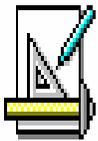


# MANUAL DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

ORIENTAÇÕES TÉCNICAS



ENGENHARIA & PROJETOS

Diretor Executivo  
Márcio Augusto Magalhães

Diretor Departamento de Administração  
Márcio Wamilton Magalhães

Diretor de Operações  
Adriano de Magalhães



# ENGENHARIA & PROJETOS

AV. DR. ARISTIDES CUNHA, 442 – CENTRO  
TELE/FAX (035) 3591-1766  
e-mail: [enge@enge.com.br](mailto:enge@enge.com.br)  
MONTE SANTO DE MINAS - MG - CEP – 37958-000  
[www.enge.com.br](http://www.enge.com.br)

# **Manual Esgotamento Sanitário**

**2004**

## Sumário

1. Considerações gerais	6
2. Esgotos domésticos	8
3. Conceito de contaminação	13
4. Sobrevivência das bactérias	14
5. Estabilização dos excretas	17
6. Doenças relacionadas com os esgotos	21
7. Capacidade de absorção do solo	24
8. Soluções individuais para tratamento e destinação final dos esgotos Domésticos	28
9. Soluções coletivas para tratamento e destinação final dos esgotos	44
10. Referências bibliográficas	89

## 1. Considerações gerais

Os dejetos humanos podem ser veículos de germes patogênicos de várias doenças, entre as quais febre tifóide e paratifóide, diarreias infecciosas, amebíase, ancilostomíase, esquistossomose, teníase, ascaridíase, etc. Por isso, torna-se indispensável afastar as possibilidades de seu contato com:

- homem;
- águas de abastecimento;
- vetores (moscas, baratas);
- alimentos.

Observa-se que, em virtude da falta de medidas práticas de saneamento e de educação sanitária, grande parte da população tende a lançar os dejetos diretamente sobre o solo, criando, desse modo, situações favoráveis a transmissão de doenças.

A solução recomendada é a construção de privadas com veiculação hídrica, ligadas a um sistema público de esgotos, com adequado destino final. Essa solução é, contudo, impraticável no meio rural e às vezes difícil, por razões principalmente econômicas, em muitas comunidades urbanas e suburbanas. Nesses casos são indicadas soluções individuais para cada domicílio.

### 1.1. Importância sanitária

Sob o aspecto sanitário, o destino adequado dos dejetos humanos visa, fundamentalmente, ao controle e à prevenção de doenças a eles relacionadas.

As soluções a serem adotadas terão os seguintes objetivos:

- evitar a poluição do solo e dos mananciais de abastecimento de água;
- evitar o contato de vetores com as fezes;
- propiciar a promoção de novos hábitos higiênicos na população;
- promover o conforto e atender ao senso estético.

## 1.2. Importância econômica

A ocorrência de doenças, principalmente as doenças infecciosas e parasitárias ocasionadas pela falta de condições adequadas de destino dos dejetos, podem levar o homem a inatividade ou reduzir sua potencialidade para o trabalho.

Assim sendo, são considerados os seguintes aspectos:

- aumento da vida média do homem, pela redução da mortalidade em conseqüência
- da redução dos casos de doenças;
- diminuição das despesas com o tratamento de doenças evitáveis;
- redução do custo do tratamento da água de abastecimento, pela prevenção da
- poluição dos mananciais;
- controle da poluição das praias e dos locais de recreação com o objetivo de promover o turismo;
- preservação da fauna aquática, especialmente os criadouros de peixes.

## 2. Esgotos domésticos

### 2.1. Conceito

O esgoto doméstico é aquele que provem principalmente de residências, estabelecimentos comerciais, instituições ou quaisquer edificações que dispõem de instalações de banheiros, lavanderias e cozinhas. Compõem-se essencialmente da água de banho, excretas, papel higiênico, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem.

### 2.2. Características dos excretas

As fezes humanas compõem-se de restos alimentares ou dos próprios alimentos não transformados pela digestão, integrando-se as albuminas, as gorduras, os hidratos de carbono e as proteínas. Os sais e uma infinidade de microorganismos também estão presentes.

Na urina são eliminadas algumas substâncias, como a uréia, resultantes das transformações químicas (metabolismo) de compostos nitrogenados (proteínas).

As fezes e principalmente a urina contêm grande percentagem de água, além de matéria orgânica e inorgânica. Nas fezes está cerca de 20% de matéria orgânica, enquanto na urina 2,5%.

Os microorganismos eliminados nas fezes humanas são de diversos tipos, sendo que os coliformes (*Escherichia coli*, *Aerobacter aerogenes* e o *Aerobacter cloacae*) estão presentes em grande quantidade, podendo atingir um bilhão por grama de fezes.

### 2.3. Características dos esgotos

#### 2.3.1. Características físicas

As principais características físicas ligadas aos esgotos domésticos são: matéria sólida, temperatura, odor, cor e turbidez e variação de vazão.

- a) **matéria sólida:** os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água, e apenas 0,1% de sólidos. É devido a esse percentual de 0,1% de sólidos que ocorrem os problemas de poluição das águas, trazendo a necessidade de se tratar os esgotos;
- b) **temperatura:** a temperatura do esgoto é, em geral, pouco superior à das águas de abastecimento. A velocidade de decomposição do esgoto é proporcional ao aumento da temperatura;
- c) **odor:** os odores característicos do esgoto são causados pelos gases formados no processo de decomposição, assim o odor de mofo, típico do esgoto fresco é razoavelmente suportável e o odor de ovo podre, insuportável, é típico do esgoto velho ou séptico, em virtude da presença de gás sulfídrico;
- d) **cor e turbidez:** a cor e turbidez indicam de imediato o estado de decomposição do esgoto. A tonalidade acinzentada acompanhada de alguma turbidez é típica do esgoto fresco e a cor preta é típica do esgoto velho;
- d) **variação de vazão:** a variação de vazão do efluente de um sistema de esgoto doméstico é em função dos costumes dos habitantes. A vazão doméstica do esgoto é calculada em função do consumo médio diário de água de um indivíduo. Estima-se que para cada 100 litros de água consumida, são lançados aproximadamente 80 litros de esgoto na rede coletora, ou seja 80%.

### 2.3.2. Características químicas

As principais características químicas dos esgotos domésticos são: matéria orgânica e matéria inorgânica.

- a) **matéria orgânica:** cerca de 70% dos sólidos no esgoto são de origem orgânica, geralmente esses compostos orgânicos são uma combinação de carbono, hidrogênio e oxigênio, e algumas vezes com nitrogênio. Os grupos de substâncias orgânicas nos esgotos são constituídos por: - compostos de: proteínas (40% a 60%), carboidratos (25% a 50%), gorduras e óleos (10%) e uréia, sulfatans, fenóis, etc.

- as proteínas: são produtoras de nitrogênio e contêm carbono, hidrogênio, oxigênio, algumas vezes fósforos, enxofre e ferro. As proteínas são o principal constituinte de organismo animal, mas ocorrem também em plantas. O gás sulfídrico presente nos esgotos é proveniente do enxofre fornecido pelas proteínas;
- os Carboidratos: contêm carbono, hidrogênio e oxigênio. São as principais substâncias a serem destruídas pelas bactérias, com a produção de ácidos orgânicos, (por esta razão os esgotos velhos apresentam maior acidez);
- gordura: é o mesmo que matéria graxa e óleos, provem geralmente do esgoto doméstico graças ao uso de manteiga, óleos vegetais, da carne, etc;
- os sulfatans; são constituídos por moléculas orgânicas com a propriedade de formar espuma no corpo receptor ou na estação de tratamento de esgoto;
- os Fenóis: são compostos orgânicos originados em despejos industriais.

#### b) **matéria inorgânica**

Nos esgotos é formada principalmente pela presença de areia e de substâncias minerais dissolvidas.

### **2.3.3. Características biológicas**

As principais características biológicas do esgoto doméstico são: microorganismos de águas residuais e indicadores de poluição.

#### a) microorganismos de águas residuais

Os principais organismos encontrados nos esgotos são: as bactérias, os fungos, os protozoários, os vírus e as algas.

Deste grupo as bactérias são as mais importantes, pois são responsáveis pela decomposição e estabilização da matéria orgânica, tanto na natureza como nas estações de tratamento.

#### b) indicadores de poluição

Há vários organismos cuja presença num corpo d.água indica uma forma qualquer de poluição.

Para indicar no entanto a poluição de origem humana usa-se adotar os organismos do grupo coliforme como indicadores.

As bactérias coliformes são típicas do intestino do homem e de outros animais de

sangue quente (mamíferos) e por estarem presentes nas fezes humanas (100 a 400 bilhões de coliformes/hab.dia) e de simples determinação, são adotadas como referência para indicar e medir a grandeza da poluição. Seria por demais trabalhoso e antieconômico se realizar análises para determinar a presença de patogênicos no esgoto; ao invés disto se determina a presença de coliformes e, por segurança, se age como se os patogênicos também estivessem presentes.

## **2.4. Produção de esgoto em função da oferta de água**

### **2.4.1. Pouca oferta de água**

Nessas condições a água utilizada para consumo, geralmente é obtida em torneiras públicas ou fontes distantes acarretando um grande esforço físico para o transporte até os domicílios.

O esgoto produzido nessa condição é praticamente formado por excretas que normalmente podem ser lançados em fossas secas, estanque ou de fermentação.

### **2.4.2. Muita oferta de água**

A presença de água em abundância aumenta a produção de esgoto. Nessa condição os esgotos produzidos necessitam de uma destinação mais adequada onde deve ser levado em conta: a vazão, tipo de solo, nível do lençol, tipo de tratamento (primário, secundário ou terciário), etc.

## **2.5. Bactéria aeróbica e anaeróbica**

O oxigênio é essencial a todo ser vivo para a sua sobrevivência. Na atmosfera encontramos o oxigênio necessário aos organismos terrestres e o oxigênio para os organismos aquáticos se encontram dissolvidos na água. Por maior que seja a poluição atmosférica, o teor de oxigênio no ar (21%) não será tão afetado, já havendo poluição orgânica (esgoto) na água o oxigênio dissolvido pode até desaparecer, trazendo grandes prejuízos à vida aquática.

Como qualquer ser vivo, as bactérias também precisam de oxigênio. As bactérias aeróbias utilizam-se do oxigênio livre na atmosfera ou dissolvidos na água, porém as bactérias anaeróbias para obtê-lo terão que desdobrar (abrir) substâncias compostas. Também existe as bactérias facultativas, que podem viver do oxigênio livre ou combinado. Esses três tipos de bactérias encontram-se normalmente no solo e podem ser patogênicos ou saprófitas que vivem exclusivamente às custas de matéria orgânica morta.

## 2.6. Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

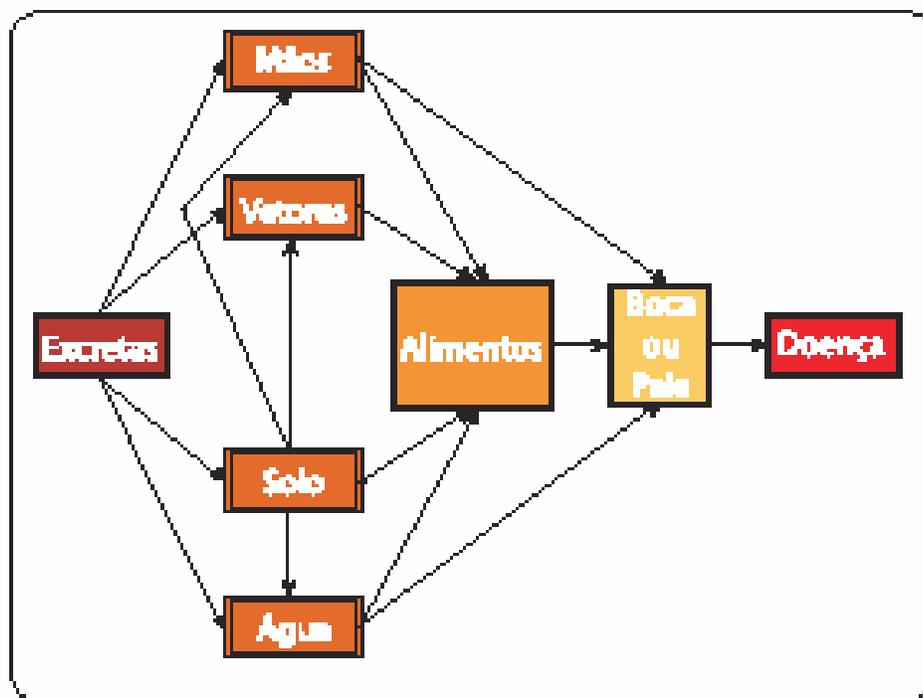
É a forma mais utilizada para se medir a quantidade de matéria orgânica presente no esgoto ou em outras palavras; medir a quantidade de oxigênio necessário para estabilizar a matéria orgânica com a cooperação de bactérias aeróbias. Quanto maior o grau de poluição orgânica maior será a DBO. A DBO vai reduzindo-se gradativamente durante o processo aeróbio até anular-se, quando então a matéria orgânica estará totalmente estabilizada. Normalmente a uma temperatura de 20°C, e após 20 dias, é possível estabilizar 99,0% da matéria orgânica dissolvida ou em estado coloidal. Em geral a DBO dos esgotos domésticos varia entre 100mg/L e 300mg/L, em outras palavras o número em mg indica a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar bioquimicamente a matéria orgânica presente no esgoto.

### 3. Conceito de contaminação

Introdução, no meio, de elementos em concentrações nocivas à saúde dos seres humanos, tais como: organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou radioativas.

- Fluxo de contaminação fecal

**Figura 1 . Modo de propagação de doença por excretas humanos**



Fonte: Adaptado Dasoch, 1990.

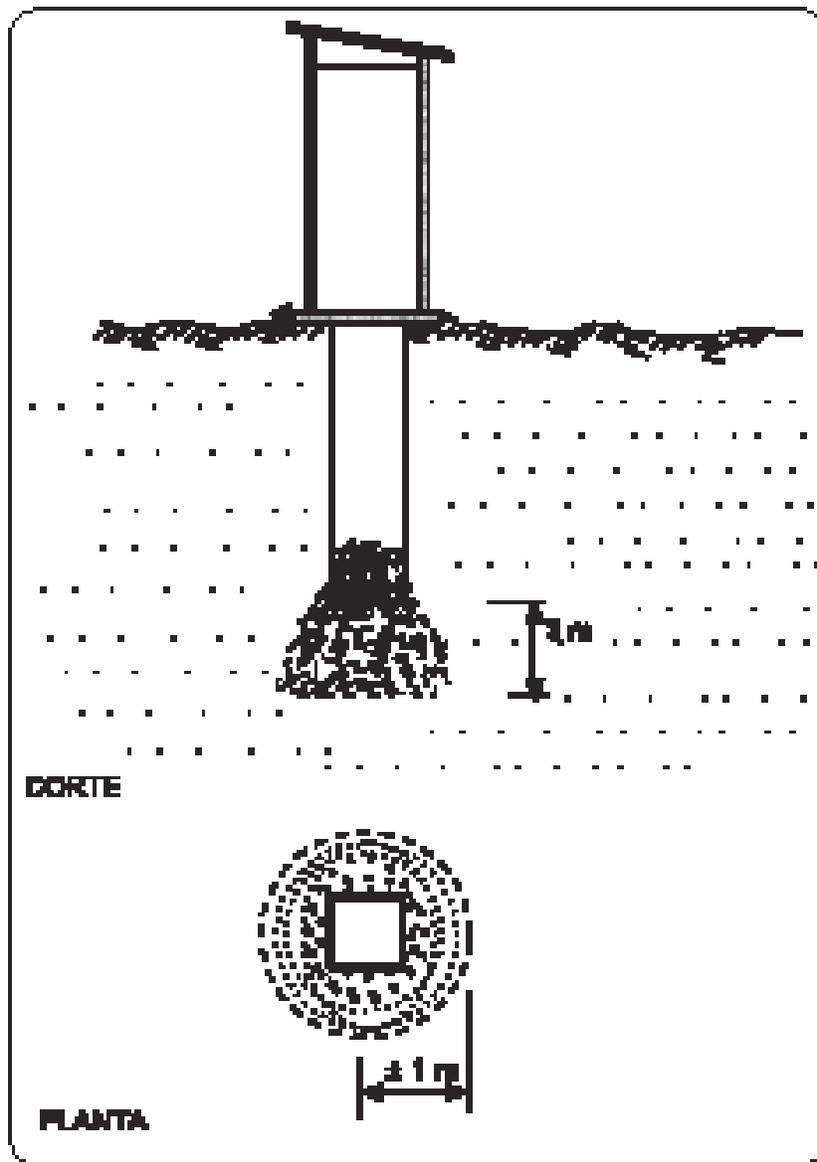
## **4. Sobrevivência das bactérias**

A sobrevivência das bactérias, no solo, varia bastante; assim, o bacilo tifoídico resiste sete dias no esterco, 22 dias em cadáveres enterrados, 15 a 30 dias em fezes, 70 dias em solo úmido e 15 dias em solo seco; o bacilo disentérico, oito dias em fezes sólidas, 70 dias em solo úmido e 15 dias em solo seco.

### **4.1. Disseminação de bactérias no solo**

A Disseminação horizontal é quase nula chegando a 1m de raio; a vertical atinge, no máximo, a 3m em terreno sem fenda.

**Figura 2 . Disseminação das bactérias no solo**



#### **4.2. Disseminação de bactérias em águas subterrâneas**

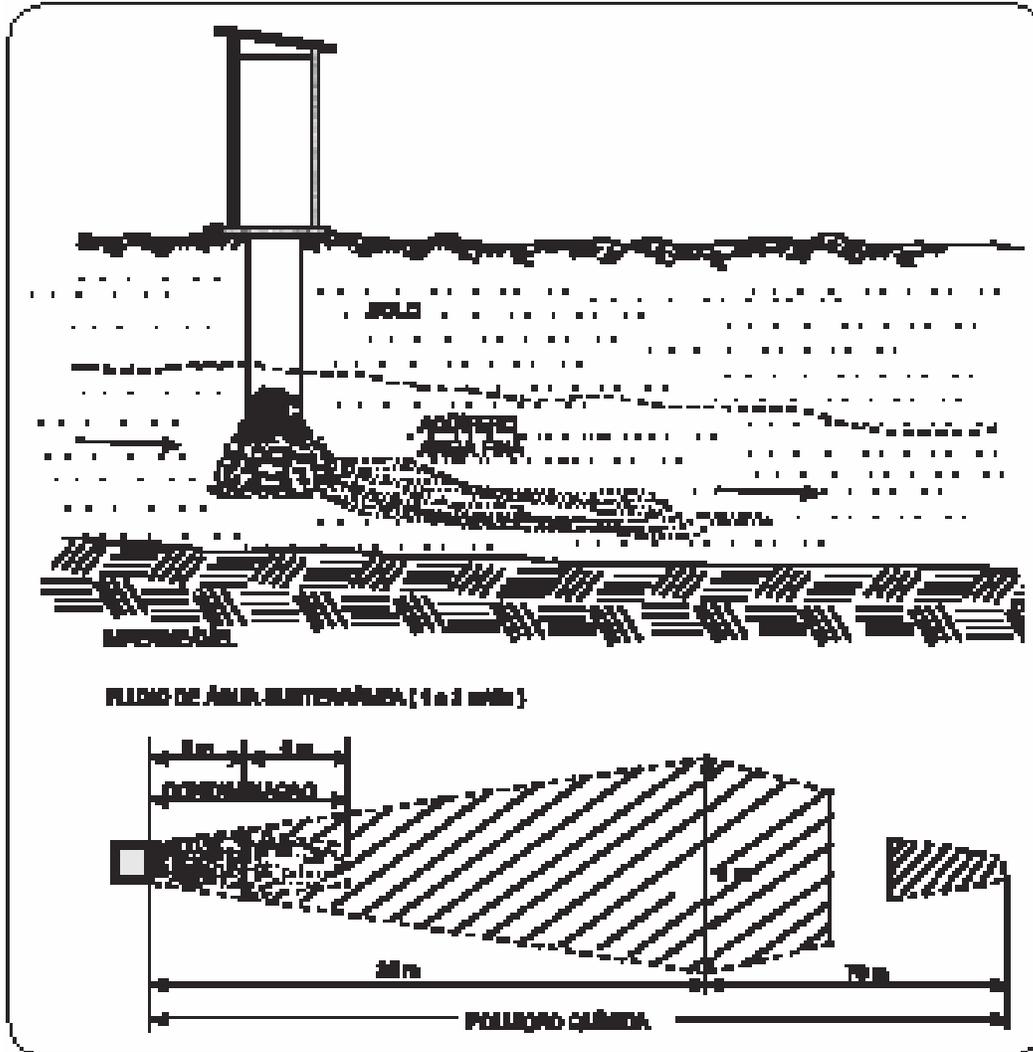
Como regra geral, é imprevisível. Poderá, entretanto, ser determinada no local, por meio do teste de fluoresceína.

A água subterrânea com um fluxo de 1m a 3m por dia pode resultar no arrastamento de bactérias a uma distância de 11m no sentido do fluxo.

