solo com dimensão de 30 cm de lado e 40 cm de profundidade;
- Preencher o fundo com 10 cm de pedra britada miúda;
- Encher de água até o nível de 15 cm;
- Cronometrar o tempo consumido para que se infiltre 1 cm de água, medindo com régua graduada;
- Repetir o teste 5 vezes e adotar o menor valor medido;

- Utilizar o ábaco para determinar a taxa de infiltração (Figura 7);

Figura 7- Ábaco para cálculo da taxa de infiltração do solo, Esgoto Sanitário



Fonte: Nuvolari, 2003

## 2.5. DIMENSIONAMENTO DO CONJUNTO DE DISPOSITIVOS

Para o dimensionamento, seguiremos orientações das normas NBR 7229/93 e NBR 13969/97.

### 2.5.1. DIMENSIONAMENTO DO TANQUE SÉPTICO (NBR 7229/93)

Para distâncias horizontais, os tanques sépticos devem ficar a 1,50 metros de construções, limite do terreno, sumidouros e ramal predial de água, a 3 metros de árvores e qualquer ponto da rede pública de abastecimento de água e a 15 metros de poços freáticos e corpos de água de qualquer natureza. Deverá ficar em local de fácil acesso para limpeza e conexão em uma futura rede coletora de esgoto.

Os materiais utilizados devem ter resistência mecânica e resistência ao ataque químico de substâncias provenientes do esgoto e do processo de tratamento.

Para contribuições de despejo, deve-se levar em conta o número de pessoas a serem atendidas e 80% do consumo local de água. Na falta de uma destas informações, utilizar dados para contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) que consiste no lodo em início de digestão, por tipo de prédio e de ocupante (Tabela 3).

Tabela 3-Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante

Prédio	Unidade	Contribuição de Esgoto (C) e Lodo Fresco (Lf)	
1. Ocupantes permanente			
*residência			
Padrão alto	Pessoa	160	1
Padrão médio	Pessoa	130	1
Padrão baixo	Pessoa	100	1
*Hotel (exceto cozinha e lavanderia)	Pessoa	100	1
*Alojamento provisório	Pessoa	80	1
2. Ocupantes temporários			
*Fábrica em geral	Pessoa	70	0,3
*Escritório	Pessoa	50	0,2
*Edifícios públicos ou comerciais	Pessoa	50	0,2
*Escolas (externatos) e locais de longa permanência	Pessoa	50	0,2
*Bares	Pessoa	6	0,1
*Restaurante e similares	Refeição	25	0,1
*Cinema, tetos e locais de curta permanência	Lugar Bacia	2	0,02
*Sanitários públicos <sup>(A)</sup>	Sanitária	480	4

<sup>(A)</sup> Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio esportivo, etc.)

Fonte: NBR 7229, 1993

Os despejos devem permanecer por um período mínimo nos tanques e o mesmo devem ser projetados para isso (Tabela 4).

Tabela 4-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: NBR 7229, 1993

Devemos levar em conta a contribuição da acumulação do lodo digerido em dias (K) por faixa de temperaturas ambientes (t) do mês mais frio (Tabela 5).

Tabela 5-Valores de taxa de acumulação de lodo digerido "K"

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

### 2.5.1.1. CÁLCULO DO VOLUME ÚTIL

Para o cálculo, utilizaremos a seguinte fórmula adotada na NBR 7229/93, que é a somatória dos volumes de sedimentação, digestão e de armazenamento de lodo.

$$V = 1000 + N(C.T + K.Lf)$$

Onde:

V - Volume útil em litros;

N- Número de pessoas ou unidades de contribuição;

C- Contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (ver Tabela 3);

T - Período de detenção, em dias (ver Tabela 4);

k - taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (ver Tabela 5);

Lf - contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (ver Tabela 3).

A geometria dos tanques pode ser de duas formas: cilíndricos, para os casos onde necessitam de uma área útil menor, porém com a profundidade maior, e prismáticos, para área útil maior e profundidade menor (NBR 7229/93).

### 2.5.1.2. MEDIDAS INTERNAS MÍNIMAS

De acordo com a NBR 7229/93, as medidas mínimas do tanque devem seguir o disposto abaixo:

1. Profundidade útil: varia entre os valores mínimos e máximos recomendados de acordo com o volume obtido com a fórmula mencionada acima (Tabela 6);

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

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

Fonte: NBR 7229, 1993

2. Diâmetro interno mínimo: 1,10 metros;
3. Largura interna mínima: 0,80 metros;

4. Relação comprimento/largura (para tanques prismáticos): mínimo 2:1 e máximo 4:1;

#### 2.5.1.2.1. RECOMENDAÇÕES PARA TANQUES SÉPTICOS COMPARTIMENTADOS

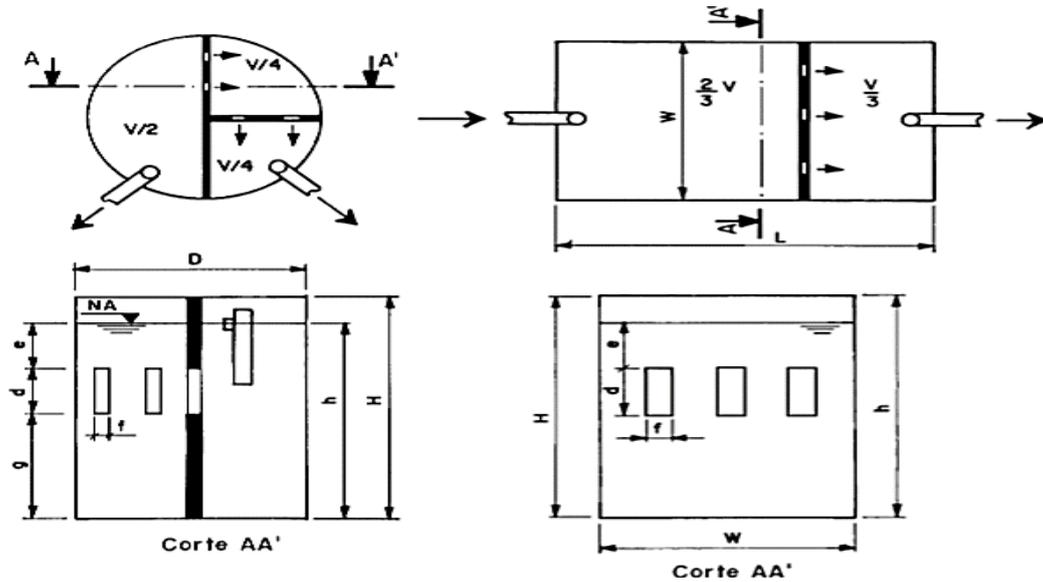
Os tanques sépticos compartimentados devem seguir as recomendações citadas na Tabela 7 e demonstradas na Figura 8.