A própria natureza encarrega-se de um processo dito de autodepuração. Contudo,

o aumento da densidade humana dificulta a autodepuração e obriga o homem a sanear o ambiente onde vive, para acelerar a destruição dos germes patogênicos e precaver-se contra doenças.

**Figura 3 - Disseminação das bactérias em águas subterrâneas**



## 5. Estabilização dos excretas

Os excretas humanos possuem matéria orgânica, instável, constituída de poucas substâncias simples como hidrogênio (H), oxigênio (O), azoto (Az), Carbono (C), enxofre (S) e fósforo (P), que combinadas de diversas maneiras e proporções formam a imensa variedade de compostos orgânicos em estado sólido, líquido e gasoso.

Os excretas lançados no solo, sofrem ação de natureza bioquímica, pela presença de bactérias saprófitas, até sua mineralização.

A decomposição aeróbia (oxidação) acontece quando a matéria orgânica está em íntimo contato com o oxigênio livre. Quando a massa orgânica colocada em contato com o ar for muito espessa, a oxidação só acontecerá na superfície livre e conseqüentemente o seu interior sofrerá decomposição anaeróbia (redução) devido a falta de oxigênio. Entretanto, se a mesma massa for diluída em grande volume de água contendo oxigênio dissolvido, a decomposição pode ser totalmente aeróbia, porque essas condições propiciam um íntimo contato das substâncias orgânicas tanto com o oxigênio como com as bactérias aeróbias.

Além da decomposição aeróbia não produzir maus odores, processa-se em período de tempo menor que a anaeróbia. A decomposição anaeróbia, para total estabilização da matéria orgânica, requer várias semanas e até meses, enquanto a aeróbia pode efetivar-se em termos de horas.

Como a decomposição anaeróbia produz gases fétidos (gás sulfídrico, mercaptano, etc.), costuma-se dizer que a matéria está em putrefação ou estado séptico.

A matéria orgânica depois de estabilizada pode ser assimilada pelas plantas e estas ingeridas como alimentos pelo homem e pelos animais, cujas excreções são novamente desdobradas e finalmente estabilizadas, fechando-se o ciclo que se repete indefinidamente.

O ciclo da decomposição (ciclo da vida e da morte) pode ser representado pelos principais componentes da matéria orgânica (Carbono, Nitrogênio e Enxofre).

### 5.1. Ciclo do nitrogênio

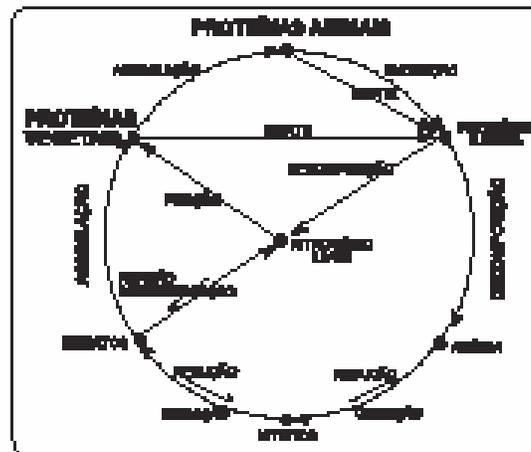
O solo contém uma flora bacteriana abundante, sendo quase toda composta de bactérias saprófitas. Ele oferece, geralmente, condições

desfavoráveis à multiplicação dos germes patogênicos e até mesmo à sua existência por muito tempo. A matéria orgânica, uma vez no solo, sofre transformações regulares, conhecidas como ciclo da matéria orgânica.

Exemplo típico é o ciclo do nitrogênio, que é apresentado esquematicamente na figura 77, tomando as proteínas animais ou vegetais como fonte de nitrogênio:

- pela morte do animal ou do vegetal, os resíduos orgânicos (dejetos) sofrem sua primeira transformação;
- a seguir, pela ação das bactérias de putrefação sobre o cadáver ou os excretas, são produzidos gases como nitrogênio amoniacal ( $\text{NH}_3$  - amônia);
- pela ação de bactérias aeróbias (oxidantes ou nitrificantes), presentes no solo, são produzidos, sucessivamente, nitritos e nitratos;
- fechando o ciclo, há absorção dos nitratos pelas raízes dos vegetais e destes pelos animais, recomeçando o ciclo.

**Figura 4 . Ciclo do nitrogênio**



Fonte: Daech, 1990.

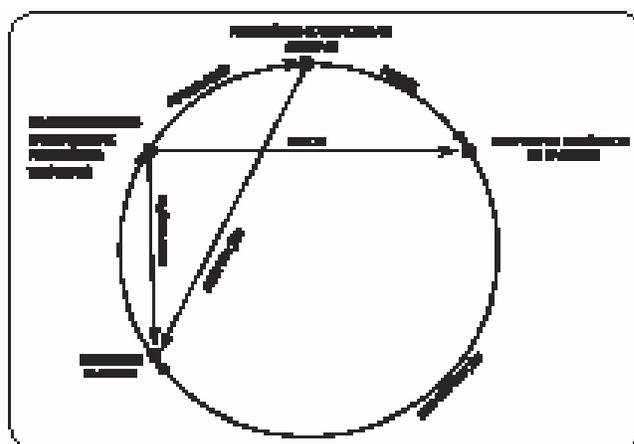
## 5.2. Ciclo do carbono

A matéria orgânica, carbonatada dos excretas ou de animais e vegetais mortos, decompõe produzindo gás carbônico ou carbonatos.

Durante o dia, pela presença dos raios solares, a clorofila entra em ação e o dióxido de carbono é assimilado formando carboidratos, que se transformarão em gorduras e proteínas. À noite as plantas, durante o seu processo de respiração, absorvem o oxigênio (O<sub>2</sub>) e liberam o gás carbônico (CO<sub>2</sub>).

Os animais, se alimentando de produtos vegetais, transformam a matéria orgânica vegetal em animal, produzindo resíduos. Quando morrem, fecha-se o ciclo da vida e da morte em relação ao carbono (C).

**Figura 5 . Ciclo do carbono**



Fonte: Dazach, 1990.

## 5.3. Ciclo do enxofre

Com a morte dos vegetais e animais, ou pelos excretas, as proteínas dão origem a compostos de enxofre, como o gás sulfídrico, que depois de sofrerem oxidação, formam os sulfatos.

A oxidação do gás sulfídrico é possível pela presença de certas bactérias (Beggiatoa e a Thiothrix) que necessitam do mesmo para sobreviver.



## 6. Doenças relacionadas com os esgotos

É grande o número de doenças cujo controle está relacionado com o destino inadequado dos dejetos humanos. Citaremos entre as principais: ancilostomíase, ascaridíase, amebíase, cólera, diarreia infecciosa, disenteria bacilar, esquistossomose, estrogiloidíase, febre tifóide, febre paratifóide, salmonelose, teníase e cisticercose.

### 6.1. Modos de transmissão

a) pelo contato direto da pele com o solo contaminado por larvas de helmintos, provenientes de fezes de portadores de parasitoses: as fezes do homem doente, portador de ancilostomose e estrogiloidose contém ovos dos parasitas que, uma vez no solo, eclodem, libertando as larvas; estas aguardam a oportunidade de penetrar na pele de outra pessoa, vindo localizar-se no seu intestino depois de longo trajeto por vários órgãos;

Exemplo de medidas de controle:

- uso de privadas evitando a contaminação da superfície do solo.

b) pelo contato direto da pele com coleções de água contaminada por cercárias:

Exemplo de medidas de controle:

- uso de privada evitando a contaminação das águas de superfície (lagoas, córregos, etc.). Evitar o banho em córregos e lagos, nas regiões onde houver prevalência de esquistossomose;

c) pela ingestão de alimentos e água contaminados diretamente pelos dejetos: é o

modo de transmissão da ascaridíase, da amebíase, das febres tifóide e paratifóide e de outras doenças.

Exemplo de medidas de controle:

- lavar frutas e verduras em água potável;
- evitar a contaminação por fezes das águas de irrigação;
- desinfecção da água para consumo humano;
- proteger mananciais e fontes de água destinados ao consumo humano;

d) pela ingestão de alimentos contaminados por vetores: entre as doenças veiculadas pelos vetores, citam-se: diarréias infecciosas, febre tifóide e paratifóide.

Exemplo de medidas de controle:

- proteger os alimentos e eliminar os focos de proliferação de vetores;

e) pela ingestão de alimentos diretamente contaminados pela mão de homem, por falta de higiene pessoal: é o principal modo de transmissão das diarréias infecciosas, que são as grandes responsáveis pela alta mortalidade infantil.

Exemplo de medida de controle:

- lavar as mãos, após o uso da privada e troca de fraldas das crianças, antes de lidar com alimentos e antes das refeições;

f) pela ingestão de carnes suínas e bovinas contaminadas com cisticercos viáveis:

a *Taenia solium* (do porco) e a *Taenia saginata* (do boi) enquistam-se nos tecidos dos mesmos, sob a forma de larvas (cisticercos). Uma vez ingerida pelo homem a

carne crua ou mal cozida, contaminada com cisticercos, este adquire a teníase. A

*Taenia solium* ou *saginata* fixa-se pelo escólex à mucosa do terço médio do intestino delgado, dispondo o restante do corpo ao longo da luz intestinal. Desenvolvendo o verme adulto, expulsando diariamente de quatro a oito proglotes (anéis) contendo em média 50 a 80 mil ovos, em cada proglote.

A cisticercose humana se dá pela ingestão de ovos de *T. Solium* presentes em mãos, água e alimentos contaminados da mesma forma que a suína, havendo no entanto, uma predileção pelo sistema nervoso central.

Exemplo de medidas de controle:

- uso de privadas, evitando a contaminação das pastagens e impedindo a ingestão de fezes pelos porcos; cozinhar bem as carnes fornecidas em localidades onde o abate de animais é feito sem inspeção sanitária.

### Quadro 1 . Riscos relacionados por contaminação de fezes

Doenças	Agente patogênico	Transmissão	Medidas
<b>Bactéria</b> Febre tifóide e Paratifóide  Cólera  Diarréia aguda	<i>Salmonella typhi</i> e <i>paratyphi</i>  <i>Vibrio cholerae</i> O1 e O139  <i>Shigella sp.</i> <i>Escherichia coli</i> , <i>Campylobacter</i> e <i>Yersinia enterocolitica</i>	Fecal-oral em relação a água	Abastecimento de água (implantação e/ou ampliação de sistema)
<b>Vírus</b> Hepatite A e E  Poliomielite  Diarréia aguda	<i>Vírus da hepatite A</i>  <i>Vírus da poliomielite</i>  <i>Vírus Norwalk</i> <i>Rotavírus</i> <i>Astrovírus</i> <i>Adenovírus</i> <i>Calicivirus</i>		Imunização  Qualidade da água/desinfecção
<b>Protozoário</b> Diarréia aguda    Toxoplasmose	<i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Cryptosporidium spp.</i> <i>Balantidium coli</i>  <i>Toxoplasma gondi</i>		Instalações sanitárias (implantação e manutenção)
<b>Helmintos</b> Ascaridíase  Tricuríase  Ancilostomíase Esquistossomose  Teníase  Cistecercose	<i>Ascaris lumbricoides</i>  <i>Trichuris trichiura</i>  <i>Ancylostoma duodenale</i> <i>Schistosoma mansoni</i>  <i>Taenia solium</i> <i>Taenia saginata</i>  <i>Taenia solium</i>	Fecal-oral em relação ao solo (geohelmintose)  Contato da pele com água contaminada  Ingestão de carne mal cozida  Fecal-oral, em relação a água e alimentos contaminados	Esgotamento sanitário (implantação e/ou ampliação de sistema)      Higiene dos alimentos

Fonte: Adaptado Barros, 1995.

## 7. Capacidade de absorção do solo

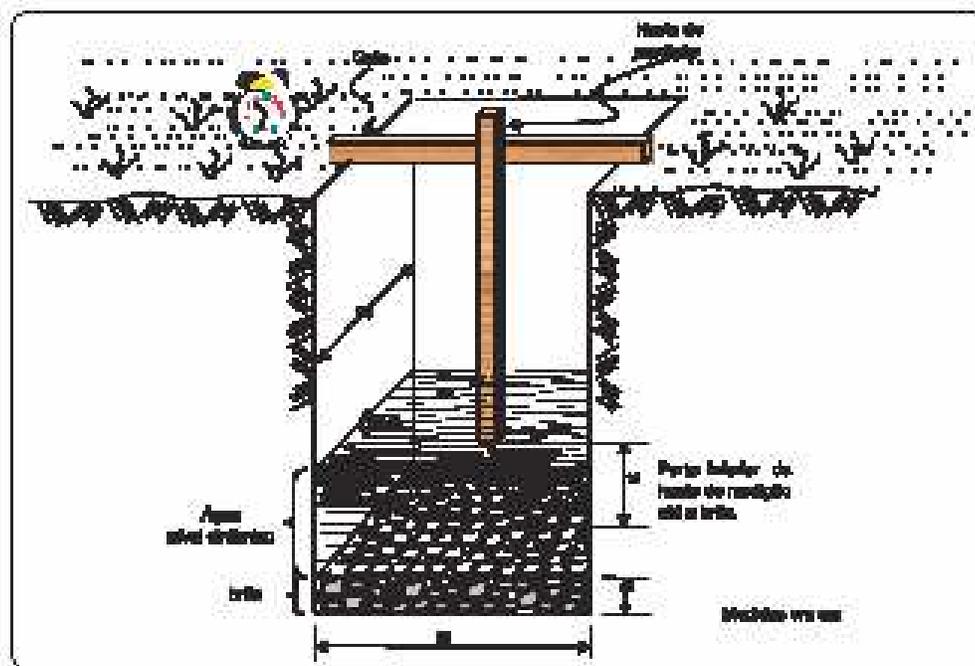
### 7.1. Características do solo

Os componentes do solo são areia, silte e argila. O tamanho das partículas governa o tamanho dos poros do solo, os quais, por sua vez, determinam o movimento da água através do mesmo. Quanto maiores as partículas constituintes do solo, maiores os poros e mais rápida será a absorção.

### 7.2. Teste de absorção do solo

Sua finalidade é fornecer o coeficiente de percolação do solo, o qual é indispensável para o dimensionamento de fossas absorventes e campos de absorção.

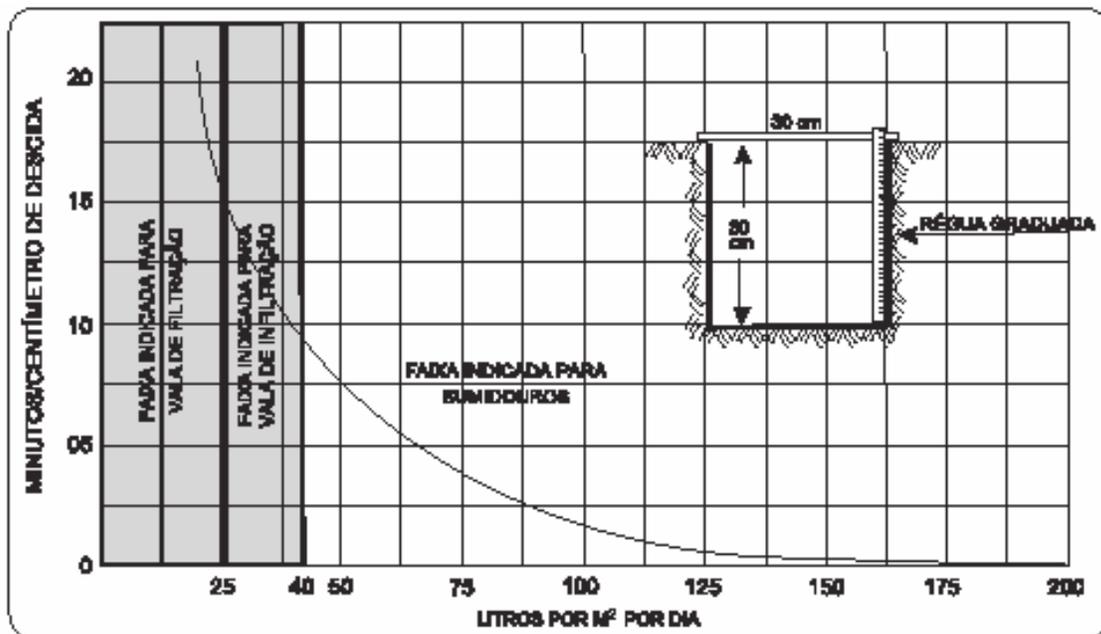
**Figura 7 . Teste de percolação**



a) execução do teste:

- cavar um buraco de 30cm x 30cm cuja profundidade deve ser a do fundo da vala, no caso do campo de absorção ou a profundidade média, em caso de fossa absorvente;
- colocar cerca de 5cm de brita miúda no fundo do buraco;
- encher o buraco de água e esperar que seja absorvida;
- repetir a operação por várias vezes, até que o abaixamento do nível da água se torne o mais lento possível;
- medir, com um relógio e uma escala graduada em cm, o tempo gasto, em minutos, para um abaixamento de 1cm. Este tempo (t) é, por definição, o tempo de percolação (tempo medido à profundidade média);
- de posse do tempo (t), pode-se determinar o coeficiente de percolação.

**Figura 8 . Gráfico para determinar coeficiente de percolação**



### 7.2.1. Coeficiente de infiltração ( $C_i$ )

Por definição, o coeficiente de infiltração representa o número de litros que 1m<sup>2</sup> de área de infiltração do solo é capaz de absorver em um dia.

O coeficiente ( $C_i$ ) é fornecido pelo gráfico acima ou pela seguinte fórmula:

$$C_i = \frac{490}{t + 2,5}$$

a) exemplos para achar o coeficiente de infiltração:

1. O teste de infiltração de um terreno indicou o tempo (t) igual a quatro minutos para o abaixamento de 1cm na escala graduada. Qual o coeficiente de infiltração do terreno?

$$C_i = \frac{490}{t+2,5} = \frac{490}{4+2,5} = \frac{490}{6,5} = 75,4 \text{ litros/m}^2/\text{dia}$$

O coeficiente de infiltração varia de acordo com os tipos de solo, conforme indicado na tabela 11:

**Tabela 1 . Absorção relativa do solo**

Tipos de solos	Coeficiente de infiltração – litros/m <sup>2</sup> xDia	Absorção relativa
Areia bem selecionada e limpa, variando a areia grossa com cascalho.	maior que 90	Rápida
Areia fina ou silte argiloso ou solo arenoso com humos e turfas variando a solos constituídos predominantemente de areia e silte.	60 a 90	Média
Argila arenosa e/ou siltosa, variando a areia argilosa ou silte argiloso de cor amarela, vermelha ou marrom.	40 a 60	Vagarosa
Argila de cor amarela, vermelha ou marrom medianamente compacta, variando a argila pouco siltosa e/ou arenosa.	20 a 40	Semi-impermeável
Rocha, argila compacta de cor branca, cinza ou preta, variando a rocha alterada e argila medianamente compacta de cor avermelhada.	Menor que 20	Impermeável

Fonte: ABNT - NBR-7229/93.

b) exemplo de cálculo para dimensionamento de sumidouro:

- uma casa com oito pessoas contribui com 1.200 litros de efluente por dia. Calcular a área necessária das paredes do sumidouro, sabendo-se que o coeficiente de infiltração (Ci) do terreno é de 75,4 litros/m<sup>2</sup>/dia.

$$A_f = \frac{V_e}{C_i} = \frac{1.200}{75,4} = 15,9\text{m}^2$$

- calcular a profundidade do sumidouro de forma cilíndrica com 1,50m de diâmetro.

$$A_f = \pi \cdot D \cdot h \quad \dots \quad h = \frac{A_f}{\pi \cdot D} = \frac{15,9}{3,14 \cdot 1,50} = 3,37\text{m}$$

**Tabela 2 . Áreas laterais dos sumidouros**

Diâmetro em Metros	Profundidade útil em metros											
	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60
<b>0,50</b>	0,785	0,842	1,099	1,256	1,413	1,570	1,727	1,884	2,041	2,198	2,355	2,512
<b>0,60</b>	0,942	1,130	1,319	1,507	1,696	1,884	2,072	2,260	2,449	2,637	2,826	3,014
<b>0,70</b>	1,099	1,319	1,539	1,78	1,978	2,198	2,418	2,637	2,857	3,077	3,297	3,517
<b>0,80</b>	1,256	1,507	1,758	2,009	2,261	2,512	2,763	3,014	3,265	3,517	3,768	4,019
<b>0,90</b>	1,413	1,696	1,978	2,261	2,543	2,826	3,108	3,391	3,674	3,956	4,239	4,521
<b>1,00</b>	1,570	1,884	2,198	2,512	2,862	3,140	3,454	3,768	4,082	4,396	4,710	5,024
<b>1,10</b>	1,727	2,072	2,418	2,763	3,108	3,454	3,799	4,145	4,490	4,836	5,181	5,526
<b>1,20</b>	1,884	2,261	2,637	3,014	3,391	3,768	4,145	4,522	4,898	5,275	5,652	6,029
<b>1,30</b>	2,041	2,449	2,857	3,265	3,674	4,082	4,490	4,898	5,307	5,715	6,123	6,531
<b>1,40</b>	2,198	2,637	3,077	3,517	3,956	4,396	4,836	5,275	5,715	6,154	6,594	7,034
<b>1,50</b>	2,355	2,826	3,297	3,768	4,239	4,710	5,181	5,652	6,123	6,594	7,065	7,536
<b>1,60</b>	2,512	3,014	3,517	4,019	4,522	5,024	5,526	6,029	6,531	7,034	7,536	8,038
<b>1,70</b>	2,669	3,203	3,737	4,270	4,804	5,338	5,872	6,406	6,939	7,473	8,007	8,541

## **8. Soluções individuais para tratamento e destinação final dos esgotos domésticos**

### **8.1. Onde não existe água encanada**

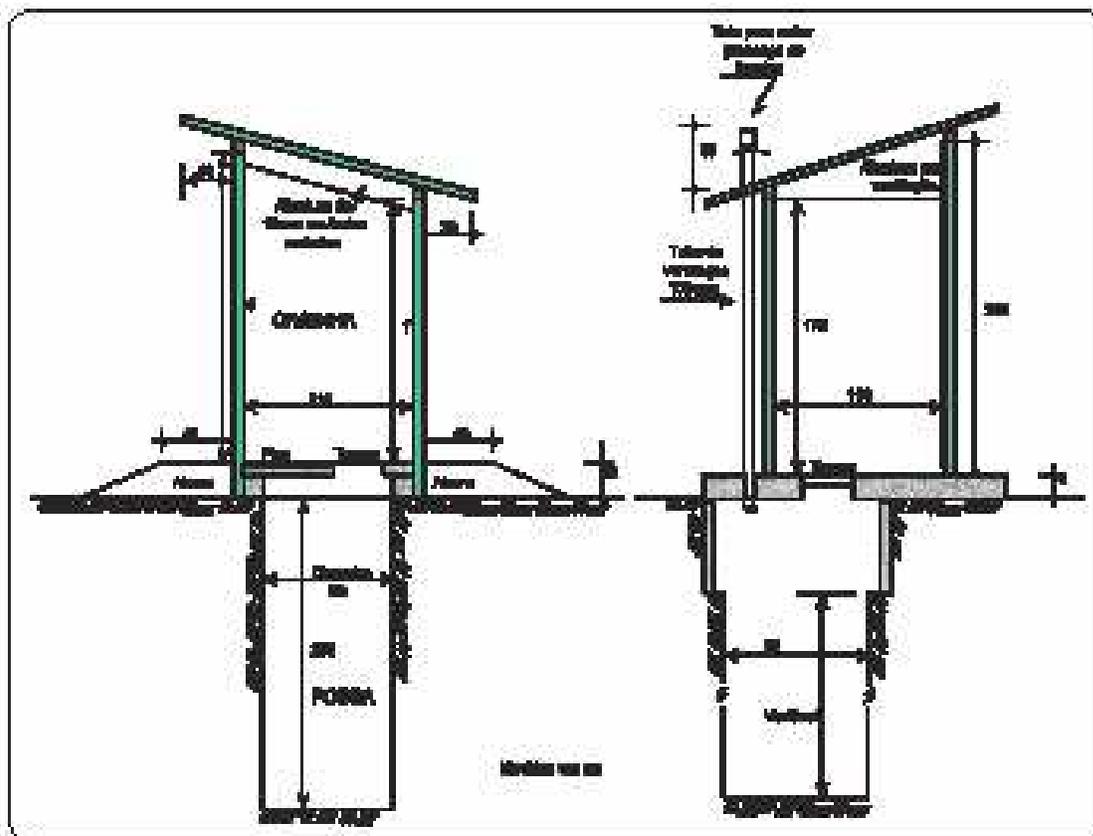
#### **8.1.1. privada com fossa seca**

##### **8.1.1.1. Definição**

A privada de fossa seca compreende a casinha e a fossa seca escavada no solo, destinada a receber somente os excretas, ou seja, não dispõe de veiculação hídrica. As fezes retida no interior se decompõe ao longo do tempo pelo processo de digestão anaeróbia.

**Figura 9 . Privada convencional  
com fossa seca**

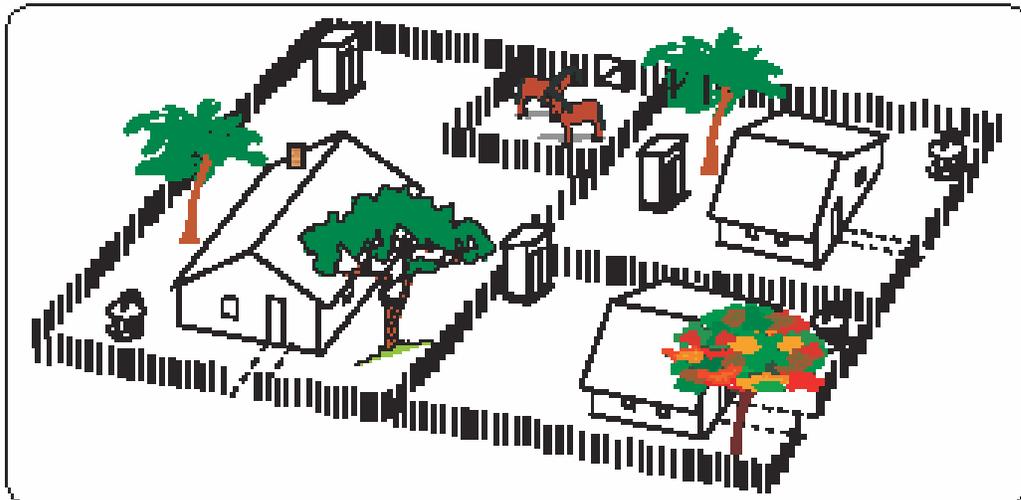
**Figura 10 . Privada com fossa  
seca ventilada**



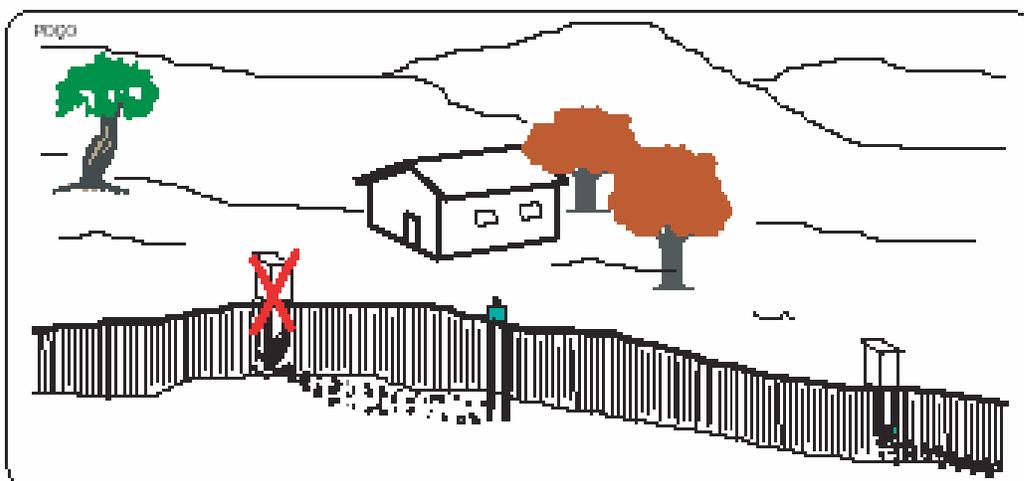
### 8.1.1.2. Localização

Lugares livres de enchentes e acessíveis aos usuários. Distante de poços e fontes e em cota inferior a esses mananciais, a fim de evitar a contaminação dos mesmos. A distância varia com o tipo de solo e deve ser determinada localmente. Adotar uma distância mínima de segurança, estimada em 15 metros.

**Figura 11 . Localização da fossa seca**



**Figura 12 . Localização da fossa seca**

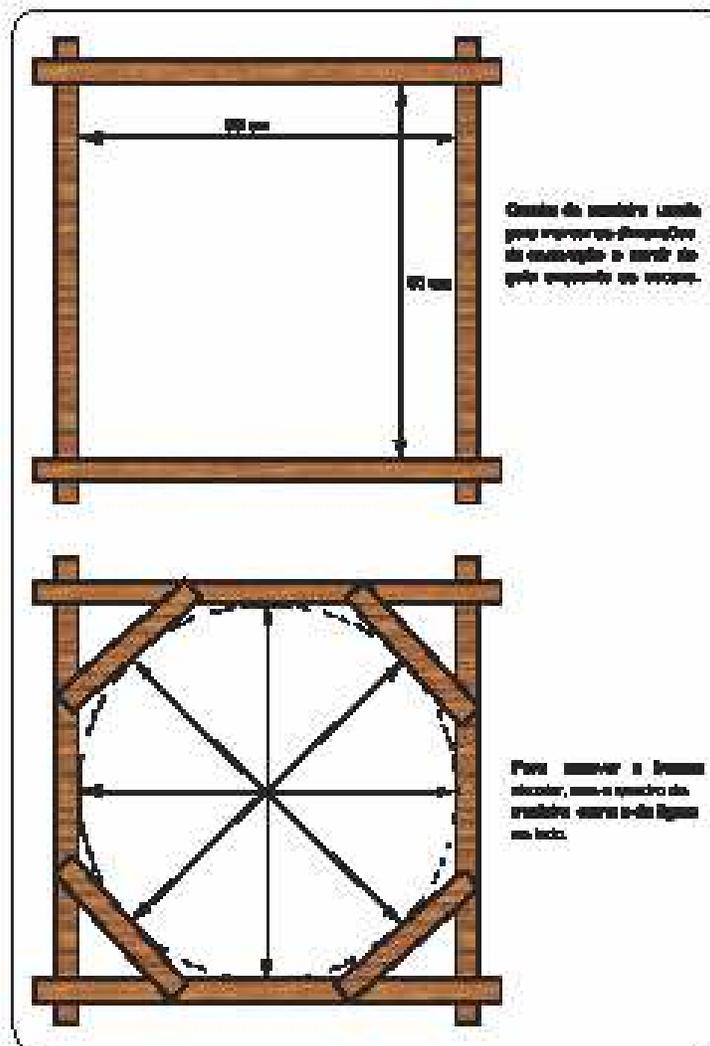


### 8.1.1.3. Dimensionamento

Para dimensionamento da fossa seca deverá ser levado em consideração o tempo de vida útil da mesma e as técnicas de construção. As dimensões indicadas para a maioria das áreas rurais são as seguintes:

- abertura circular com 90cm de diâmetro, ou quadrada com 80cm de lado;
- a profundidade varia com as características do solo, o nível de água do lençol freático, etc, recomendando-se valores em torno de 2,50m.

**Figura 13 . Escavação da fossa**



#### 8.1.1.4. Detalhes construtivos

##### a) revestimento da fossa

Em terreno pouco consistente, a fossa será revestida com manilhões de concreto armado, tijolos, madeiras, etc.;

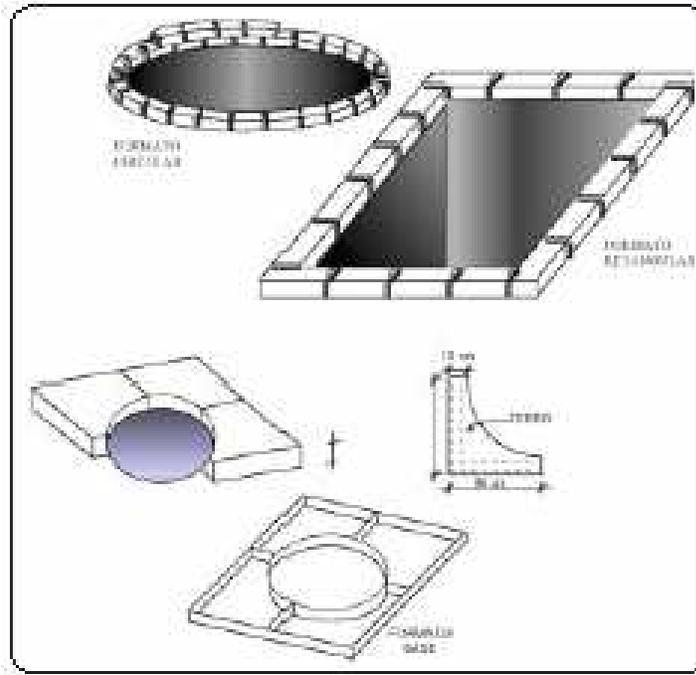
##### b) assentamento da base

O material para a base poderá ser: tijolos, madeira, concreto armado, blocos de concreto, etc.

A finalidade da base é fazer a distribuição uniforme do peso da casinha sobre o terreno, servir de apoio ao piso e proteger a fossa, impedindo a entrada de pequenos animais (barata, roedores, etc.).

A base deve elevar-se cerca de 20cm da superfície do solo.

**Figura 14 . Base de tijolo e base pré-fabricada de concreto para privada**



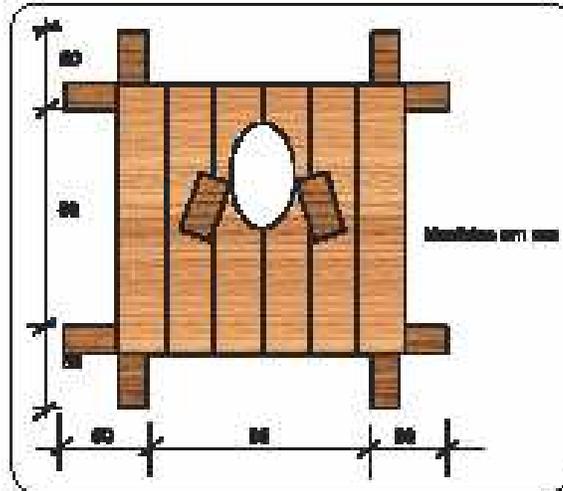
c) piso (laje da privada)

Deve ser assentado horizontalmente sobre a base, fazendo a cobertura da fossa.

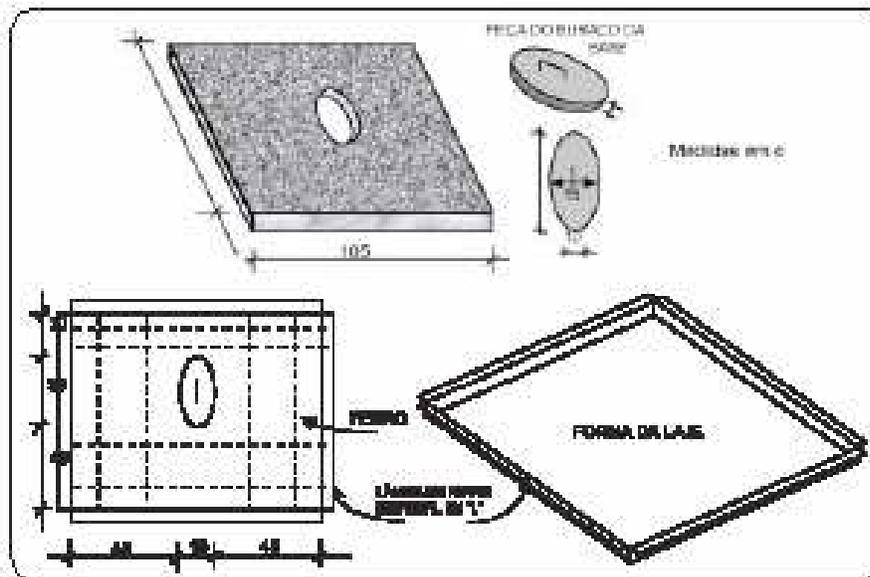
A fim de suportar o peso do usuário, deve ser construído de material resistente, como concreto armado ou madeira de boa qualidade.

O piso dispõe de uma abertura destinada à passagem dos dejetos para dentro da fossa; por motivos de higiene, é preferível não instalar assento sobre a mesma. Entretanto, deve-se atender, neste particular, aos hábitos e costumes da população.

**Figura 15 . Base e piso de madeira para privada**



**Figura 16 . Laje de concreto para piso de privada**



d) aterro de proteção (montículo)

Aproveitando a própria terra retirada na escavação da fossa, fazer um aterro compactado até a altura da base, formando uma plataforma, em torno da privada. Sua finalidade é proteger a base, desviar as águas de chuva e dificultar a penetração de roedores.

Para maior durabilidade, é aconselhável gramar o montículo.

e) casinha

A finalidade da casinha é abrigar o usuário e completar a proteção da fossa.

É conveniente que o recinto seja mantido em penumbra para evitar a presença de

moscas. Por isso, a porta deverá permanecer fechada e a ventilação ser feita através de pequenas aberturas no topo das paredes.

Se, por um lado, as dimensões estão condicionadas ao custo mínimo, por outro devem oferecer conforto ao usuário.

A área recomendada para o piso é de 1,00m<sup>2</sup> e a altura das paredes, 2,00m na frente e 1,75m atrás. Quanto à cobertura, deverá ter um beiral de 0,30m, a fim de proteger as paredes.

Existe uma grande variedade de materiais empregados na confecção da casinha.

Entretanto, a preferência será dada àqueles de maior disponibilidade, menor custo e maior resistência:

- para as paredes: tijolos, madeira, adobe, taipa, blocos de concreto, placas de cimento armado, etc.;
- para o telhado: telhas francesa e colonial, chapas onduladas de cimento amianto, zinco e alumínio, placas de cimento armado, etc.

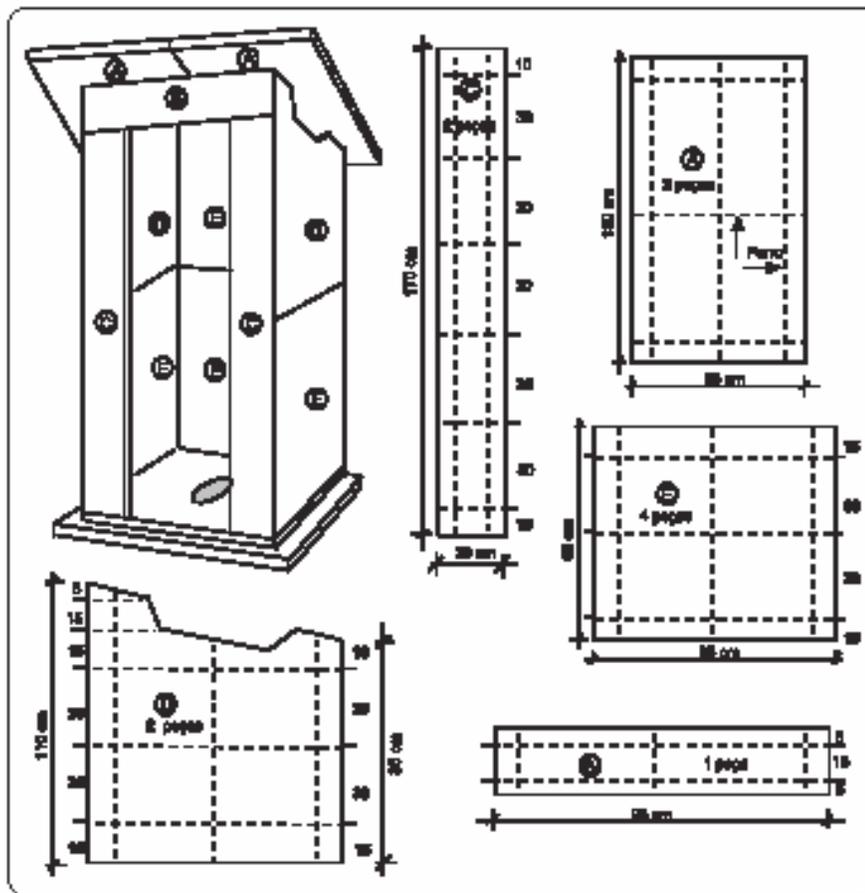
A porta é geralmente construída de madeira. Por uma questão de comodidade, deve ser instalada abrindo para fora: contudo, para ficar melhor protegida e ter maior durabilidade, poderá abrir para dentro.

#### f) casinha pré-fabricada de placas de cimento

Possui paredes e cobertura confeccionadas com placas de cimento armado de 2,5cm de espessura. Em algumas regiões do Brasil, é de custo menor que as casinhas comuns de alvenaria de tijolos; apresentam ainda como vantagens a construção em série, a montagem rápida, a boa resistência à intempérie e o melhor aspecto.

A armação é feita com arame n.º 8 ou 10, arame farpado, vergalhão 3/16. ou ainda tela de arame. A frente é constituída de três placas, sendo uma superior e duas laterais; em uma dessas placas laterais é adaptado um sarrafo ou uma ripa de madeira destinado à montagem da porta. A cobertura compõe-se de duas placas, e as paredes laterais e traseiras, duas ou três placas cada uma. Durante a montagem, as placas serão unidas com arame ou argola e gancho (fundidos na própria placa). O rejuntamento das placas deve ser feito com argamassa de cimento, tomando internamente a forma de bisel.

**Figura 17 . Casinha pré-fabricada em placas de cimento**



g) tampa da privada

A abertura do piso deve ser mantida fechada quando a privada não estiver em uso, a fim de evitar a proliferação de moscas e mosquitos.

h) ventilação

O acúmulo de gases do interior da fossa resulta no seu desprendimento abrupto, no momento em que o usuário retirar a tampa do buraco do piso. A fim de evitar essa condição desconfortável, recomenda-se instalar tubo de ventilação da fossa, localizando-o na parte interna da casinha, junto à parede, com a extremidade superior acima do telhado.