Tabela 7-Recomendações para tanques de câmaras compartimentada

<b>Geometria</b>	<b>Nº de Câmaras</b>	<b>Proporção entre câmaras</b>	<b>Intercomunicação entre câmaras</b>
Prisma Retangular	3 em série	2:1 em volume da entrada para saída	Aberturas de 5% da área útil da seção vertical, distância vertical mínima da geratriz superior de 0,30 m, distância vertical inferior de metade da altura útil do tanque e menor dimensão das aberturas de 3 cm. (Figura 7)
Cilíndrico	2 em série	2:1 em volume da entrada para saída	Aberturas de 5% da área útil da seção vertical, distância vertical mínima da geratriz superior de 0,30 m, distância vertical inferior de metade da altura útil do tanque e menor dimensão das aberturas de 3 cm. (Figura 7)

Fonte: NBR 7229, 1993

Figura 8- Corte esquemático da interligação entre as câmaras dos modelos de tanque séptico)

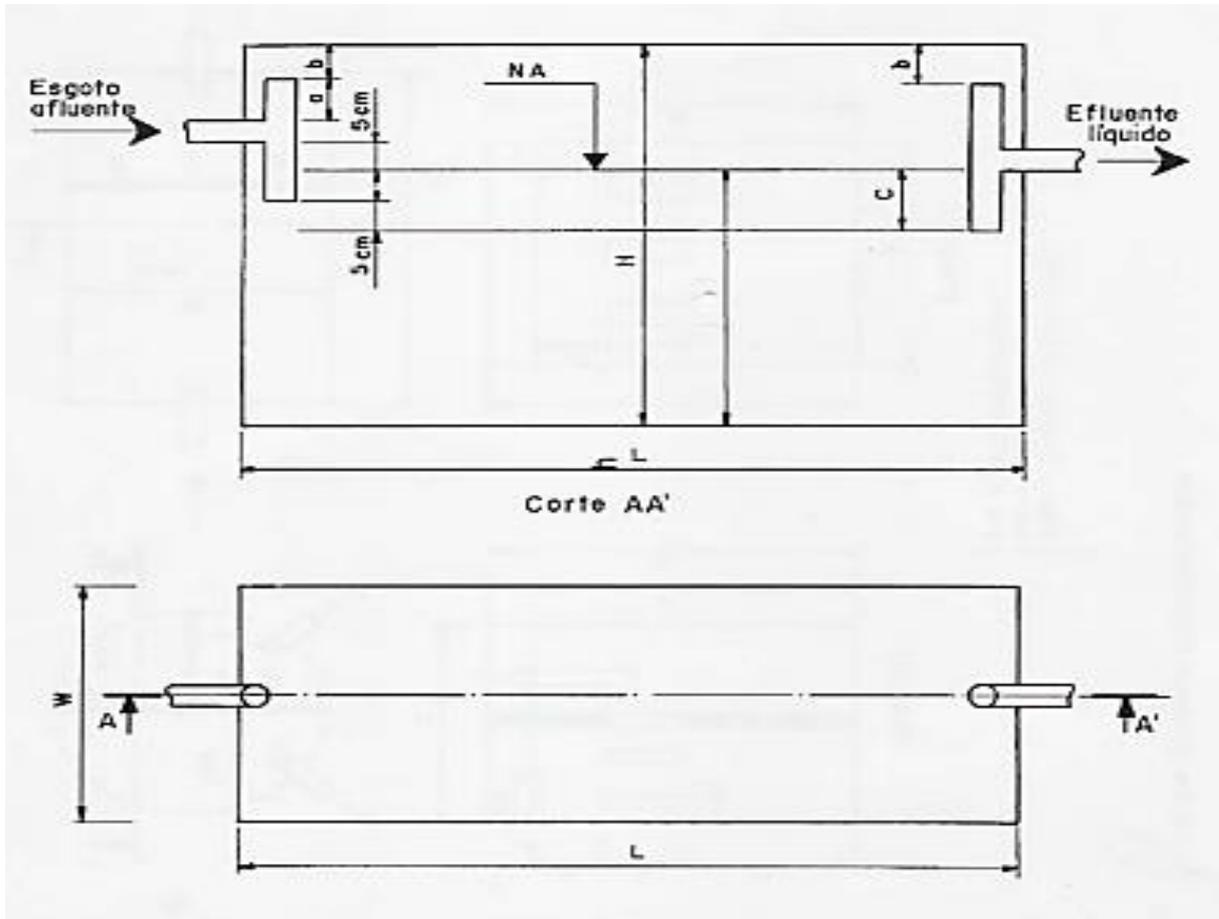


Fonte: NBR 7229, 1993

### 2.5.1.3. DISPOSITIVOS DE ENTRADA E SAÍDA

Conforme consta na NBR 7229/93, existem alguns detalhes para dimensionamento dos dispositivos de entrada e saída de efluentes (Figura 9).

Figura 9- Dimensões internas de tanque séptico de câmara única



Fonte: NBR 7229, 1993

Legenda:

$a \geq 5 \text{ cm}$

$b \geq 5 \text{ cm}$

$c = 1/3 h$

$h$  = 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

#### **2.5.1.4. LIMPEZA DO TANQUE SÉPTICO**

Para limpeza dos tanques sépticos, existem algumas recomendações, listadas na NBR 7229/93, que deve se levar em conta:

##### **2.5.1.4.1. ABERTURAS PARA LIMPEZA E INSPEÇÃO**

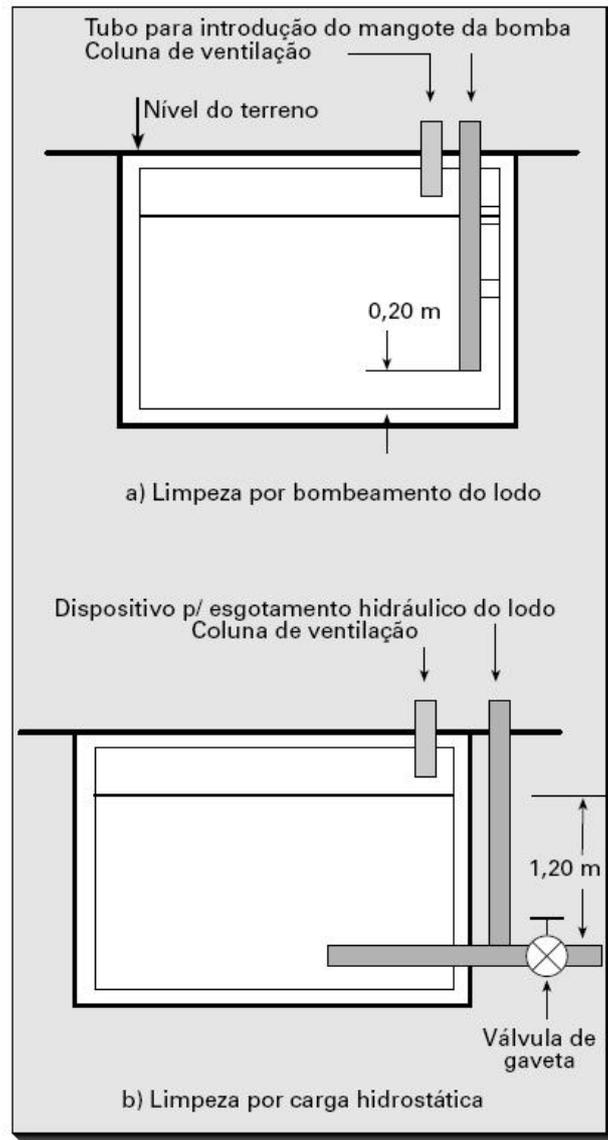
- A. Todo tanque deve ter pelo menos uma abertura, com a menor dimensão igual ou superior a 0,6 m e que permita acesso direto ao dispositivo de entrada do tanque;
- B. Abertura com dimensão máxima horizontal de 1,50 m, caso seja necessário maior, colocar mais aberturas;
- C. As demais aberturas devem seguir a dimensão mínima de 20 cm;
- D. Os tanques com lajes removíveis não precisam de abertura, desde que a laje removível tenha área igual ou superior a 0,50 m<sup>2</sup>;
- E. Os tanques prismáticos de câmara múltipla devem ter pelo menos uma abertura por câmara;
- F. Os tanques cilíndricos podem ter uma única abertura, independentemente do número de câmaras, desde que seja observado o raio de abrangência disposto no item 2 e que a distância entre o nível do líquido e a face inferior do tampão de fechamento seja igual ou superior a 50 cm.

##### **2.5.1.4.2. PROCEDIMENTO DE LIMPEZA**

A limpeza deve ser feita no período estipulado em projeto, podendo ser encurtado em casos de alteração nas vazões efetivas de trabalho em relação às estimadas. Deve-se manter 10% do lodo dentro do tanque. Para qualquer serviço que seja feito no interior do tanque, aguardar o tempo mínimo de 5 minutos com a tampa aberta para remoção de gases tóxicos ou explosivos. Os tampões não devem ser obstruídos, pois necessitam ser removidos sempre que for realizar a limpeza.

A limpeza pode ser feita de duas formas e sempre por profissionais qualificados (Figura 10).

Figura 10- Dispositivos de ventilação e limpeza dos taques sépticos



Fonte: Nuvolari, 2003

### 2.5.2. DIMENSIONAMENTO DO FILTRO ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE (NBR 13969/97)

Volume útil do filtro anaeróbio é obtido pela seguinte equação, demonstrada na NBR 13969/97:

$$Vu = 1,6 NCT$$

Onde:

N – É o número de contribuintes;

C- é a contribuição de despejos, em litros x habitantes/ dia (ver tabela 3);

T- é o tempo de detenção hidráulica, em dias (ver tabela 4);