**8.1.1.5. Manutenção**

Sendo fossa seca é contra-indicado o lançamento de água no seu interior; serão lançados apenas os dejetos e o papel higiênico (papel de limpeza). Entretanto, se ocorrer mau cheiro, recomenda-se empregar pequenas porções de

sais alcalinizantes, como sais de sódio, cálcio e potássio, sendo comum o uso de cal ou cinza.

Justifica-se essa medida pelo mau cheiro que o excreta desprende em fase da digestão ácida (séptica). No início da digestão, há tendência para o desenvolvimento de bactérias próprias do meio ácido, responsáveis pela produção de compostos voláteis mal cheirosos como ácido sulfídrico, mercaptanas, escatol, ácido caprílico, butírico e outros. Entretanto, com pH elevado, haverá o desenvolvimento de bactérias responsáveis pela produção de gases inodoros, como metana e gás carbônico.

A porta da casinha deve estar sempre fechada e o buraco tampado quando a fossa estiver fora de uso.

#### 8.1.1.6. Vantagens e desvantagens

##### a) vantagens

- baixo custo;
- simples operação e manutenção;
- não consome água;
- risco mínimo à saúde;
- recomendada p/ áreas de baixa e média densidade
- aplicável a tipos variados de terrenos;
- permite o uso de diversos materiais de construção.

##### b) desvantagens

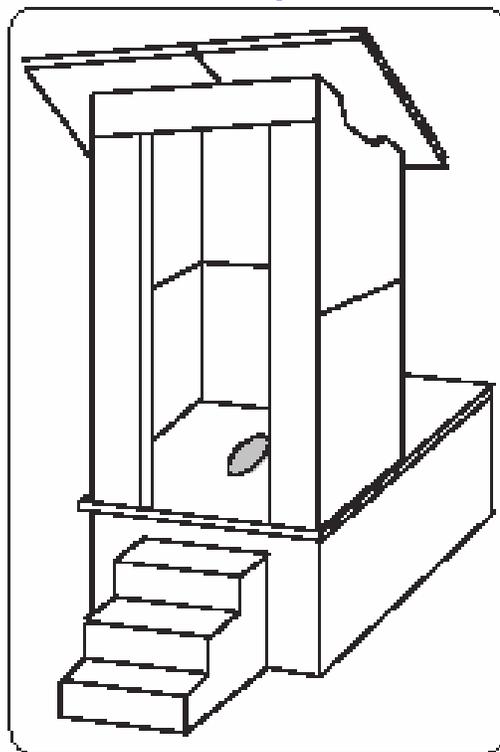
- imprópria para áreas de alta densidade;
- podem poluir o subsolo;
- requer solução para outras águas servidas.

### 8.1.2. Privada com fossa estanque

#### 8.1.2.1. Definição

Consta de um tanque destinado a receber os dejetos, diretamente, sem descarga de água, em condições idênticas a privada de fossa seca.

**Figura 18 . Privada com fossa estanque**



#### 8.1.2.2. Indicação

a) esta solução é adotada geralmente em:

- zonas de lençol muito superficial;
- zonas rochosas ou terrenos muito duros;
- terrenos facilmente desmoronáveis;
- lotes de pequenas proporções, onde há perigo de poluição de poços de suprimento de água.

#### 8.1.2.3. Dimensionamento

O tanque da fossa estanque deverá ter capacidade para armazenar até 1.000 litros de excretas.

#### 8.1.2.4. Detalhes construtivos

O tanque deve ser construído de concreto ou alvenaria, e totalmente impermeabilizado.

Para uma família de cinco pessoas, um tanque de 1.000 litros ficará cheio após o período de um ano. Nessa ocasião o tanque será esvaziado por uma tampa atrás da casinha;  
o material retirado será imediatamente enterrado, não se prestando para adubo.

#### 8.1.2.6. Vantagens e desvantagens

##### a) vantagens

- baixo custo;
- fácil construção;
- simples operação e manutenção;
- não consome água;
- mínimo risco à saúde;
- não polui o solo;
- a solução poderá ser definitiva.

##### b) desvantagens

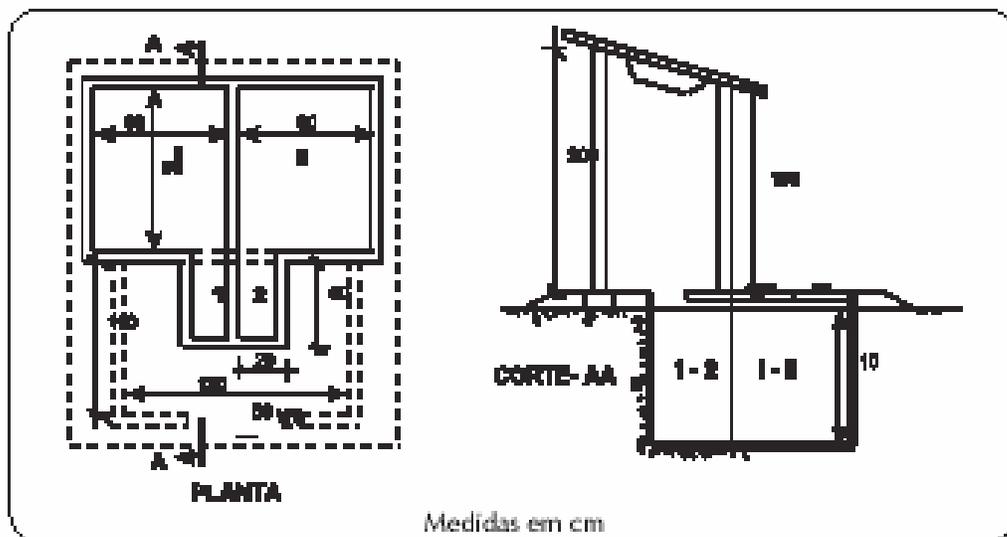
- imprópria para áreas de alta densidade;
- requer soluções para as outras águas servidas.

#### 8.1.3. Privada com fossa de fermentação (tipo Cynamon)

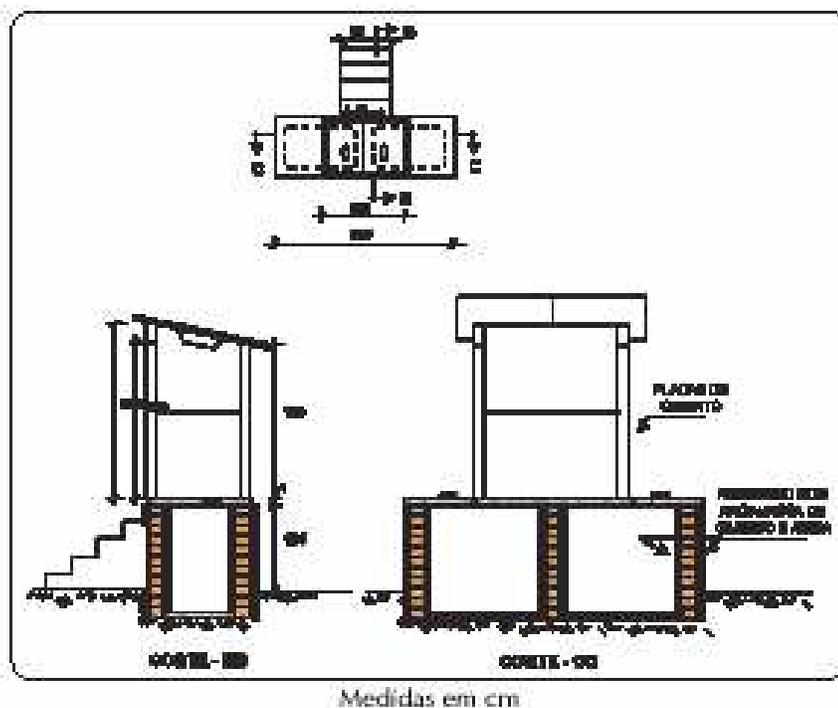
##### 8.1.3.1. Definição

Consta essencialmente de duas câmaras (tanques) contíguas e independentes destinadas a receber os dejetos, tal qual nas privadas de fossa seca.

**Figura 19 . Privada com fossa de fermentação enterrada (tipo Cynamon)**



**Figura 20 . Privada com fossa de fermentação apoiada na superfície do solo (tipo Cynamon)**



### 8.1.3.2. Indicação

Apropriada para outros tipos de terrenos desfavoráveis à construção de privada de fossa seca.

### 8.1.3.3. Funcionamento

Para facilitar a compreensão do seu funcionamento, chama-se de I e II as duas câmaras:

- isolar a câmara II, vedando a respectiva tampa no interior da casinha;
- usar a câmara I, até esgotar a sua capacidade. Para uma família de seis pessoas, a câmara ficará cheia em um ano, aproximadamente;
- isolar a câmara I, vedando a respectiva tampa. O material acumulado sofrerá fermentação natural;
- usar a câmara II, até esgotar a sua capacidade. Durante o período de uso, o material da câmara I terá sido mineralizado;
- retirar o material da câmara I, removendo as respectivas tampas externas recolocando-as após. Por ocasião da limpeza, é necessário deixar pequena porção de material já fermentado, a fim de auxiliar o reinício da fermentação;
- isolar a câmara II e usar a câmara I, como anteriormente.

### 8.1.3.4. Detalhes construtivos

De acordo com o tipo de solo, as privadas de fermentação poderão ter tanques enterrados, semi-enterrados, ou totalmente construídos na superfície do terreno, cujas dimensões mais usuais estão representadas nas figuras 92 e 93.

O revestimento das câmaras é em função das características do solo e da área de locação da privada. Entretanto, considerando que este tipo de privada constitui uma solução muito durável (praticamente definitiva), será conveniente fazer o revestimento em quaisquer circunstâncias, inclusive em terrenos firmes, onde seria dispensável. Em terrenos encharcados e em lugares onde haja riscos de contaminação de poços, as paredes e o fundo serão necessariamente construídos de concreto ou de tijolos e impermeabilizados com argamassa de cimento.

As câmaras compõem-se de um corpo principal (I e II) e de um apêndice (1 e 2), que se comunica com o interior da casinha para receber os dejetos.

A escavação das fossas deve começar pelo corpo principal, seguindo-se a escavação dos apêndices.

A casinha é construída sobre este apêndice de tal forma que o corpo principal das câmaras fique atrás da parede dos fundos.

As câmaras são providas, cada uma, de tampas removíveis, subdivididas para facilitar a remoção. A fim de evitar a entrada de águas de chuva, as tampas deverão ficar bem unidas e rejuntadas com argamassa pobre de cal e cimento.

Para evitar o alagamento nas épocas de chuva, a privada será circundada com aterro bem compactado. No caso de ser construída em encosta de morro, deve ter valetas para desvio de enxurradas.

A estrutura da casinha é semelhante à da privada de fossa seca, podendo-se empregar os mais diversos tipos de materiais.

#### 8.1.3.5. Vantagens e desvantagens

##### a) vantagens

- pode ser adotada em todas as situações idênticas àquelas em que se aplica a fossa seca;
- pode ser aplicada em locais de lençol de água mais próximo da superfície, porque a profundidade das câmaras é de apenas 1,00m. Em casos mais difíceis, a privada poderá ser elevada do solo;
- também pode ser aplicada em terrenos rochosos em que a escavação poderá ser mais rasa, ficando as câmaras semi-enterradas;
- tem duração maior que a fossa seca. A solução é praticamente definitiva;
- encarecimento é relativamente pequeno em relação à fossa executada em terrenos de idênticas condições; apenas o custo da casinha será um pouco maior;
- volume de terra a ser escavado é o mesmo;
- a escavação é mais fácil, já que as câmaras são mais rasas;
- em igualdade de condições de terreno, a quantidade de material usado no revestimento e o trabalho requerido é o mesmo.

##### b) desvantagens

- imprópria para áreas de alta densidade populacional;
- requer solução para outras águas servidas.

#### 8.1.4. Privada química

##### 8.1.4.1. Definição

É constituída de um tanque cilíndrico , de aço inoxidável, contendo solução de soda cáustica (NaOH), destinado a receber os dejetos procedentes de uma bacia sanitária comum. Esse tanque é removível.

##### 8.1.4.2. Indicação

Devido ao seu custo elevado, só é aplicável em circunstâncias especiais: acampamentos, colônias de férias, ônibus, aviões, etc.

### 8.1.4.3. Funcionamento

A soda cáustica no interior do cilindro, liquefaz o material sólido e destrói as bactérias, os ovos de helmintos e outros microorganismos. A dosagem recomendada é de 10kg de soda cáustica para 50 litros de água.

Periodicamente, o tanque é esvaziado e reabastecido com nova porção de solução química. A OMS recomenda cuidados especiais nos pontos de recepção e esvaziamento, objetivando a saúde coletiva e a dos manipuladores. Devem os locais ter água quente e fria e o esvaziamento ser auxiliado por dispositivos mecânicos evitando o manuseio direto.

## 8.2. Onde existe água encanada

### 8.2.1. Privada com vaso sanitário

#### 8.2.1.1. Definição

Consta de uma bacia especialmente construída para recolher os dejetos e permitir seu afastamento por um sistema de transporte hídrico.

A bacia é dotada de sifão, o qual estabelece um fecho hidráulico que impede o refluxo de gases provenientes da rede de esgotos ou de outras instalações de destino final.

A maioria das bacias tem forma especial com assento. O tipo denominado bacia turca possui pisadores onde o usuário apoia os pés ficando de cócoras.

O vaso sanitário é geralmente construído de louça ou cerâmica esmaltada. Este material é o mais recomendado por ser de fácil limpeza e conservação. Desde que sejam asseguradas boas condições de resistência e facilidade de limpeza, pode-se instalar vasos sanitários rústicos, feitos de cimento e tijolos, barro vidrado ou cimento polido.

O uso da privada de vaso sanitário exige a instalação de dispositivos para a descarga de água. A solução recomendada é a caixa de descarga, a qual implica na existência de água encanada, é tolerável, nesse caso, dispor de depósito de água dentro da casinha da

privada. Haverá sempre à mão uma vasilha, para que com ela a água seja jogada dentro do vaso.

Em alguns casos esse dispositivo poderá ser utilizado para que a casinha possa também servir como local de banho.

### 8.2.1.2. Destino do esgoto doméstico

O esgoto doméstico (água residuária de atividade higiênica e/ou de limpeza), deve ser conduzido, preferencialmente, à rede pública de esgoto, quando houver dispositivos de tratamento no final da rede. Não havendo rede pública, o esgoto doméstico poderá ser levado a um tanque séptico ou tanque Imhoff e o efluente, desses tanques, poderá ser conduzido a sumidouro, vala de infiltração ou vala de filtração. Em condições especiais, o esgoto doméstico poderá ser ligado diretamente a um sumidouro ou poço absorvente.

## 9. Soluções coletivas para tratamento e destinação final dos esgotos

À medida que as comunidades e a concentração humana tornam-se maiores, as soluções individuais para remoção e destino do esgoto doméstico devem dar lugar às soluções de caráter coletivo denominadas sistema de esgotos.

### 9.1. Tipos de esgotos

a) esgotos domésticos: incluem as águas contendo matéria fecal e as águas servidas, resultantes de banho e de lavagem de utensílios e roupas;

b) esgotos industriais: compreendem os resíduos orgânicos, de indústria de alimentos, matadouros, etc; as águas residuárias agressivas, procedentes de indústrias de metais, etc; as águas residuárias procedentes de indústrias de cerâmica, água de refrigeração, etc;

c) águas pluviais: são as águas procedentes das chuvas;

d) água de infiltração: são as águas do subsolo que se introduzem na rede.

### 9.2. Tipos de sistemas

a) sistema unitário

Consiste na coleta de águas pluviais, dos esgotos domésticos e dos despejos industriais em um único coletor.

Além da vantagem de permitir a implantação de um único sistema, é vantajoso quando for previsto o lançamento do esgoto bruto, sem inconveniente em um corpo receptor próximo.

No dimensionamento do sistema deve ser previstas as precipitações máximas com período de recorrência geralmente entre cinco e dez anos.

Como desvantagem, apresenta custo de implantação elevado e problemas de deposições de material nos coletores por ocasião da estiagem.

Quanto ao tratamento, o custo de implantação é também elevado tendo em vista que a estação deve ser projetada com capacidade máxima que, no sistema unitário, ocorre durante as chuvas. Outrossim, a operação é prejudicada pela brusca variação da vazão na época das chuvas, afetando do mesmo modo a qualidade do efluente.

#### b) sistema separador absoluto

Neste sistema, o esgoto doméstico e o industrial ficam completamente separados do esgoto pluvial. É o sistema adotado no Brasil.

O custo de implantação é menor que o do sistema anterior, em virtude das seguintes razões:

- as águas pluviais não oferecem o mesmo perigo que o esgoto doméstico, podendo ser encaminhadas aos corpos receptores (rios, lagos, etc.) sem tratamento; este será projetado apenas para o esgoto doméstico;
- nem todas as ruas de uma cidade necessitam de rede de esgotamento pluvial. De acordo com a declividade das ruas, a própria sarjeta se encarregará do escoamento, reduzindo assim, a extensão da rede pluvial;
- esgoto doméstico deve ter prioridade, por representar um problema de saúde pública. O diâmetro dos coletores é mais reduzido;
- nem todo esgoto industrial pode ser encaminhado diretamente ao esgoto sanitário.
- Dependendo de sua natureza e das exigências regulamentares, terá que passar por tratamento prévio ou ser encaminhado à rede própria.
- Sistema misto

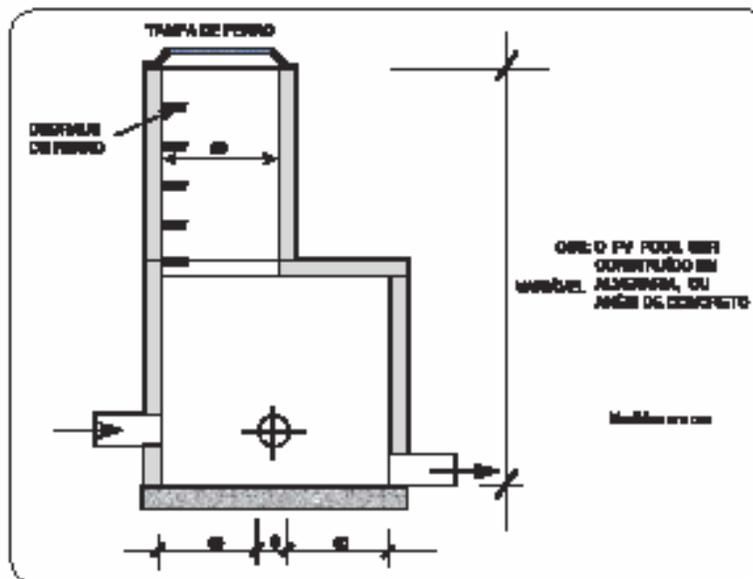
A rede é projetada para receber o esgoto sanitário e mais uma parcela das águas pluviais. A coleta dessa parcela varia de um país para outro. Em alguns países colhe-se apenas as águas dos telhados; em outros, um dispositivo colocado nas bocas de lobo recolhe as águas das chuvas mínimas e limita a contribuição das chuvas de grande intensidade.

## 9.3. Sistema público convencional

### 9.3.1. Partes constitutivas do sistema

- a) ramal predial: são os ramais que transportam os esgotos das casas até a rede pública de coleta;
- b) coletor de esgoto: recebem os esgotos das casas e outras edificações, transportando-os aos coletores tronco;
- c) coletor tronco: tubulação da rede coletora que recebe apenas contribuição de esgoto de outros coletores;
- d) interceptor: os interceptores correm nos fundos de vale margeando cursos d'água ou canais. São responsáveis pelo transporte dos esgotos gerados na sub-bacia, evitando que os mesmos sejam lançados nos corpos d'água. Geralmente possuem diâmetro maiores que o coletor tronco em função de maior vazão;
- e) emissário: são similares aos interceptores, diferenciando apenas por não receber contribuição ao longo do percurso;
- f) poços de visita (PV): são câmaras cuja finalidade é permitir a inspeção e limpeza da rede. Os locais mais indicados para sua instalação são:
- início da rede;
  - nas mudanças de: (direção, declividade, diâmetro ou material), nas junções e em trechos longos. Nos trechos longos a distância entre PVs deve ser limitada pelo alcance dos equipamentos de desobstrução.