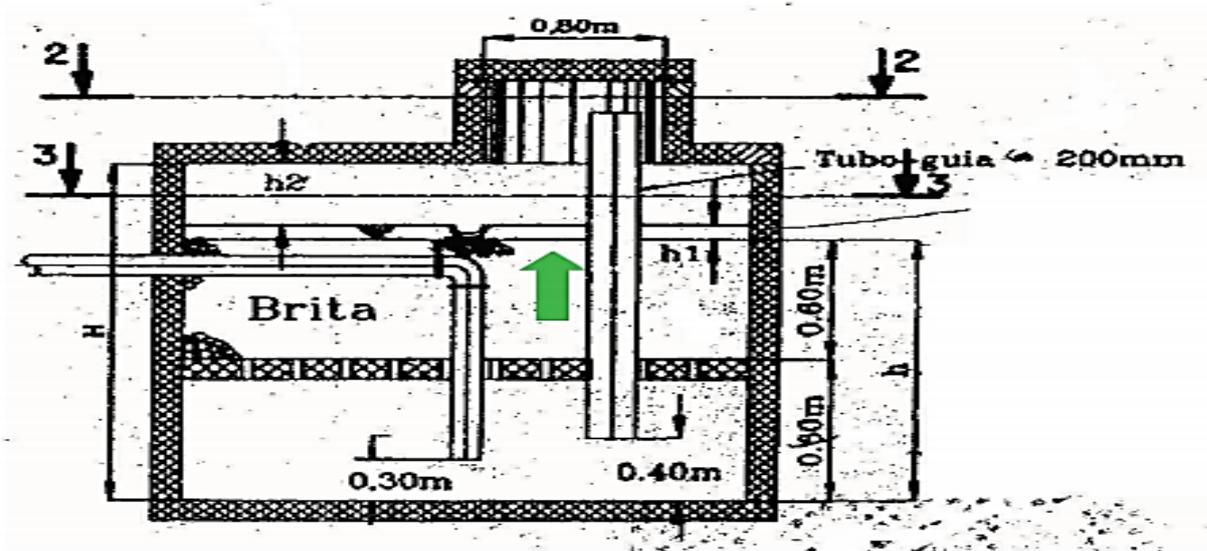
O volume útil mínimo é de 1000 litros. A altura da câmara é composta pelas seguintes partes (Figura 11):

- Altura total do leito, contando com o fundo falso, limitado em 1,20 m e o fundo falso com 0,60 (h);
- Altura da calha coletora (h1);
- Altura do vão livre acima da calha (h2);

Portanto:

$$H = h + h1 + h2$$

Figura 11- Corte esquemático dimensões do filtro anaeróbio de fluxo ascendente

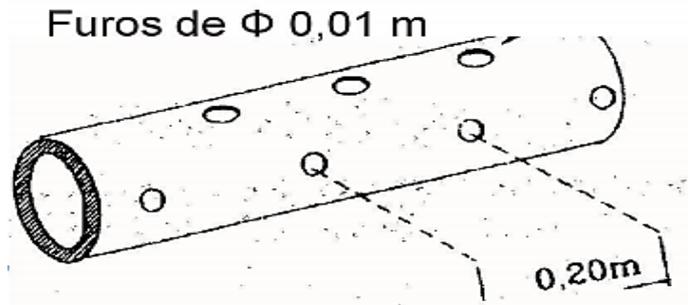


Fonte: NBR 13969/97

### 2.5.2.1. DISTRIBUIÇÃO DO AFLUENTE NO FUNDO DO FILTRO ANAERÓBIO

A distribuição pode ser feita por tubos verticais com abertura perpendicular ao fundo plano e distante em 0,30 m do mesmo, cada bocal abrange uma área inferior a 3 m<sup>2</sup> do fundo. Também é possível distribuir os afluentes, por meio de tubos horizontais perfurados dispostos no fundo inclinado do filtro. Os furos dos tubos devem ter diâmetro de 1,0 cm, com variação de 5%. (Figura 12)

Figura 12- Tubo de distribuição de afluente no filtro anaeróbio



Fonte: NBR 13969/97

### 2.5.2.2. COLETA DO EFLUENTE NO FUNDO DO FILTRO ANAERÓBIO

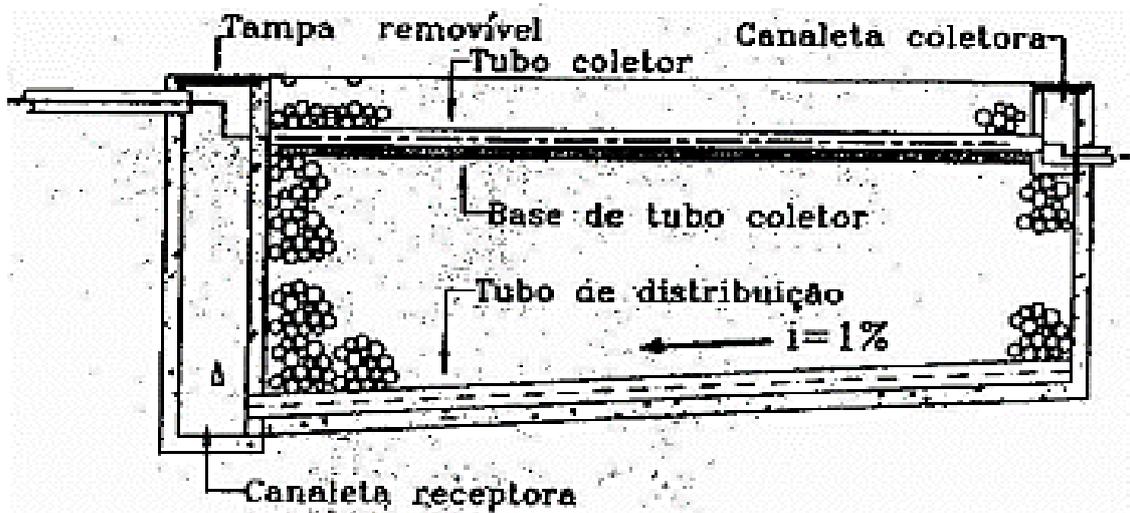
A coleta pode ser feita por canaleta ou tubulação perfurada. Nos filtros retangulares, as canaletas ou tubos são quantificadas uma para cada bocal de distribuição, sendo disposto no maior lado do retângulo. Para a distribuição por tubos perfurados, as canaletas ou tubos devem ser colocados paralelamente ao de distribuição.

Os vertedores, que são uma abertura geralmente retangulares ou triangulares, devem ser dispostos nas canaletas horizontalmente para coletar uniformemente o efluente.