**Figura 21 . Poço de visita**



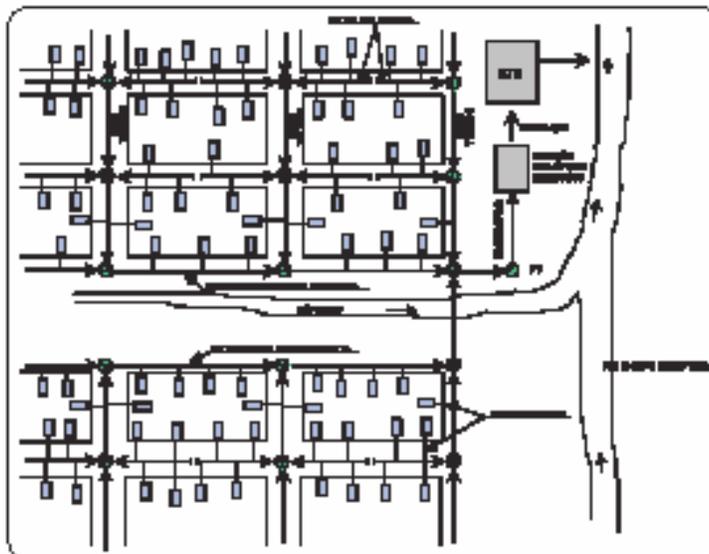
g) elevatória: quando as profundidades das tubulações tornam-se demasiadamente elevadas, quer devido à baixa declividade do terreno, quer devido à necessidade de se transpor uma elevação, torna-se necessário bombear os esgotos para um nível mais elevado. A partir desse ponto, os esgotos podem voltar a fluir por gravidade.

h) estação de Tratamento de Esgotos (ETE): a finalidade da ETE é a de remover os poluentes dos esgotos, os quais viriam causar uma deterioração da qualidade dos cursos d.água. Um sistema de esgotamento sanitário só pode ser considerado completo se incluir a etapa de tratamento. A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), pode dispor de alguns dos seguintes itens, ou todos eles:

- grade;
- desarenador;
- sedimentação primária;
- estabilização aeróbica;
- filtro biológico ou de percolação;
- lodos ativados;
- sedimentação secundária;
- digestor de lodo;
- secagem de lodo;
- desinfecção do efluente.

i) disposição final: após o tratamento, os esgotos podem ser lançados ao corpo d.água receptor ou, eventualmente, aplicados no solo. Em ambos os casos, há que se levar em conta os poluentes eventualmente ainda presentes nos esgotos tratados, especialmente organismos patogênicos e metais pesados. As tubulações que transportam estes esgotos são também denominadas emissário.

**Figura 22 . Partes constitutivas do sistema convencional**



Fonte: Adaptado Branco, 1995.

## 9.4. Sistema condominial

O sistema condominial de esgotos é uma solução eficiente e econômica para esgotamento sanitário desenvolvida no Brasil na década de 1980. Este modelo se apóia, fundamentalmente, na combinação da participação comunitária com a tecnologia apropriada.

Esse sistema proporciona uma economia de até 65% em relação ao sistema convencional de esgotamento, graças às menores extensão e profundidade da rede coletora e à concepção de microssistemas descentralizados de tratamento.

O nome Sistema Condominial é em função de se agregar o quarteirão urbano com a participação comunitária, formando o condomínio, semelhante ao que ocorre num edifício de apartamentos (vertical); dele se distingue, todavia, por ser informal quanto à sua organização e por ser horizontal do ponto de vista físico.

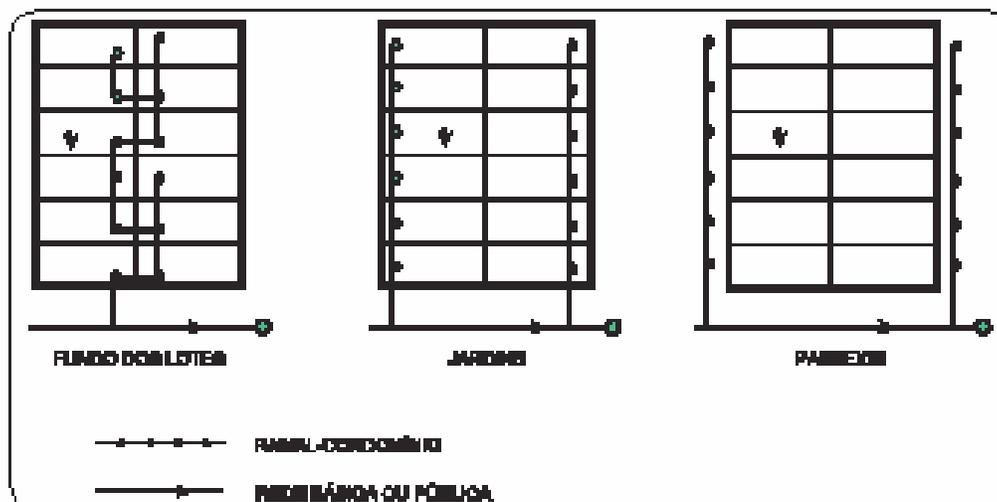
Desse modo, a rede coletora básica ou pública apenas tangência o quarteirão-condomínio ao invés de circundá-lo como no sistema convencional. As edificações são conectadas a essa rede pública por meio de ligação coletiva ao nível do condomínio (Ramal condominial), cuja localização, manutenção e, às vezes, a execução são acordadas coletivamente, no âmbito de cada condomínio e com o prestador do serviço, a partir de um esquema de divisão de responsabilidade entre a comunidade interessada e o poder público.

### 9.4.1. Partes constitutivas do sistema

a) ramal condominial: rede coletora que reúne os efluentes das casas que compõem um condomínio e pode ser:

- de passeio: quando o ramal condominial passa fora do lote, no passeio em frente a este a aproximadamente 0,70m de distância do muro;
- de fundo de Lote: quando o ramal condominial passa por dentro do lote, no fundo deste. Esta é a alternativa de menor custo pois desta maneira é possível esgotar todas as faces de um conjunto com o mesmo ramal;
- de jardim: quando o ramal condominial passar dentro do lote, porém na frente do mesmo.

**Figura 23 . Tipos mais comuns de ramal condominial**



Fonte: Camb, 1997.

#### c) topografia

Com a opção definida, inicia-se o levantamento topográfico, o que é feito por conjunto e por tipo de ramal, onde a unidade considerada é o lote. Esse levantamento é executado com mangueira de nível e deve definir:

- profundidade da ligação predial de cada lote;
- um RN (referencial) para cada inspeção (geralmente marcado num poste);
- uma caixa de inspeção (CI) para cada lote;
- cota do terreno de todas as CIs e Tês;
- CI no início do ramal de passeio;
- CI externa, na saída dos ramais para ligação com PV (poço de visita), quando necessário;
- lançamento das CIs externas o mais próximo possível dos muros garantindo que fiquem protegidas, ao máximo, de tráfego de veículos;
- demarcação dos ramais a aproximadamente 0,70m do muro dos lotes;
- localização de CI na direção da ligação predial do morador;
- desviar as CIs das entradas de garagens ou no mínimo da faixa de passagem dos pneus do carro para evitar quebra das mesmas.

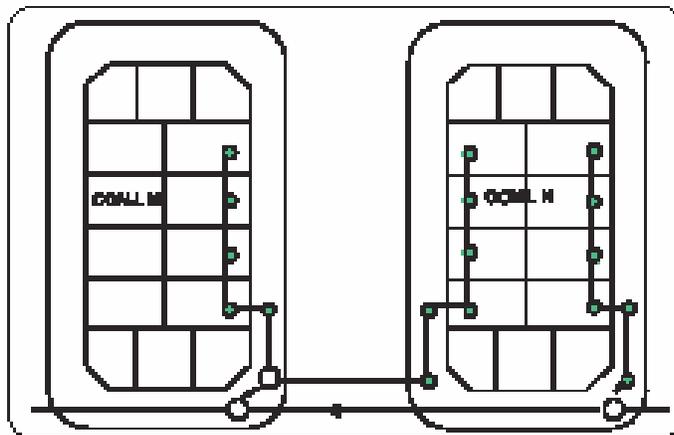
#### d) projeto do ramal condominial

Na elaboração do projeto executivo, deve-se garantir que o morador seja atendido pelo ramal e que este tenha lançamento favorável em pelo menos um ponto da rede básica ou pública. Para tanto deve ser previsto:

- profundidade mínima da CI abaixo da cota da ligação predial do morador;

- profundidade e declividade mínima do ramal em função do item anterior e nunca menor que 0,5%;
- evitar desvio do ramal;
- ligação da CI ao ramal de passeio através de um Tê;
- CIs intermediárias para o ramal de passeio a cada 50m;
- lançamento do ramal condominial na almofada do PV, formando uma canaleta de seção mínima de 50% da tubulação;
- sempre que possível será eliminada a última CI dos ramais, sendo estes, ligados direto à rede básica ou pública.
- Nos casos em que não estão previstos CIs para ligação do ramal o mesmo será ligado à última CI do outro ramal, evitando uma entrada a mais na CI da rede pública, já que esta terá número limitado de entradas.
- a última CI do ramal será de diâmetro de 0,60m somente quando a profundidade for maior que 0,90m e quando houver interligação de mais de um ramal;

**Figura 24 . Ligação de dois ramais de conjuntos diferentes numa mesma CI**



Fonte: Camêlo, 1997.

- todas as ligações dos ramais à rede pública serão em CIs ou PVs e em sentido do fluxo;
- a profundidade da última CI quando houver interligação entre ramais, com corte de pista, será de 1 metro;
- as redes no passeio, inclusive a ligação à rede pública, será de PVC.

e) considerações para projeto

Na realidade a rede pública é uma rede convencional do ponto de vista hidráulico, portanto deveria ser dimensionada em conformidade com as recomendações técnicas usuais.

f) diâmetro mínimo

As redes coletoras do sistema convencional adotavam o diâmetro mínimo de 150mm apesar das normas vigentes não colocarem nenhuma restrição quanto à utilização do diâmetro de 100mm, **desde que atenda ao dimensionamento hidráulico.**

### Quadro 2 . Diâmetro mínimo

Tipo de rede	Diâmetro mínimo
Ramal condominial	100mm
Rede básica ou pública	100mm

g) recobrimento mínimo

No sistema convencional, usualmente as redes coletoras localizam-se no terço médio mais baixo das ruas. Já no sistema condominial este procedimento é evitado e procura-se sempre que possível lançar as redes no passeio, fora das ruas pavimentadas onde há tráfego de veículos.

Com isso é permitido reduzirmos o recobrimento das tubulações sem contudo oferecer riscos de rompimento das mesmas e também sem ferir as recomendações das normas vigentes que são:

### Quadro 3 . Recobrimento mínimo

Localização do Coletor	Recobrimento mínimo
No leito de via de tráfego	0,90m
No passeio	0,65m

h) profundidade mínima

A profundidade mínima da tubulação deve ser tal que permita receber os efluentes por gravidade e proteger a tubulação contra tráfego de veículos e outros impactos. No caso do ramal condominial, a profundidade mínima será aquela que esteja abaixo da cota de ligação predial do morador, garantindo que este seja atendido.

De forma a se obter o menor volume de escavação, deve-se adotar sempre que possível a declividade da tubulação igual à do terreno e a profundidade da rede será mantida igual à mínima sempre que a declividade do terreno for superior à declividade mínima.

### Quadro 4 . Profundidade mínima adotada

Tipo de rede	Profundidade mínima
Ramal condominial de passeio	0,70m
Ramal condominial de jardim	0,40m

Ramal condominial de fundo de lote	0,40m
Rede pública no passeio	0,80m
Rede pública na rua	1,00m

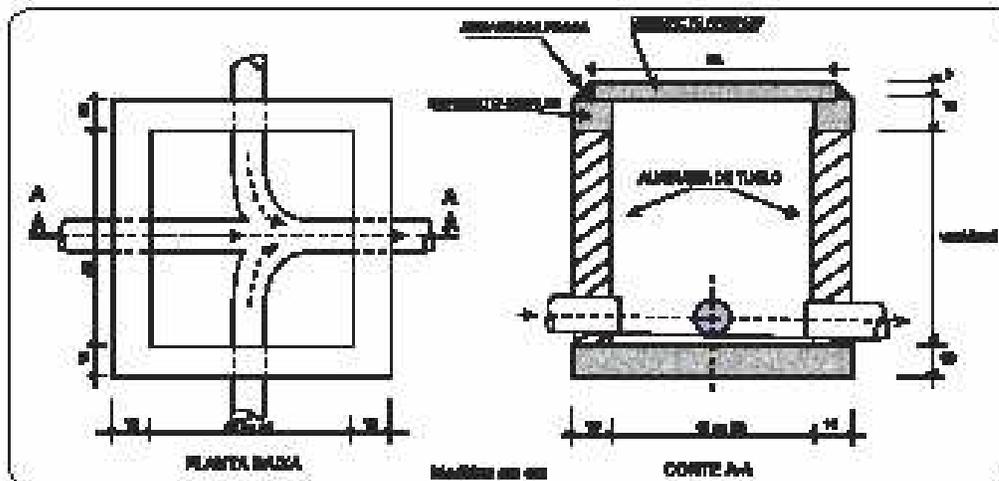
i) elementos de inspeção

Tem como objetivo permitir o acesso de homens ou equipamentos às redes, para proceder à limpeza e à desobstrução. No sistema condominial os elementos utilizados são:

- caixa de inspeção com diâmetro ou largura de 0,40m:
  - uma dentro de cada lote para efetuar a ligação predial quando a profundidade do coletor for até 0,90m;
- no ramal condominial para mudança de direção;
  - no ramal de passeio poderá substituir o diâmetro da caixa de 0,60m quando a profundidade da mesma for até 0,90m.
- caixa de inspeção com diâmetro ou largura de 0,60m:
  - na rede básica ou pública em substituição aos PVs sempre que a profundidade do coletor for até 1,20m e estiver no passeio;
  - nos ramais condominiais de passeio a cada 50m ou fração, quando a profundidade do coletor for de 0,90m até 1,20m;
  - no final de cada conjunto residencial antes de interligar o ramal condominial interno à rede básica, sempre que houver interseção de ramais;
  - dentro de cada lote substituindo as CIs de 0,40m, quando a profundidade for de 0,90m até 1,20m;
  - nos ramais condominiais de passeio para mudança de direção, quando a profundidade do coletor for de 0,90m até 1,20m;
  - uma no meio de cada conjunto, nos ramais condominiais de passeio, quando a profundidade do coletor for de 0,90m até 1,20m.
- poços de visita com diâmetro ou largura de 1,00m:
  - na reunião de dois ou mais trechos de coletores públicos;
  - em locais de mudança de direção e de declividade do coletor;
  - ao longo da rede pública a cada 80m ou fração;
  - no início da rede.
- caixa de inspeção

As medidas da caixa de inspeção podem ser de diâmetro ou largura de 40cm ou 60cm.

**Figura 25 Caixa de inspeção largura de 40cm ou 60cm**



## 9.5. Tratamento dos esgotos

### 9.5.1. Tanque séptico

#### 9.5.1.1. Histórico

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.

#### 9.5.1.2. Definição

Os tanques sépticos são câmaras fechadas com a finalidade de deter os despejos domésticos, por um período de tempo estabelecido, de modo a permitir a decantação dos sólidos e retenção do material graxo contido nos esgotos transformando-os bioquimicamente, em substâncias e compostos mais simples e estáveis. Supondo-se uma vazão do esgoto de 150 l/dia o tanque séptico poderá ser empregado para tratamento a nível primário de até, um máximo de 500 habitantes. Economicamente o tanque séptico é recomendado para até 100

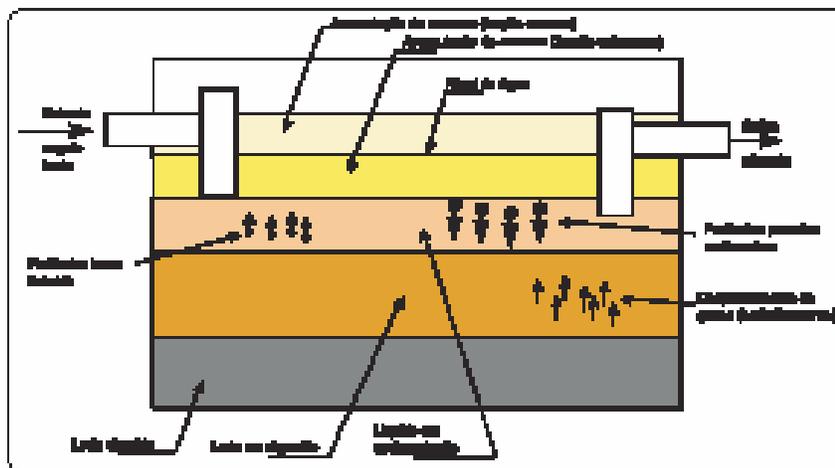
habitantes. Esse sistema requer que as residências disponham de suprimento de água.

### 9.5.1.3. Funcionamento

a) 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 13);

b) 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.

**Figura 26 Funcionamento geral de um tanque séptico**



Fonte: ABNT-NBR nº 7.220/1992.

Parte dos sólidos não decantados, formados por óleos, graxas, gorduras e outros materiais misturados com gases é retida na superfície livre do líquido, no interior do tanque séptico, denominados de espuma;

c) digestão: tanto o lodo como a espuma são atacados por bactérias anaeróbias, provocando uma destruição total ou parcial de organismos patogênicos;

d) redução de volume: da digestão, resultam gases, líquidos e acentuada redução de volume dos sólidos retidos e digeridos, que adquirem características estáveis capazes de permitir que o efluente líquido do tanque séptico possa ser lançado em melhores condições de segurança do que as do esgoto bruto.

### 9.5.1.4. Afluentes do tanque séptico

O tanque séptico é projetado para receber todos os despejos domésticos (de cozinhas, lavanderias domiciliares, lavatórios, vasos sanitários, bidês, banheiros, chuveiros, mictórios, ralos de piso de compartimento interior, etc.). É recomendada a instalação de caixa de gordura na canalização que conduz despejos das cozinhas para o tanque séptico.

São vetados os lançamentos de qualquer despejo que possam causar condições adversas ao bom funcionamento dos tanques sépticos ou que apresentem um elevado índice de contaminação.

#### a) caixa de gordura

As águas servidas, destinadas aos tanques sépticos e ramais condominiais, devem passar por uma caixa especialmente construída com a finalidade de reter as gorduras. Essa medida tem por objetivo prevenir a colmatação dos sumidouros e obstrução dos ramais condominiais.

**Figura 27 Caixa de gordura**



#### 9.5.1.5. Dimensionamento (ABNT - NBR n° 7.229/1993)

##### a) fórmula para tanque séptico de uma câmara

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

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 (tabela 3)

T = Período de detenção, em dias (tabela 4)

K = Taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (tabela 5)

Lf = Contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia ou em litro/unidade x dia (tabela 3)

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

<b>Prédio</b>	<b>Unidade</b>	<b>Contribuição de esgoto (C)</b>	<b>Contribuição de lodo fresco (Lf)</b>
<b>1 . Ocupantes permanentes</b>			
Residência:			
- Padrão alto;	pessoa/litros	160	1
- Padrão médio;	pessoa/litros	130	1
- Padrão baixo;	pessoa/litros	100	1
- Alojamento provisório.	pessoa/litros	80	1
<b>2. Ocupantes temporários</b>			
Fábrica em geral;			
- Escritório;	pessoa/litros	70	0,3
- Edifícios públicos ou comerciais;	pessoa/litros	50	0,2
- Escola (externatos) e locais de longa permanência;	pessoa/litros	50	0,2
- Bares;	pessoa/litros	50	0,2
- Restaurantes e similares;	pessoa/litros	6	0,1
- Cinema teatros e locais de curta permanência;	refeições	25	0,1
	lugar	2	0,02
Sanitários públicos*.	vaso	480	4

(\*) Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio, etc.).  
Fonte: ABNT-NBR n.º 7.229/1993.

**Tabela 4 . Período de detenção (T) dos despejos, por faixa de contribuição diária**

<b>Contribuição Diária (L)</b>	<b>Tempo de Detenção (T)</b>	
	<b>Dias</b>	<b>Horas</b>
<b>Até 1.500</b>	<b>1,00</b>	<b>24</b>
<b>De 1.501 a 3.000</b>	<b>0,92</b>	<b>22</b>
<b>De 3.001 a 4.500</b>	<b>0,83</b>	<b>20</b>
<b>De 4.501 a 6.000</b>	<b>0,75</b>	<b>18</b>
<b>De 6.001 a 7.500</b>	<b>0,67</b>	<b>16</b>
<b>De 7.501 a 9.000</b>	<b>0,58</b>	<b>14</b>
<b>Mais que 9.000</b>	<b>0,50</b>	<b>12</b>

Fonte: ABNT-NBR n.º 7.229/1993.

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

Intervalos 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

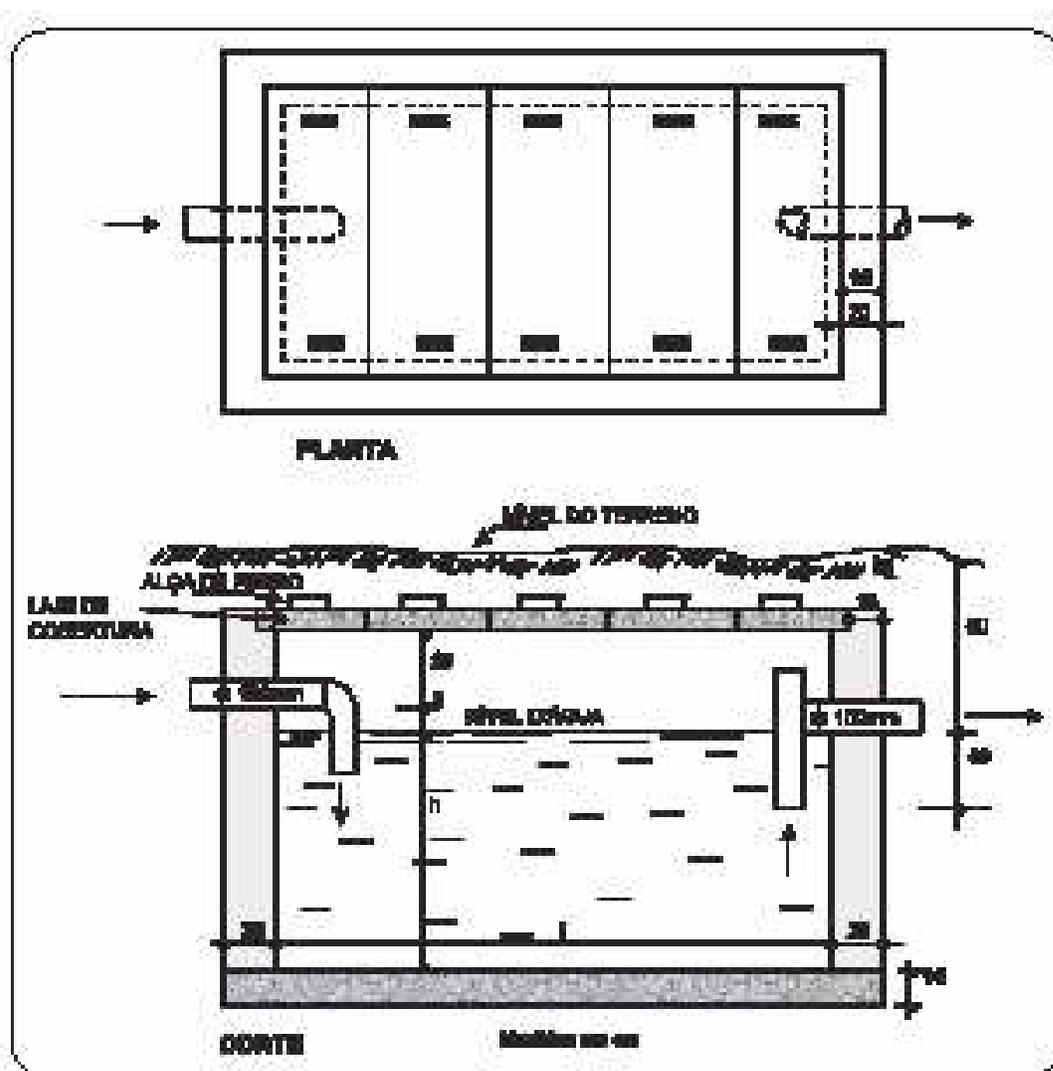
Fonte: ABNT-NBR nú 7.229/1993.

**Tabela 6 . Profundidade útil mínima e máxima por faixa de volume útil**

Volume útil (m <sup>3</sup> )	Profundidade Útil Mínima (m)	Profundidade Útil Máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10	1,50	2,50
Mais de 10	1,80	2,80

Fonte: ABNT-NBR nú 7.229/1993.

Figura 28 . Tanque séptico prismático



#### 9.5.1.6. Disposição do efluente líquido dos tanques sépticos

O efluente líquido é potencialmente contaminado, com odores e aspectos desagradáveis, exigindo, por estas razões, uma solução eficiente de sua disposição.

Entre os processos eficientes e econômicos de disposição do efluente líquido das fossas têm sido adotados os seguintes tipos:

- diluição (corpos d.água receptores): para o tanque séptico a proporção é de 1:300;
- sumidouro;
- vala de infiltração e filtração;
- filtro de areia;
- filtro anaeróbio.
- A escolha do processo a ser adotado deve considerar os seguintes fatores:
  - natureza e utilização do solo;
  - profundidade do lençol freático;
  - grau de permeabilidade do solo;
  - utilização e localização da fonte de água de subsolo utilizada para consumo humano;
  - volume e taxa de renovação das água de superfície.

#### 9.5.1.7. Disposição do lodo e espuma

A parte sólida retida nas fossas sépticas (lodo) deverá ser renovada 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.

Pequeno número de tanques sépticos instalados e de pouca capacidade não apresentam problemas para a disposição do lodo. Nestes casos, o lançamento no solo, a uma profundidade mínima de 0,60m, poderá ser uma solução, desde que o local escolhido não crie um problema sanitário.

Quando o número de tanque séptico for bastante grande ou a unidade utilizada é de grande capacidade, o lodo não poderá ser lançado no solo, mas sim encaminhado para um leito de secagem.

Não é admissível, o lançamento de lodo e espuma removidos dos tanques sépticos, nos corpos de água ou galerias de águas pluviais.

#### 9.5.1.8. Eficiência

A eficiência do tanque séptico é normalmente expressa em função dos parâmetros comumente adotados nos diversos processos de tratamento. Os mais usados são: sólidos em suspensão e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). As quantidades de cloretos, nitrogênio amoniacal, material graxo e outras substâncias podem interessar em casos particulares, quadro 14.

a) sólidos em suspensão

O tanque séptico, projetado e operado racionalmente, poderá obter redução de sólidos em suspensão em torno de 60%.

b) demanda bioquímica de Oxigênio (DBO)

A remoção de DBO poderá ser da ordem de:

- vazão em torno de 2.000l/dia - 35% a 61%;
- vazão em torno de 1.000l/dia - 49% a 60%.

c) influência de outras substâncias

Os esgotos contendo sabões nas proporções normalmente utilizadas, de 20mg/l a 25mg/l, não prejudicam o sistema. No entanto, sob nenhum propósito deverá ser lançado, nos tanques, soluções de soda cáustica, que além da interferência em sua eficiência, provocará a colmatção dos solos argilosos.

Estudos realizados demonstraram não haver qualquer evidência de que os detergentes usualmente utilizados nas residências, nas proporções em que normalmente encontradas nos esgotos, possam ser nocivos para o funcionamento dos tanque sépticos.

### **Quadro 5 . Eficiência das unidades de tratamento**

<b>Unidade de tratamento</b>	<b>Eficiência na remoção de DBO</b>
<b>tanque séptico de câmara única ou de câmaras sobrepostas.</b>	<b>30% a 50%</b>
<b>tanque séptico de câmaras em série.</b>	<b>35% a 65%</b>
<b>valas de filtração.</b>	<b>75% a 95%</b>
<b>filtro anaeróbio.</b>	<b>70% a 90%</b>

#### **9.5.1.9. Operação e manutenção**

- para que ocorra um bom funcionamento, o tanque séptico, antes de entrar em operação, deve ser enchido com água a fim de detectar possíveis vazamentos;
- a remoção do lodo deve ocorrer de forma rápida e sem contato do mesmo com o operador. Para isso recomenda-se a introdução de um mangote, pela tampa de inspeção, para sucção por bombas;
- as valas de filtração ou de infiltração e os sumidouros devem ser inspecionados semestralmente;
- havendo a redução da capacidade de absorção das valas de filtração, infiltração e sumidouros, novas unidades deverão ser construídas;
- . tanto o tanque séptico como o sumidouro, quando abandonados, deverão ser

- enchidos com terra ou pedra.

a) procedimentos práticos para a manutenção

- para a limpeza do tanque séptico, escolher dias e 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, onde o tanque séptico está instalado, um carrinho sobre o qual está montada uma bomba diafragma, para fluídos, de diâmetro de 75mm a 100mm na sucção, manual ou elétrica;
- mangote será introduzido diretamente na caixa de inspeção ou tubo de limpeza quando existir;
- 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% do lodo (ativado) para facilitar o reinício do processo, após a limpeza;
- no fim dessa operação, fazer a higienização do local e equipamentos utilizados.

## 9.5.2. Filtro anaeróbio

### 9.5.2.1. Histórico

Aparentemente nova, a solução é considerada uma das mais antigas e surgiu simultaneamente à evolução dos filtros biológicos convencionais. É importante no entanto informar que a aplicação racional dos filtros anaeróbios teve maior divulgação a partir das experiências realizadas nos Estados Unidos da América, por Perry L. Mc Carty em 1963, 1966 e 1969. No Brasil a escola de engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, confirmou em 1977 a eficiência do filtro, já obtida por Mc Carty, realizando experiências em unidades pilotos.

### 9.5.2.2. Definição

O filtro anaeróbio (formado por um leito de brita nº 4 ou nº 5) está contido em um

tanque de forma cilíndrica ou retangular, que pode ser com fundo falso para permitir o escoamento ascendente de efluente do tanque séptico ou sem fundo falso, mas totalmente cheio de britas.

### 9.5.2.3. Processo

O filtro anaeróbio é um processo de tratamento apropriado para o efluente do tanque séptico, por apresentar resíduos de carga orgânica relativamente baixa e concentração pequena de sólidos em suspensão.

As britas nº 4 ou nº 5, reterão em sua superfície as bactérias anaeróbias (criando um campo de microorganismo), responsáveis pelo processo biológico, reduzindo a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) quadro 5.

### 9.5.2.4. Dimensionamento

A NBR n.º 13.969/1997, preconiza para dimensionamento as seguintes fórmulas:

- Volume útil (V)

onde:

$$V = 1,60 \cdot N \cdot C \cdot T$$

V = Volume útil do leito filtrante em litros;

N = Número de contribuintes;

C = Contribuição de despejos, em litros x pessoa/dia (tabela 3);

T = Tempo de detenção hidráulica, em dias (tabela 4);

- seção horizontal (S)

onde:

$$S = \frac{V}{1,80}$$

V = Volume útil calculado em m<sup>3</sup>;

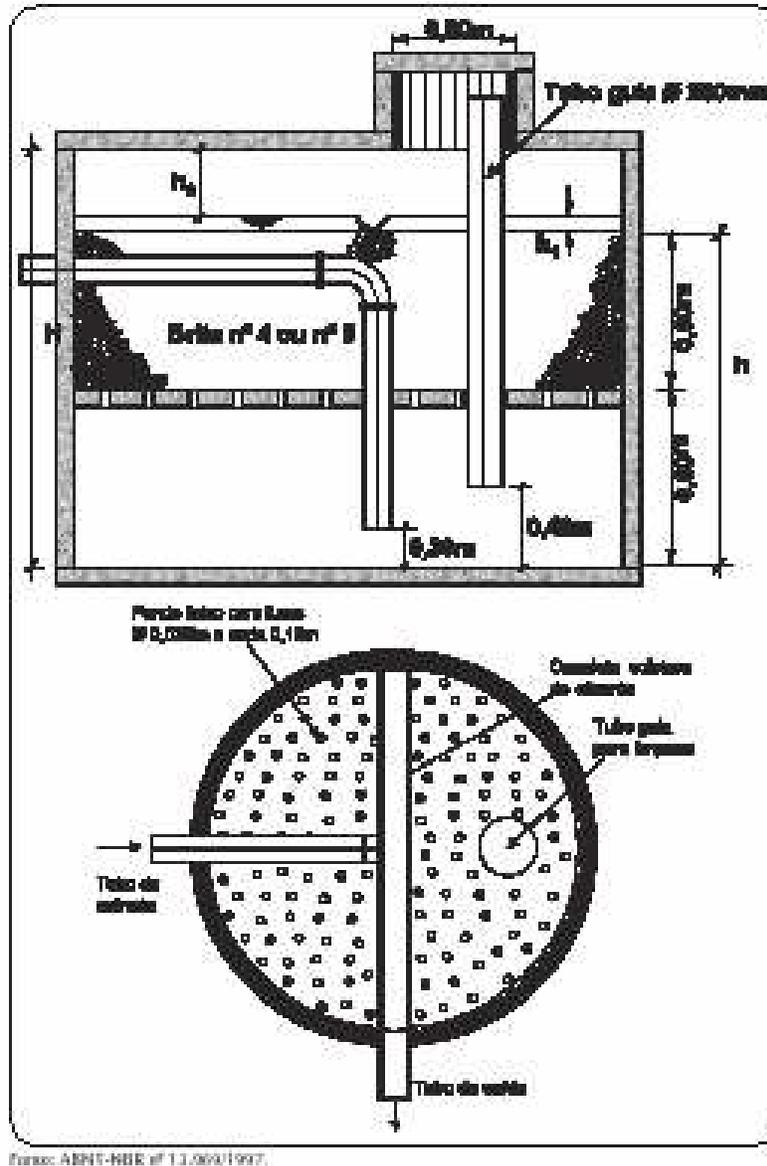
S = Área da seção horizontal em m<sup>2</sup>;

a) aspectos a serem observados na construção do filtro anaeróbio

- tanque tem que ter forma cilíndrica ou retangular;
- leito filtrante composto de britas (nº 4 ou nº 5). A altura do leito filtrante, já incluindo a altura do fundo falso, deve ser limitada a 1,20m;

- a altura do fundo falso deve ser limitada a 0,60m, já incluindo a espessura da laje;
- o volume útil mínimo do leito filtrante deve ser de 1.000 litros;
- a carga hidrostática mínima é no filtro de 1kPa (0,10m); portanto, o nível da saída do efluente do filtro deve estar 0,10m abaixo do nível de saída do tanque séptico;
- fundo falso deve ter aberturas de 2,5cm, a cada 15cm. O somatório da área dos furos deve corresponder a 5% da área do fundo falso;
- A altura total do filtro anaeróbio, em metros, é obtida pela equação  $H=h+h_1+h_2$ , onde: H é a altura total interna do filtro anaeróbio, h é a altura total do leito, h<sub>1</sub> é a altura da calha coletora ou lâmina livre e h<sub>2</sub> é a altura sobressalente ou do vão livre (variável).

Figura 29 . Filtro anaeróbio cilíndrico e detalhe do fundo falso.



#### 9.5.2.5. Eficiência

A ABNT considera que os filtros anaeróbios de fluxo ascendente são capazes de remover do efluente do tanque séptico de 70% a 90% da DBO (quadro 14). A eficiência dos filtros só poderá ser constatada três meses após o início da operação que é o tempo necessário para o bom funcionamento do mesmo.

#### 9.5.2.6. Operação e manutenção

Para a limpeza do filtro deve ser utilizada uma bomba de recalque, introduzindo-se o mangote de sucção pelo tubo guia; Quando a operação com bomba de recalque não for suficiente para a retirada do lodo, deve ser lançado água sobre a superfície do leito filtrante, drenando-o novamente. A lavagem completa do filtro não é recomendada, pois retarda o início da operação do filtro, neste caso, deixe uma pequena parcela do lodo diluído.

### 9.5.3. Destino do efluente do tanque séptico e do filtro anaeróbio

#### 9.5.3.1. Sumidouro

##### a) histórico

O lançamento dos esgotos domésticos no subsolo é uma prática tão natural e lógica, tendo pesquisas arqueológicas registrado que há cerca de 6.000 anos os habitantes de Sumere (região Sul do antigo império Caldeu) descarregavam seus esgotos em covas, cujas profundidades variavam de 12 a 15 metros. Em um dos últimos livros da Bíblia, Deuteronômio, Moisés ordenava que os despejos humanos fossem enterrados fora da área do acampamento.

Esta prática, extremamente antiga, demonstrou a sua aplicabilidade, no exemplo clássico do Estado de West Virgínia (EUA), quando se adotou como solução para o combate às febres tifóide e paratifóide a implantação de um programa de construção de 282.148 unidades de privadas.

##### b) definição

Os sumidouros também conhecidos como poços absorventes ou fossas absorventes, são escavações feitas no terreno para disposição final do efluente de tanque séptico, que se infiltram no solo pela área vertical (parede). Segundo a ABNT, NBR nº 13.969/1997 .seu uso é favorável somente nas áreas onde o aquífero é profundo, onde possa garantir a distância mínima de 1,50m (exceto areia) entre o seu fundo e o nível aquífero máximo.

##### c) dimensionamento

As dimensões dos sumidouros são determinadas em função da capacidade de absorção do terreno (tabela 1).

Como segurança, a área do fundo não deverá ser considerada, pois o fundo logo se colmata.

- a área de infiltração necessária em m<sup>2</sup> para o sumidouro é calculada pela fórmula:

$$A = \frac{V}{C_i}$$

onde:

A = Área de infiltração em m<sup>2</sup> (superfície lateral);

V = Volume de contribuição diária em litros/dia, que resulta da multiplicação do número de contribuintes (N) pela contribuição unitária de esgotos (C), conforme tabela 3;

C<sub>i</sub> = Coeficiente de infiltração ou percolação (litros/m<sup>2</sup> x dia) obtido no gráfico da figura 8.

- fórmula para calcular a profundidade do sumidouro cilíndrico:

$$A = \pi \cdot D \cdot h$$

$$h = \frac{A}{\pi D}$$

onde:

h = Profundidade necessária em metros;

A = Área necessária em m<sup>2</sup>;

π = Constante 3,14;

D = Diâmetro adotado.

#### d) detalhes construtivos

Os sumidouros devem ser construídos com paredes de alvenaria de tijolos, assentes com juntas livres, ou de anéis (ou placas) pré-moldados de concreto, convenientemente furados. Devem ter no fundo, enchimento de cascalho, coque ou brita n<sup>o</sup> 3 ou 4, com altura igual ou maior que 0,50m.

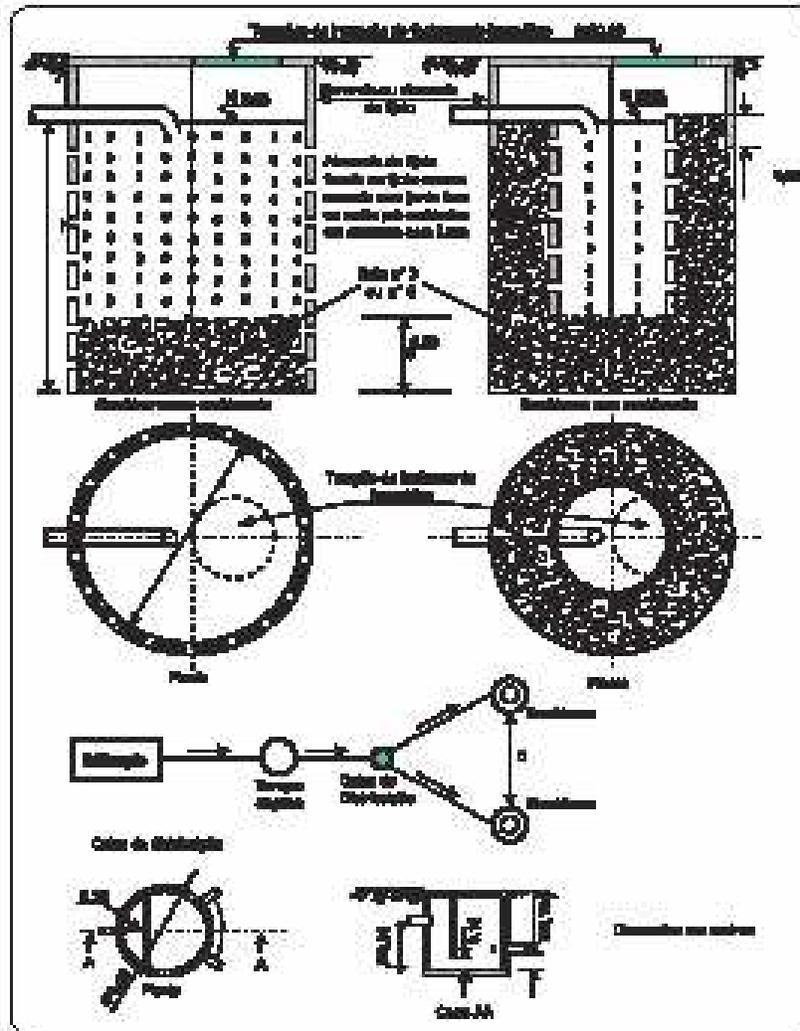
As lajes de cobertura dos sumidouros devem ficar ao nível do terreno, construídas em concreto armado e dotados de abertura de inspeção de fechamento hermético, cuja menor dimensão será de 0,60m.

Na construção do sumidouro, manter a distância mínima de 1,50m entre o fundo do poço e o nível do lençol freático.

Havendo necessidade de redução da altura útil do sumidouro em função da proximidade do nível do lençol freático, poderá reduzir a altura do mesmo, aumentando o número destes, a fim de atender a área vertical (parede), inicialmente calculada.

Quando for necessária a construção de dois ou mais sumidouros, a distribuição do esgoto deverá ser feita através de caixa de distribuição. Os sumidouros devem ficar afastado entre si a uma distância mínima de 1,50m.

**Figura 30 . Sumidouro cilíndrico**



Fonte: ABNT NBR 7.127/1994.

Nota: a) O Delineio no plano do horizontal é vertical com base a de 0,20m.

b) O diâmetro interno do tubo é de 0,20m.

c) Considerar o comprimento de infiltração a uma lateral de a altura (H) e ao fundo.

d) O abastecimento deve ser realizado, caso se tratar que a rede o diâmetro dos ramos e suas cotas que é maior.

### 9.5.3.2. Vala de infiltração

#### a) definição

O sistema de vala de infiltração consiste em um conjunto de canalizações assentado a uma profundidade determinada, em um solo cujas características permitam a absorção do esgoto efluente do tanque séptico. A percolação do líquido através do solo permitirá a mineralização dos esgotos, antes que os mesmos se transformem em fonte de contaminação das águas subterrâneas e de

superfície. A área por onde são assentadas as canalizações de infiltração também são chamados de campo de nitrificação.