### 2.5.2.3. DRENAGEM DO FILTRO ANAERÓBIO

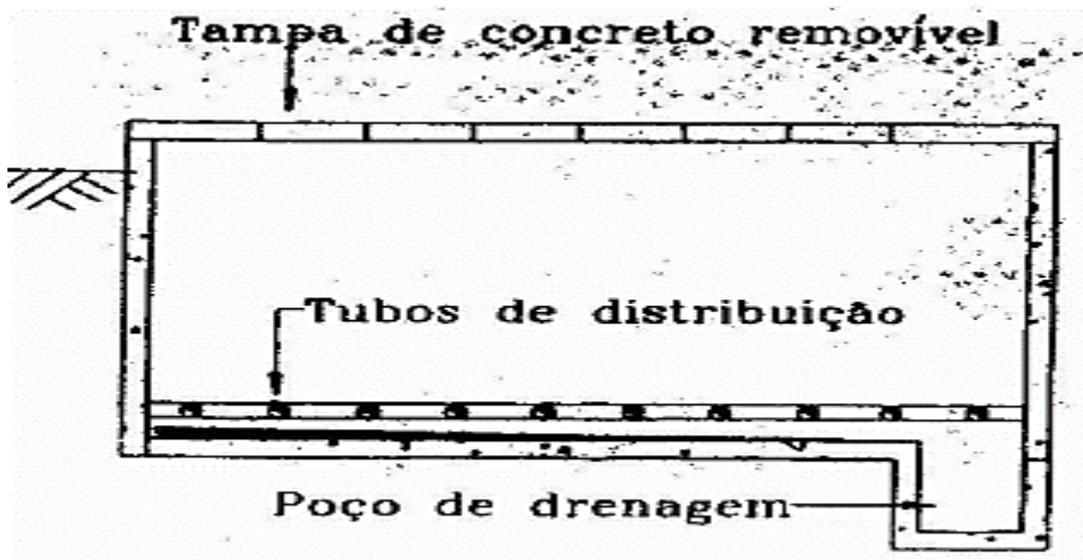
Para os casos de distribuição por tubos verticais e com fundo falso, a drenagem é feita por meio de um tubo guia de diâmetro 150 mm em PVC para cada 3 m<sup>2</sup> de fundo, para os casos de distribuição por tubos perfurados, o mesmo deve ter inclinação de 1% em direção a um poço de drenagem. (Figura 13 e 14)

Figura 13- Corte esquemático inclinação do fundo do filtro anaeróbio de fluxo ascendente



Fonte: NBR 13969, 1997

Figura 14- Corte esquemático disposição do poço de drenagem



Fonte: NBR 13969, 1997

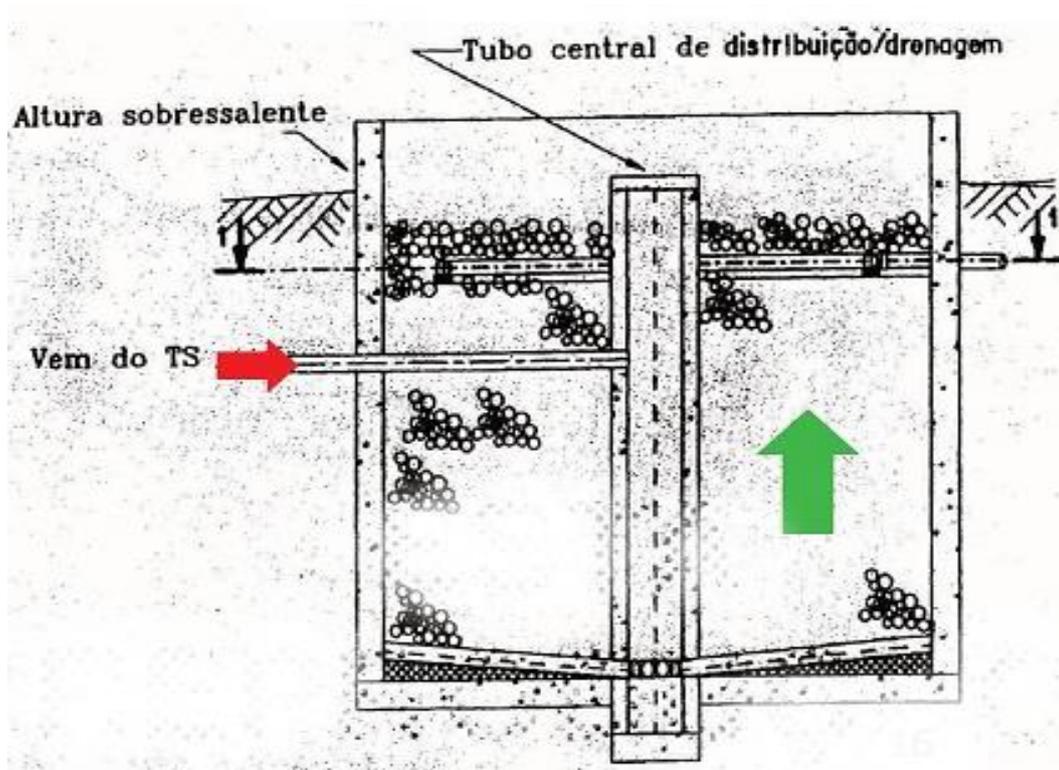
Os furos do fundo falso devem ser de 2,5 cm e a área total dos furos deve corresponder a no mínimo 5% da área do fundo falso.

O meio filtrante pode ser feito com pedras, geralmente brita nº 4 e nº 5 ou peças de plásticas, as pedras não devem ser misturadas com vários diâmetros na mesma camada.