#### b) dimensionamento

Para determinação da área de infiltração do solo, utiliza-se a mesma fórmula do sumidouro, ou seja:  $A = V/C_i$ . Para efeito de dimensionamento da vala de infiltração, a área encontrada se refere apenas ao fundo da vala.

No dimensionamento tem que se levar em conta as seguintes orientações:

- em valas escavadas em terreno, com profundidade entre 0,60m e 1,00m, largura mínima de 0,50m e máxima de 1,00m, devem ser assentados em tubos de drenagem de no mínimo 100mm de diâmetro;
  - a tubulação deve ser envolvida em material filtrante apropriado e recomendável
  - para cada tipo de tubo de drenagem empregado, sendo que sua geratriz deve estar a 0,30m acima da soleira das valas de 0,50m de largura ou até 0,60m, para valas de 1,00m de largura. Sobre a câmara filtrante deve ser colocado papelão alcatroado, laminado de plástico, filme de termoplástico ou similar, antes de ser efetuado o enchimento restante da vala com terra;
  - a declividade da tubulação deve ser de 1:300 a 1:500;
  - deve haver pelo menos duas valas de infiltração para disposição do efluente de um tanque séptico;
  - comprimento máximo de cada vala de infiltração é de 30m;
  - espaçamento mínimo entre as laterais de duas valas de infiltração é de 1,00m;
  - a tubulação de efluente entre o tanque séptico e os tubos instalados nas valas de infiltração deve ter juntas tomadas;
  - comprimento total das valas de infiltração é determinado em função da capacidade de absorção do terreno, calculada segundo a formula  $A=V/C_i$ ;
  - esquema de instalação do tanque séptico e valas de infiltração deve ser executado conforme figura 31.
- exemplos de cálculo para dimensionamento de campos de absorção (galeria de infiltração):
    - o efluente diário de um tanque séptico é de 2.100 litros e o coeficiente de infiltração do terreno é de 68 litros/m<sup>2</sup>/dia. Dimensionar o campo de absorção.

$$A = \frac{V}{C_i} = \frac{2100}{68} = 30,9\text{m}^2$$

- o comprimento do campo de absorção para uma vala com largura de 0,60m e considerando a área encontrada acima,

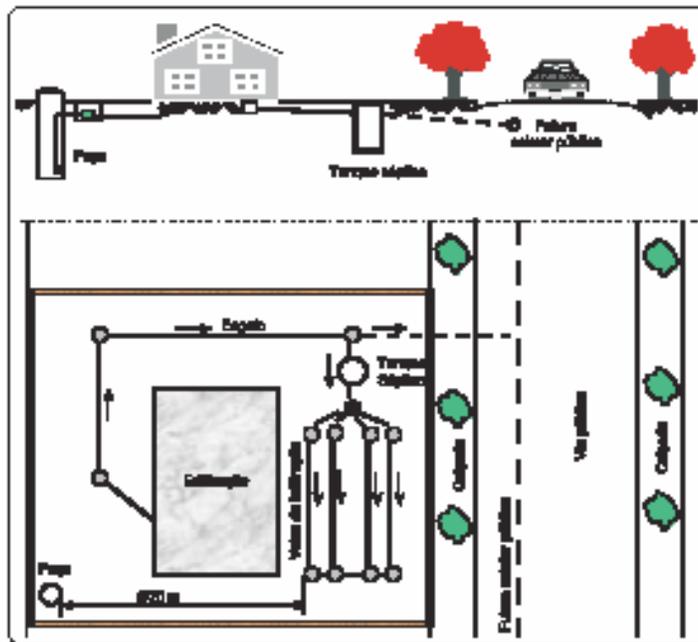
$$\text{logo, } \frac{30,9\text{m}^2}{0,6\text{m}} = 51,5\text{m de comprimento total}$$

- o este comprimento poderá ser subdividido em três ramais de 17,2m cada um.

$$\frac{51,5}{3} = 17,2\text{m}$$

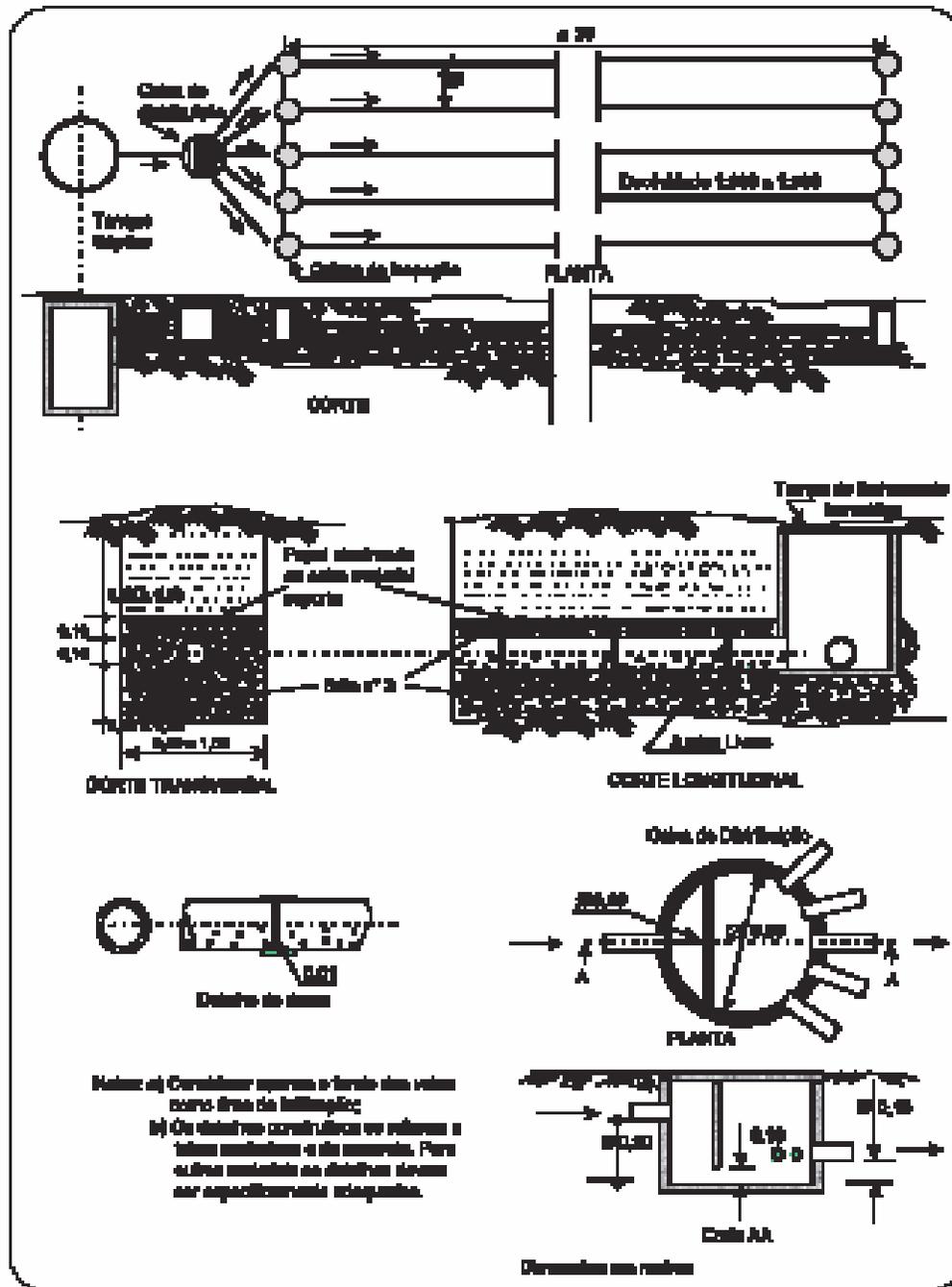
c) esquema de instalação de tanque séptico e valas de infiltração

**Figura 31 . Esquema de instalação de tanque séptico e valas de infiltração**



Fonte: ABNT-NBR nº 7.220/1995.

Figura 32 . Vala de infiltração



O sistema deve ser empregado quando o tempo de infiltração do solo não permite adotar outro sistema mais econômico (vala de infiltração) e/ou quando a poluição do lençol freático deve ser evitada.

#### b) dimensionamento

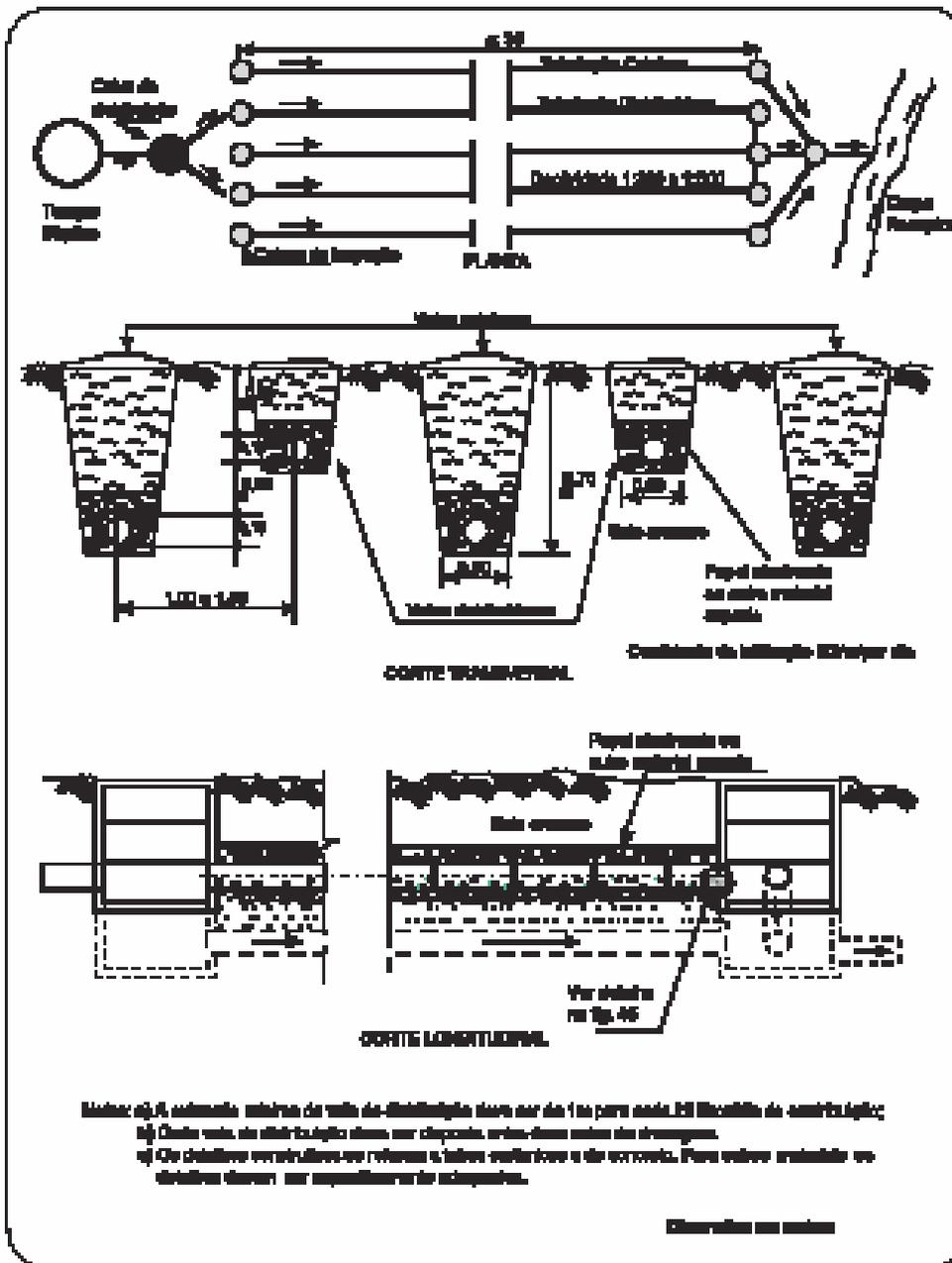
No dimensionamento das valas de filtração deverão ser consideradas as seguintes recomendações:

- a profundidade da vala é de 1,20m a 1,50m e a largura na soleira é de 0,50m;
- uma tubulação receptora, com DN 100 do tipo de drenagem, deve ser assentada no fundo da vala;
- a canalização receptora é envolvida por uma camada de brita nº 1, vindo em seguida a aplicação da camada de areia grossa de espessura não inferior a 0,50m, que se constitui no leito filtrante;
- uma tubulação de distribuição do efluente do tanque séptico, com DN 100mm do tipo de drenagem, deve ser assentada sobre a camada de areia;
- uma camada de cascalho, pedra britada ou escória de coque, é colocada sobre a tubulação de distribuição, recoberta em toda a extensão da vala com papel alcatroado ou similar;
- uma camada de terra deve completar o enchimento da vala;
- nos terminais das valas de filtração devem ser instaladas caixas de inspeção;
- efluente do tanque séptico é conduzido a vala de filtração de tubulação, com no mínimo DN 100mm, assente com juntas tomadas, dotadas de caixas de inspeção nas deflexões;
- a declividade das tubulações deve ser de 1:300 a 1:500.
- efluente do tanque séptico é distribuído equivalentemente pelas valas de filtração, através de caixa de distribuição;
- as valas de filtração devem ter a extensão mínima de 6m por pessoa, ou equivalente, não sendo admissível menos de duas valas para o atendimento de um tanque séptico;
- quando o solo for arenoso e o nível do lençol estiver muito próximo da superfície, as valas de filtração podem ser construídas conforme a figura 107, sendo que a distância horizontal entre a tubulação de distribuição e a tubulação de drenagem deve variar entre 1,00m e 1,50m e a diferença de cota entre as mesmas deve ser de no mínimo 0,20m.

#### c) detalhes construtivos



**Figura 34 . Vala de filtração em terreno arenoso**



Fonte: ABNT-NBR nº 7.230/1993.

### 9.5.4. Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) para pequenas localidades

a) processo de tratamento

O esgoto chega a ETE, passando pelo gradeamento e caixa de areia, onde se dá o

tratamento preliminar, retendo os sólidos grosseiros e a remoção do lodo. Em seguida terá início o tratamento primário no tanque de sedimentação ocorrendo a decantação e a digestão do lodo. Finalmente o efluente passa pelo filtro biológico onde ocorre o tratamento secundário, após o que o efluente é lançado num corpo receptor.

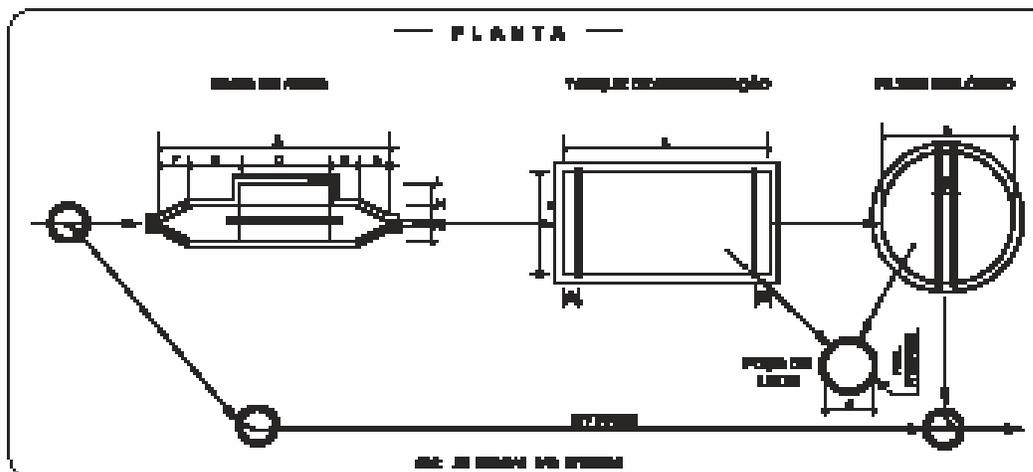
Freqüentemente, deverá ser feita limpeza na caixa de areia, com a remoção dos sólidos grosseiros da grade, bem como a retirada da areia depositada. Ao final de cada ano de operação deverá ser feita descarga de fundo dos elementos anteriormente citados para o poço de lodo. Este lodo após a descarga deverá ser retirado mecanicamente ou não dependendo das condições topográficas e encaminhado a um leito de secagem.

#### b) método construtivo

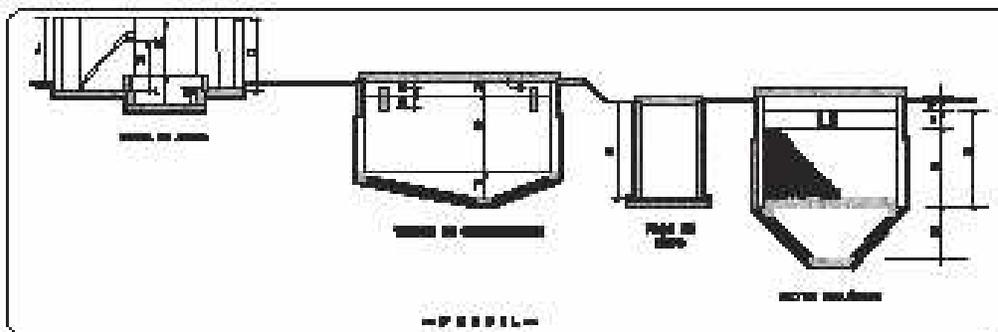
As unidades, serão construídas com tijolos maciços, argamassa 1:4 de cimento e areia ou concreto armado ambos os métodos com revestimento traço 1:3 de cimento e areia e impermeabilização traço 1:10. A pintura interna deverá ser feita com tinta anticorrosiva na cor preta.

A tubulação utilizada no tanque de sedimentação e filtro biológico, para o poço de lodo deverá ser de ferro fundido com diâmetro 150mm. Nas demais tubulações poderá ser utilizada manilha de barro vitrificada ou tubos de PVC para esgoto no diâmetro 150mm.

**Figura 35 . Planta baixa de uma ETE**



**Figura 36 . Perfil da ETE**



**Tabela 7 . Dimensões de uma caixa de areia em relação ao número de habitantes**

Hab.	Indicação no desenho (unidades em metros)														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
500	6,00	0,55	0,55	2,50	1,30	0,50	0,45	0,30	0,60	1,70	1,00	0,75	1,30	0,35	1,70
1.000	6,00	0,55	0,55	2,50	1,30	0,50	0,45	0,30	0,60	1,70	1,00	0,75	1,30	0,35	1,70
1.500	7,00	0,55	0,55	3,50	1,30	0,50	0,45	0,30	0,60	1,70	1,00	0,75	1,30	0,35	1,70

**Tabela 88 . Dimensões de um tanque de sedimentação em relação ao número de habitantes**

Hab.	Indicação no desenho (unidades em metros)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
500	1,80	4,00	0,30	0,30	0,20	0,50	2,00	0,30	0,10	
1.000	2,50	5,00	0,30	0,40	0,20	0,50	2,00	0,30	0,10	
1.500	2,80	6,00	0,40	0,40	0,20	1,00	2,50	0,30	0,10	

**Tabela 9 . Dimensões de um poço de lodo em relação ao número de habitantes**

Hab.	Indicação no desenho (unidades em metros)	
	A	B
500	1,50	1,80
1.000	1,50	2,60

1.500	1,50	2,90
-------	------	------

**Tabela 10 . Dimensões de um filtro anaeróbio em relação ao número de habitantes**

Hab.	Indicação no desenho (unidades em metros)						
	A	B	C	D	E	F	G
500	2,00	0,25	0,80	1,57	0,35	0,30	1,92
1.000	3,20	0,25	1,30	1,75	0,35	0,50	2,10
1.500	3,95	0,25	1,30	1,95	0,35	0,50	2,40

### 9.5.5. Leito de secagem

Os leitos de secagem são unidades de tratamento, geralmente em forma de tanques retangulares, projetados e construídos de modo a receber o lodo dos digestores, ou unidades de oxidação total, onde se processa a redução da unidade com a drenagem e evaporação da água liberada durante o período de secagem.

Podem ser caracterizados pelas seguintes partes:

- tanques de armazenamento;
- camada drenante;
- cobertura.

Os leitos de secagem podem ser construídos ao ar livre ou cobertos. Nos países tropicais não se justifica o uso de cobertura nos mesmos. Esta concepção torna o processo bastante oneroso.

Quando os leitos de secagem são cobertos geralmente nos países com grande precipitação de neve adota-se telhas transparentes, idênticas às utilizadas em estufas de plantas.