A cobertura do filtro anaeróbio pode ser feita com laje de concreto, com a tampa de inspeção localizada em cima do tubo-guia para drenagem. Também pode ser feita por uma camada de brita, quando se tem tubos perfurados para coleta de efluentes, em locais que não há acesso de pessoas e carros, por exemplo. É importante fazer uma parede sobressalente ao solo para impedir entrada de águas superficiais.

A limpeza do filtro anaeróbio pode ser feita por bomba de recalque, sendo introduzido um mangote pelo tubo guia ou no caso de distribuição por tubo perfurado, introduz-se a mangueira pelo poço de sucção presente na caixa de entrada. (Figura 15)

Figura 15- Corte esquemático filtro anaeróbio de fluxo ascendente



### 2.5.2.4. EFICIÊNCIA DO FILTRO ANAERÓBIO

Tabela 8-Eficiência do filtro anaeróbio

Parâmetro	Remoção (%)
DBO 5-20	40 -75
DQO	40-70
SNF	60-90
Sólidos sedimentáveis	70 ou mais

Fonte: NaturalTec, 2019

### 2.5.3. DIMENSIONAMENTO SUMIDOURO (NBR 13969/97)

Utilizados para disposição final dos efluentes, é favorável somente onde o aquífero tem profundidade mínima de 1,50 m, exceto para areias.

O dimensionamento do sumidouro leva em conta duas coisas, uma delas é a vazão do sumidouro (Q) e a outra é a taxa de absorção do solo (TAS).

A área de infiltração do sumidouro é a somatória da área lateral com a área do fundo. A taxa de absorção é obtida por meio do teste citado, e para solos com argila arenosa ou siltosa, espera-se que esta taxa fique em torno de 40 L/dia.m<sup>2</sup>. A relação a seguir demonstra o dimensionamento do sumidouro.

$$A = \frac{Q}{TAS}$$

- Sumidouro Cilíndrico

$$A = \frac{\pi D^2}{4} + \pi DH$$

D - Diâmetro interno do sumidouro (Mínimo 0,30 m)

H- Altura do sumidouro

Sumidouro Prismático

$$AU = H \times 2(\text{paredes}) + w(\text{largura})$$

$$A/AU = L$$

A camada de brita para o fundo e laterais que é adotada para sumidouros é de no mínimo 50 cm.

Para solos arenosos, onde a taxa de absorção é maior que 60 L/m<sup>2</sup>.dia ou a taxa de percolação é menor que 500 min/m, existem algumas soluções, como segue:

- Colocar uma camada de solo com taxa de percolação maior que 500 min/m envolvendo o sumidouro. A espessura da camada deve ser maior que 0,30 metros e não deve sofrer compactação mecânica durante o enchimento do poço;
- Deixar uma distância maior que 1,50 m entre o sumidouro e o aquífero;

#### 2.5.4. MODELO HIPOTÉTICO

Dimensionaremos o conjunto para um assentamento rural de 10 casas adotando que cada casa conta com 3 moradores. A limpeza do sistema será feita uma vez ao ano. Adotaremos a temperatura, no mês mais frio, entre 10°C E 20°C.

##### 2.5.4.1. FOSSA SÉPTICA

Cálculos utilizando fórmulas e tabelas da NBR 7229/93.

- Volume de 6,19 m<sup>3</sup>;
- Profundidade mínima entre 1,50 m e 2,50 m (Tabela 4);
- Adotando largura de 1,25 m (Mínima 0,80 m);
- Comprimento de 2,50 m, relação 2:1 (Largura);

#### 2.5.4.2. FILTRO ANAERÓBIO

Cálculos utilizando fórmulas e tabelas da NBR 13969/97.

- Volume de 5,18 m<sup>3</sup>;
- Altura fixa de 1,20 m;
- Área: 4,32 m<sup>2</sup>;
- Dimensões filtro prismático: 2,10 x 2,10 m;
- Diâmetro filtro cilíndrico: 2,50 m (Medida comercial);

#### 2.5.4.3. SUMIDOURO

Cálculos utilizando fórmulas e tabelas da NBR 13969/97.

Para ter a taxa de absorção do solo (TAS), adotaremos rebaixamento de 1 cm de água em um tempo de 7 minutos. Consultando o ábaco, tem-se a taxa de 50 l/m<sup>2</sup>.dia.

- Com volume de contribuição de 3900 litros por dia, tem-se uma área de 78 m<sup>2</sup>;
- Adotando profundidade de 2,00 metros (Mínimo 1,50 m);
- Adotando diâmetro de 1,00 metro (Mínimo 0,30 m);
- Utilizando uma camada de brita de 0,50 metros nas laterais e no fundo;
- No caso de sumidouro cilíndrico, calculando a área útil, tem-se o valor de 18,84 m<sup>2</sup>, conclui-se que com esta área, são necessários cinco sumidouros nas dimensões propostas;
- No caso de sumidouro prismático, a área útil é igual a 7,00 m<sup>2</sup>/metro linear, sendo assim, deverá ter um comprimento de 11,14 metros;

### 3. MÉTODODOLOGIA

Para os cálculos utilizamos as fórmulas, parâmetros e recomendações das normas NBR 7229/93 e 13969/97.

Segue modelo de cálculo para cada item do conjunto de tratamento de efluente

#### 3.1. CÁLCULO TANQUE SÉPTICO

Para o cálculo do volume utilizamos a fórmula a seguir:

$$V = 1000 + N(C.T + K.Lf)$$

Consultando os valores equivalentes nas tabelas:

- C e Lf - Contribuição diária de esgoto e lodo fresco Tabela 3, para o assentamento em questão são 30 pessoas com residência de médio padrão sendo o valor de (C), por pessoa, de 130 l/dia e o (Lf) de 1(adimensional). Volume de contribuição de 3900 l/dia;
- T - Tempo de detenção do esgoto dentro do tanque Tabela 4 para o volume de 3900 l/dia o tempo de detenção é de 0,83 dias ou 20 horas;
- K - Taxa de acumulação de lodo em dias, levando em conta o intervalo de limpeza, em anos, e a temperatura do mês mais frio. Utilizamos o intervalo de limpeza de 1 ano e a temperatura do mês mais frio entre 10 C° e 20 C°. Sendo assim a taxa de acumulação de lodo é 65 dias;
- N - Número de pessoas ou unidades de contribuição, para o assentamento em questão, são 30 pessoas.

Portanto:

$$V = 1000 + 30 . (130 . 0,83 + 65 . 1)$$

$$V = 6187 \text{ Litros ou } 6,19 \text{ m}^3$$

- Profundidade de acordo com a Tabela 6, e utilizando o volume calculado, é entre 1,50 metros e 2,50 metros. Adotaremos a profundidade de 2,00 metros;
- A largura interna mínima é de 0,80 metro adotaremos 1,25 metro;
- A relação do comprimento com a largura é de 2:1 ou 4:1. Utilizaremos 2:1, sendo assim o comprimento é de 2,50 metros.

### 3.2. CALCULO FILTRO ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE

Para o cálculo do volume útil do filtro utilizaremos a fórmula a seguir:

$$Vu = 1,6 NCT$$

Utilizando os mesmos valores de N, C e T do cálculo para tanque séptico.

$$Vu = 1,6 \cdot 30 \cdot 130 \cdot 0,83$$

$$Vu = 5179,2 \text{ Litros ou } 5,18 \text{ m}^3$$

Para as dimensões:

- Altura fixa de 1,20 metros, pois o fundo falso deve ter 0,60 metros e o meio filtrante 0,60 metros. Sendo assim dividindo o volume pela altura fixa, tem-se a área útil de 4,32 m<sup>2</sup>;

Com essa área podemos escolher dois tipos de filtro o prismático ou cilíndrico. Para o cálculo das dimensões dos tipos tanque fazem-se as seguintes relações.

- Cilíndrico

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4,32 \cdot 4}{\pi}}$$

Onde:

A - Área;

D - Diâmetro

Portanto:

$$D = 2,50 \text{ m (Comercial)}$$

- Prismático

$$A = 4,32 \text{ m}^2$$

$$W \text{ e } L = \sqrt{4,32} = 2,08 \text{ m} \cong 2,10$$

Onde:

A - Área;

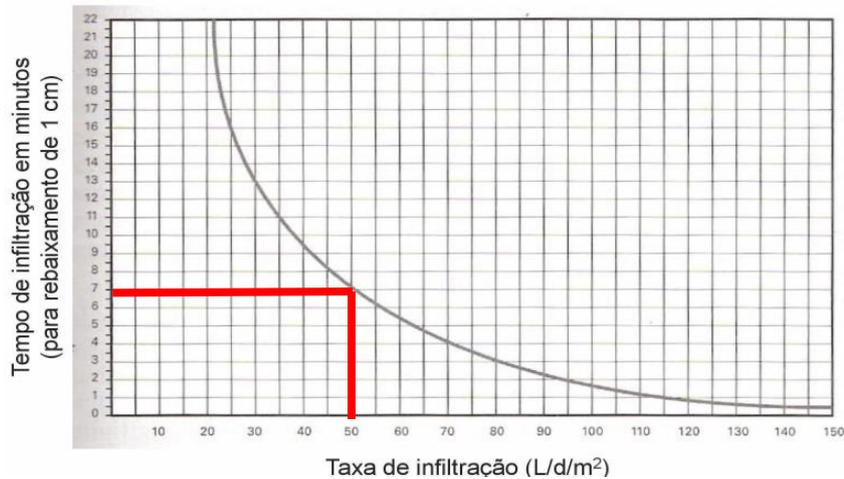
W - Largura;

L - Comprimento.

### 3.3. CÁLCULO SUMIDOURO

Para dimensionamento do sumidouro é preciso determinar a taxa de absorção do solo (TAS) por meio do teste citado no item 2.4. Para o tempo hipotético de 7 minutos necessário para absorção de 1 cm de água no solo, teremos no ábaco a taxa de 50 l/m<sup>2</sup>.dia como segue (Figura 16):

Figura 16- Leitura da taxa de absorção do modelo hipotético



Fonte: Próprio autor, baseado NBR 13969/ 97

Para o cálculo da área útil utilizaremos o volume de contribuição.

$$Q = N \cdot C$$

$$Q = 30 \cdot 130 = 3900 \text{ Litros por dia}$$

$$Au = \frac{Q}{TAS}$$

$$Au = \frac{3900}{50} = 78 \text{ m}^2$$

Para as dimensões:

- Profundidade mínima de 1,50 metros, adotaremos 2,00 metros;
- Diâmetro e largura da vala mínimo de 0,30 metro, adotaremos 1,00 metro;
- Camada de brita de 0,50 metro nas laterais e fundos.

Com essa área e dimensões podemos escolher dois tipos de sumidouros o cilíndrico ou prismático. Para o cálculo das demais dimensões fazem-se as seguintes relações.

$$D = 1,00 + 2 \cdot 0,50 = 2,00 \text{ m}$$

$$H = 2,00 + 0,50 = 2,50 \text{ m}$$

Onde:

D - Diâmetro;  
H - Profundidade

- Cilíndrico

Para o cálculo da área total disponível.

$$Au = (\pi \cdot D \cdot H) + \frac{\pi D^2}{4}$$

$$Au = (\pi \cdot 2 \cdot 2,50) + \frac{\pi 2^2}{4} = 18,85 \text{ m}^2$$

Portanto:

$$\text{N}^\circ \text{ de sumidouros} = 78/18,85 = 4,14$$

5 sumidouros

- Prismático

Para o cálculo da área unitária

$$Au = H \cdot 2 \text{ paredes} + \text{largura da vala do sumidouro}$$

$$Au = 2,50 \cdot 2 + 2 = 7 \text{ m}^2$$

Portanto:

$$\text{Dimensão do sumidouro} = \frac{78}{7} = 11,14 \text{ m}$$

Sumidouro de 11,5 x 2 x 2,5

Tabela 9- Dimensões dos dispositivos

Unidade	L (m)	W (m)	H (m)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Tanque Séptico	2,50	1,25	2,00	-	-	6,25

Filtro Anaeróbio Prismático	2,10	2,10	1,20	-	-	5,29
Filtro Anaeróbio Cilíndrico	-	-	1,20	2,5	-	7,5
Sumidouro Prismático	11,50	2,00	2,50	-	90,5	-
Sumidouro Cilíndrico (5 uni.)	-	-	2,50	2,00	94,2	-

Fonte: Próprio autor, 2019

Onde:

L- Comprimento;

W- Largura;

H- Profundidade;

D- Diâmetro;

A- Área;

V- Volume;

#### 4. DISCUSSÃO

Para o baixo acesso a coleta e tratamento de esgoto os dados de eficiência obtidos para o conjunto é aceitável para uma redução substancial de degradação ambiental e melhora na saúde e qualidade de vida da população.

O conjunto tanque séptico e filtro anaeróbio, normalmente são economicamente viáveis e com muito benefício para comunidades de até 1000 habitantes, esse conjunto tem uma eficiência média de remoção de DBO entre 75 e 85% (CHERNICHARO – apud Backes.F.J., 2016)

Analisando os dados de despejo de esgoto sem tratamento, nas 81 maiores cidades do Brasil, cerca de 5,9 bilhões de litros são descartados. Gera-se a contaminação de solos, rios mananciais e praias. (Instituto Trata Brasil, 2008)

O sistema proposto reduziria muito do problema do lançamento de esgoto sem tratamento no meio ambiente, com um custo relativamente baixo, e que em comparação ao gasto com a saúde em decorrência do não tratamento tem uma diferença significativa. A Organização Mundial da Saúde (OMS), que tem como o principal objetivo garantir que todas as pessoas do planeta tenham acesso a um nível elevado de saúde, divulgou em 2014 um dado interessante: para cada dólar investido em saneamento são economizados 4,3 dólares em saúde.

No Brasil um dado de saúde evidencia a necessidade de se tratar o esgoto, 75% das internações hospitalares no estão relacionadas à falta de saneamento básico. Apesar do investimento em saneamento estar aumentando ainda é muito pequeno para atingir uma quantidade satisfatória de acesso. (Tecnologia Social, Fossa Séptica Biodigestora. Saúde e Renda no Campo. Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2010).

## 5. CONCLUSÃO

Conclui-se que na atual situação de acesso ao saneamento básico, principalmente à coleta e tratamento de esgoto, faz-se necessário a utilização de algumas soluções de engenharia para atendimento satisfatório desse bem essencial. Com o sistema apresentado de tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro, temos uma solução viável para residências e assentamentos de até 1000 pessoas. Esse sistema proposto quando bem executado e mantido atende aos pré-requisitos mínimos de tratamento do esgoto e traz para a população que o utilizam saúde e qualidade de vida.

Fazendo uma análise técnica, podemos pontuar o fácil dimensionamento do sistema, seguindo as normas NBR 7229/93 e 13969/97, um custo médio/baixo de construção com materiais simples como, anéis de concreto, blocos (alvenaria), brita, tubulações de PVC, etc.

O benefício para o meio ambiente é notável, pois o descarte de esgoto *in natura* causa inúmeros prejuízos, no Brasil têm um grande número de residências e comunidades rurais que fazem o descarte diretamente no meio ambiente. Se a informação sobre soluções viáveis, chegarem a esses lugares o ganho será muito grande.

## 6. REFERÊNCIAS

ÁVILA, R. O. DE. Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte, 2005. 166 p. Tese ( M.Sc., Engenharia Civil), Programa de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade de Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2005.

BACKES, F. J. Avaliação da eficiência de um sistema fossa séptica e filtro anaeróbia em escala pilo para o tratamento de efluente sanitário com a adição de papel higiênico como fonte de matéria orgânica. 2016. 86 p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental)- Curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2016.

GOMES, F. C. Saneamento II – Tanques Sépticos. In: Curso de Engenharia Civil – Universidade de Taubaté, 2018, Taubaté

GONÇALVES, R. F. Solução de Tratamento de esgoto para pequenas comunidades e loteamentos. In: Curso realizado pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 2013, Espírito Santo. Anais eletrônicos. Espírito Santo, 2013. Disponível em: [abes.org.br/drupalBU/sites/default/files/arquivos/1-modulo – tanques sépticos e pos-tratamento.pdf](http://abes.org.br/drupalBU/sites/default/files/arquivos/1-modulo-tanques-septicos-e-pos-tratamento.pdf) Acesso em: 15 jul. 2019.

NBR 7229. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), 1993. p. 1-15.

NBR 13969. Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), 1997. p. 1-15.

NUVOLARI, A. **ESGOTO SANITÁRIO**. 1. ed. SÃO PAULO: BLÜCHER, 2003. p. 1-520.

PAULO, P. L; GALBIATI, A. F; FILHO, F. J. C.M. Catálogo de Solução Sustentáveis de Saneamento: Gestão de Efluentes Domésticos. 1 ed, BRASÍLIA: Ministério da Saúde-Fundação Nacional de Saúde e Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2018. p. 1-50.

Site Naturaltec. **Tratamento preliminar – Fossa e Filtro Anaeróbio**. Disponível em: [www.naturaltec.com.br](http://www.naturaltec.com.br) Acesso em: 18 jul. 2019

Site Trata Brasil. **Esgoto**. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto> Acesso em: 10 jul. 2019

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.