#### 9.5.5.1. Funcionamento dos leitos de secagem

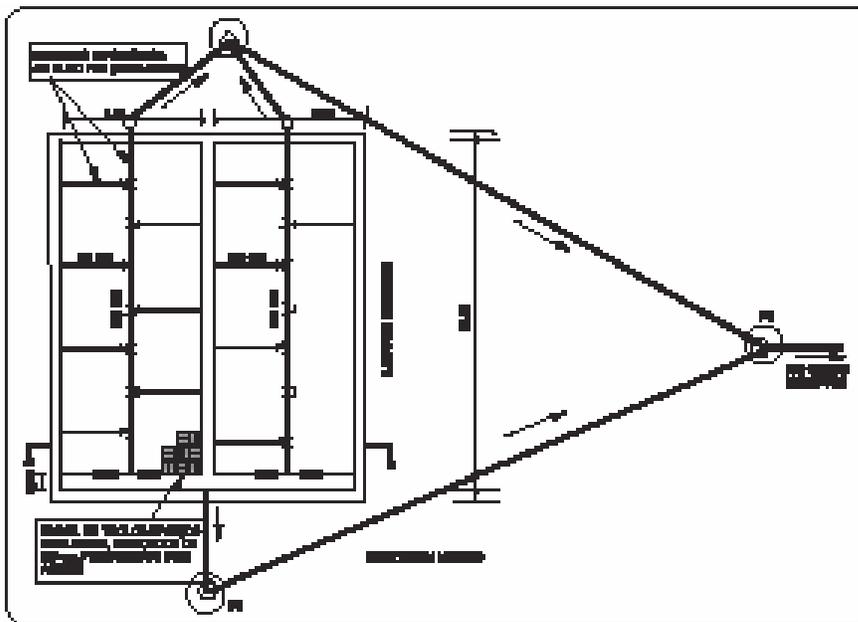
O funcionamento dos leitos de secagem é um processo natural de perda de umidade que se desenvolve devido aos seguintes fenômenos:

- liberação dos gases dissolvidos ao serem transferidos do digesto (pressão elevada) e submetidos à pressão atmosférica nos leitos de secagem;
- liquefação graças à diferença de peso específico aparente do lodo digerido e da água;

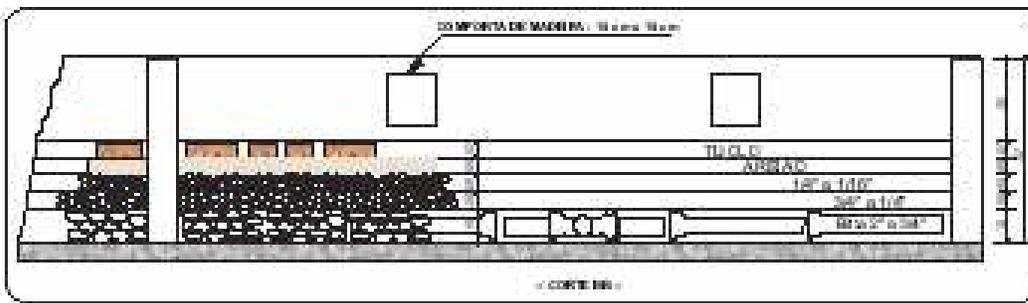
- evaporação natural da água em virtude de contato íntimo com a atmosfera;
- evaporação em virtude do poder calorífico do lodo.

O lodo em condições normais de secagem poderá ser removido do leito de secagem depois de um período, que varia de 20 a 40 dias, cuja umidade atinge valores de 60% a 70%. Em experiências realizadas na estação e tratamento de esgoto da Penha, RJ, o lodo lançado no leito de secagem com umidade média de 95% atinge valores de 50% depois de 20 dias de secagem em condições ótimas. Na ETE - Cabanga (Recife-PE), valores em torno de 15 dias foram bastante frequentes.

**Figura 37 . Planta do leito de secagem**



**Figura 38 . Corte do leito de secagem**



## 9.5.6. Outros tipos de tratamento

### 9.5.6.1. Tanque Imhoff e OMS

Compreende os tanques sépticos de câmaras superpostas.

Os tanques Imhoff e OMS destinam-se ao tratamento primário do esgoto, à semelhança dos tanques sépticos comuns. Compõem-se de uma câmara superior de sedimentação e outra inferior de digestão. A comunicação entre os dois compartimentos é feita unicamente por uma fenda que dá passagem aos lodos. A única diferença entre a fossa OMS e o tanque Imhoff está no detalhe da construção da câmara de decantação. Na OMS, esta câmara é vedada por cima, impedindo qualquer comunicação de gases entre os dois compartimentos.

#### a) funcionamento

Os dispositivos de entrada e saída do esgoto no tanque são semelhantes aos dos tanques comuns.

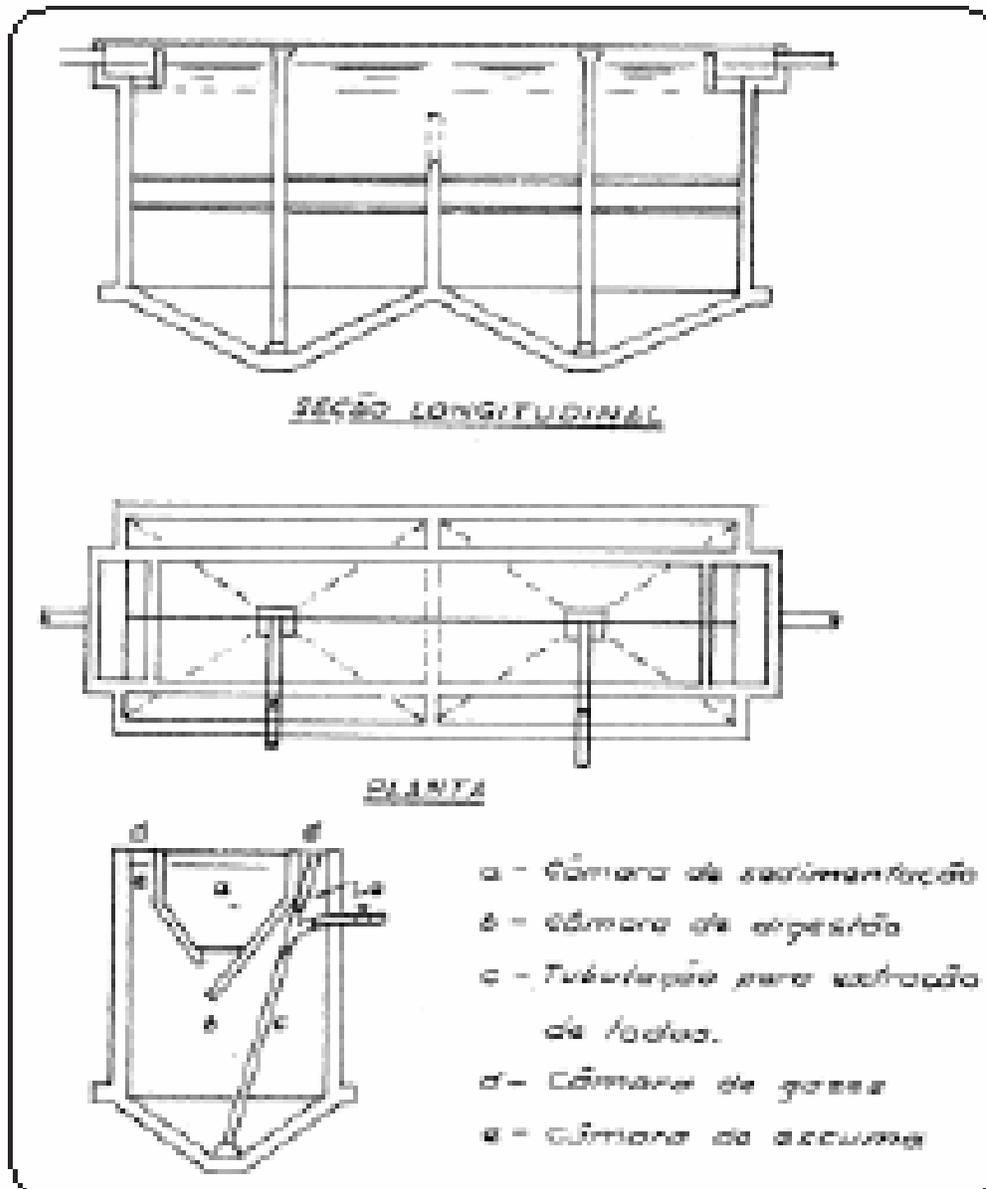
O esgoto penetra na câmara de decantação onde esta se processa; a parte sedimentável

precipita-se na câmara de digestão através de uma abertura (fenda), com 15cm de largura e comprimento igual à câmara de decantação.

Apresenta as seguintes vantagens sobre o tanque séptico:

- menor tempo de retenção, que poderá ser reduzido até duas horas, tornando-o
- mais econômico;
- melhor digestão, pois com a ausência de correntes ascendentes e descendentes, o processo de digestão não é perturbado, obtendo-se maior eficiência;
- melhor efluente, uma vez que graças à eficiência dos processos, de decantação e digestão, o líquido efluente é praticamente livre de partículas sólidas e tem a
- qualidade bacteriológica bastante melhorada;
- atendimento a populações maiores, pois se aplicam economicamente para atender até cerca de 5.000 pessoas.

Figura 39 . Tanque Imhoff



b) dimensionamento

A determinação do volume útil do tanque Imhoff é obtida seguindo o processo de cálculo abaixo:

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

Sendo:

$V_1$  - Volume da câmara de decantação (mínimo 500 litros):

$$V_1 = N \times C \times T$$

$V_2$  - Volume decorrente do período de armazenamento do lodo:

$$V_2 = R_1 \times N \times Lf \times Ta$$

$V_3$  - Volume correspondente ao lodo em digestão

$$V_3 = R_2 \times N \times Lf \times Td$$

Onde:

N = número de contribuintes;

C = contribuição de despejos em litro/pessoa/dia (tabela 3);

T = período de retenção em dias (2 horas = 1/12 dia);

Ta = período de armazenamento de lodo em dias. Prevendo-se a limpeza anual do tanque.

Ta = 360 - Td = 300 dias;

Td = período de digestão de lodo em dias. Aproximadamente 60 dias;

Lf = contribuição de lodos frescos p/ pessoa/dia (tabela 3);

R<sub>1</sub> = 0,25 - coeficiente de redução do lodo digerido;

R<sub>2</sub> = 0,50 - coeficiente de redução do lodo em digestão.

c) dimensões internas:

- Tanques prismáticos
  - largura mínima: 1,00m;
  - altura útil mínima: 1,20m;
  - inclinação para as abas inferiores da câmara de decantação: 1,2:1 - sendo 1 na horizontal;
  - espaçamento mínimo para a fenda de saída da câmara de decantação: 0,10m;
  - superposição das abas inclinadas inferiores na câmara de decantação, de tal

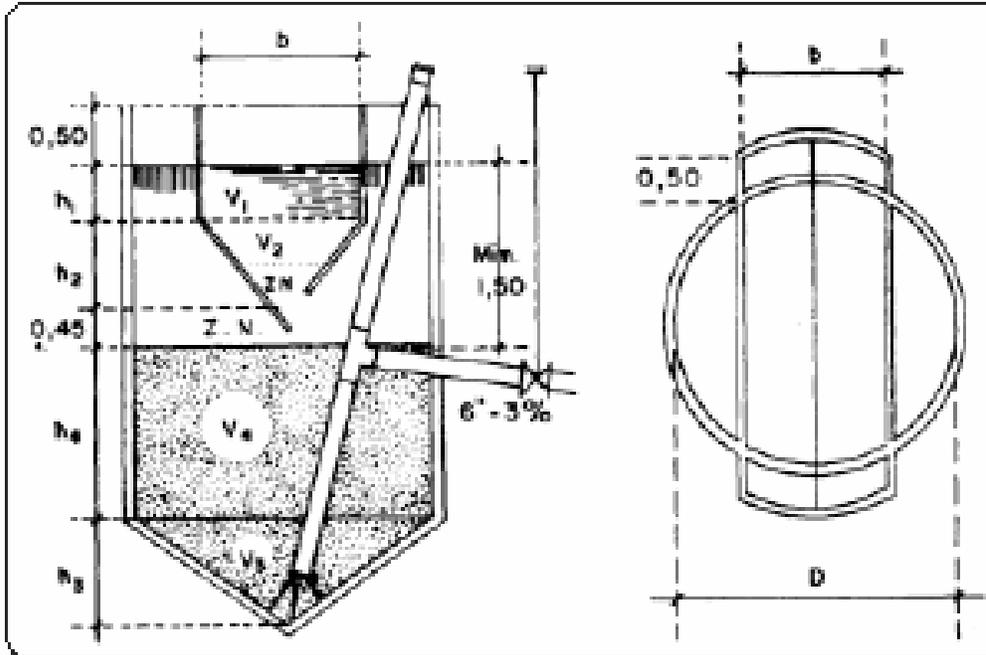
- maneira que impeçam a penetração de gases e partículas de lodo. Aproximadamente 25cm.
- tanques cilíndricos
  - diâmetro mínimo: 1,10m;
  - altura útil mínima: 1,20m.

**Tabela 11 . Cálculo de pequenos tanques imhoff de secção circular\***

<b>População Servida por tanque (P)</b>	<b>Diâmetro (M)</b>
<b>250</b>	<b>2,5 – 3,5</b>
<b>500</b>	<b>3,0 - 4,0</b>
<b>750</b>	<b>3,5 - 4,5</b>
<b>1000</b>	<b>4,0 - 5,0</b>
<b>1.500</b>	<b>5,0 - 6,0</b>
<b>2.000</b>	<b>6,0 - 7,0</b>
<b>2.500</b>	<b>7,0 - 8,0</b>

Segundo Azevedo Neto.

**Figura 40 . Tanque imhoff circular**



As dimensões do tanque poderão ser determinadas:

- largura da câmara de sedimentação .....  $b = 0,6 D$ ;
- altura da parte de secção triangular .....  $h_2 = 0,625 b$ ;
- volume da câmara de sedimentação, em  $m^3$  .....  $v_s = 0,02 P$ .

Volume da parte superior:

$$V_1 - V_2 - V_3$$

Volume da parte inferior:

$$V_2 = \frac{(b + 0,72)}{2} (h_2 - 0,45)$$

Altura da parte de secção retangular:

$$h_1 = \frac{V_1 - V_2}{b D}$$

Volume da câmara de digestão:

No caso de tratamento primário:

$$V_d = 0,05 P$$

No caso de tratamento biológico:

$$V_p = 0,07 P$$

Altura do cone inferior:

$$h_1 = \frac{D}{4}$$

Volume da parte cônica:

$$V = \frac{\pi D^3}{48}$$

Volume da parte cilíndrica:

$$V_1 = V_d - V_2$$

Altura da parte cilíndrica:

$$h_4 = \frac{4V_1}{\pi D_2^2}$$

Altura total:

$$H = 0,95 + h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

- destino do efluente líquido do tanque Imhoff

Ver orientações no item 3.9.5.1.6 (disposição do efluente líquido dos tanques sépticos).

### 9.5.6.2. Lagoas de estabilização

a) generalidades

As lagoas de estabilização são o mais simples método de tratamento de esgotos existentes. São construídas através de escavação no terreno natural,

cercado de taludes de terra ou revestido com placas de concreto. Geralmente têm a forma retangular ou quadrada.

Podem ser classificadas em quatro diferentes tipos:

- lagoas anaeróbias

Têm a finalidade de oxidar compostos orgânicos complexos antes do tratamento com lagoas facultativas ou aeradas. As lagoas anaeróbias não dependem da ação fotossintética das algas, podendo assim ser construídas com profundidades maiores do que as outras, variando de 2,0m a 5,0m. São projetadas sempre que possível associada a lagoas facultativas ou aeradas.

- lagoas facultativas

O seu funcionamento é por intermédio da ação de algas e bactérias sob a influência da luz solar (fotossíntese). A matéria orgânica contida nos despejos é estabilizada, parte transformando-se em matéria mais estável na forma de células de algas e parte em produtos inorgânicos finais que saem com efluente. Estas lagoas são chamadas de facultativas graças às condições aeróbias mantidas na superfície liberando oxigênio e às anaeróbias mantidas na parte inferior onde a matéria orgânica é sedimentada. Têm profundidade variando de 1,0m a 2,5m e áreas relativamente grandes.

- lagoas de maturação

A sua principal finalidade é a redução de coliformes fecais, contido nos despejos de esgotos. São construídas sempre, depois do tratamento completo de uma lagoa facultativa ou outro tipo de tratamento convencional. Com adequado dimensionamento, pode-se conseguir índices elevados de remoção de coliformes, garantindo assim uma eficiência muito boa.

As profundidades normalmente adotadas, são iguais as das lagoas facultativas.

- lagoas aeróbias ou de alta taxa

Têm como principal aplicação a cultura colheita de algas. São projetadas para o tratamento de águas residuárias decantadas. Constituem um poderoso método para produção de proteínas, sendo de 100 a 1.000 vezes mais produtivas que a agricultura convencional.

É aconselhável o seu uso, para tratamento de esgoto, quando houver a viabilidade do reaproveitamento da produção das algas. A sua operação exige pessoal capaz e o seu uso é restrito. A profundidade média é de 0,3m a 0,5m.

### 9.5.6.3. Lagoas aeradas mecanicamente.

#### a) generalidades

As lagoas aeradas mecanicamente são idênticas às lagoas de estabilização, com uma única diferença, são providas de aeradores mecânicos de superfície instalados em colunas de concreto ou do tipo flutuantes e também de difusores. A profundidade varia de 3,0m a 5,0m. O esgoto bruto é lançado diretamente na lagoa depois de passar pôr um tratamento preliminar (caixa de areia). Funcionam como um tanque de aeração no qual os aeradores artificiais substituem a oxidação através das algas nas lagoas de estabilização.

A área para construção é inferior às das lagoas de estabilização em virtude da profundidade e do tempo de detenção para a estabilização da matéria orgânica, que também é menor. Há necessidade de energia elétrica para funcionamento desses aeradores.

Podem ser classificadas em três diferentes tipos:

- aeróbia com mistura completa;
- aerada facultativa;
- aerada com aeração prolongada.

As mais usadas, são as duas primeiras em função de ter menor custo e menor sofisticação em sua operação.

#### b) caixa de areia

As caixas de areia ou desarenadores, são unidades destinadas a reter areia e outros

minerais inertes e pesados que se encontram nas águas de esgoto (entulhos, seixo, partículas de metal, carvão, etc.).

Esses materiais provêm de lavagem, enxurradas, infiltrações, águas residuárias das indústrias, etc.

Têm como seu principal emprego a proteção dos conjuntos elevatórios evitando abrasões, sedimentos incrustáveis nas canalizações e em partes componentes das ETEs, como, decantadores, digestores, filtros, tanques de aeração, etc.

#### 9.5.6.4. Lodos ativados.

Ainda que apresentem variações em certos detalhes, os processos de lodos ativados consistem essencialmente da agitação de uma mistura de águas residuárias com um certo volume de lodo biologicamente ativo, mantido em suspensão por uma aeração adequada e durante um tempo necessário para converter uma porção biodegradável daqueles resíduos ao estado inorgânico, enquanto que o remanescente é convertido em lodo adicional. Tal lodo é separado

por uma decantação secundária e em grande parte, é retornado ao processo sendo que a quantidade em excesso é disposta pelos meios usuais (digestão).

Os lodos ativados consistem de agregados floculentos de microorganismos, materiais orgânicos e inorgânicos. Os microorganismos considerados incluem bactérias, fungos, protozoários e metazoários como rotíferos, larvas de insetos e certos vermes. Todos eles se relacionam por uma cadeia de alimentação: bactérias e fungos decompõem o material orgânico complexo e por essa atividade se multiplicam servindo de alimento aos protozoários, os quais, por sua vez, são consumidos pelos metazoários que também podem se alimentar diretamente de bactérias, fungos e mesmo de fragmentos maiores dos flocos de lodos ativados.

O processo envolve então um estágio de aeração seguida por uma separação de sólidos da qual o lodo obtido é recirculado para se misturar com o esgoto. Na etapa de aeração ocorre uma rápida adsorção e floculação dos materiais orgânicos dissolvidos e em suspensão coloidal. Ocorre ainda uma oxidação progressiva e uma síntese dos compostos orgânicos adsorvidos e daqueles que são continuamente removidos da solução. Finalmente, oxidação e dispersão das partículas de lodo com o prosseguimento da aeração.

O processo dos lodos ativados é o mais versátil dos processos biológicos de tratamento.

Pode produzir um efluente com concentração de matéria orgânica variando de muito alta a muito baixa. Historicamente, foi desenvolvido a partir de 1913 na Inglaterra e permaneceu sem sofrer grandes alterações por quase trinta anos. Quando começaram as mudanças elas foram provocadas mais pelos operadores das estações, ao tentarem solucionar problemas especiais, do que propriamente por engenheiros envolvidos em projetos ou pesquisas.

Com o avanço da tecnologia, entretanto, começaram os grupos de pesquisa a trazer sua

contribuição em termos de modificações básicas no processo.

Muitas modificações do processo de lodos ativados têm sido desenvolvidas nos últimos anos, mas apenas duas variações básicas devem ser consideradas:

- sistema convencional, no qual absorção, floculação e síntese são alcançadas em um estágio;
- sistema de estabilização por contato, no qual a oxidação e a síntese do material orgânico removido ocorrem em um tanque de aeração separado.

#### 9.5.6.5. Sistema Uasb biofiltro aerado (segundo Prof. Ricardo Francisco Gonçalves - Ufes)

a) fluxograma de tratamento

As seguintes unidades compõem o fluxograma de tratamento da ETE:

- pré-tratamento: grade média (limpeza manual, situada na estação elevatória);
- tratamento primário: reator anaeróbio de fluxo ascendente (Uasb);
- tratamento secundário: biofiltros aerados submersos;
- desidratação do lodo: leitos de secagem;
- bombeamento.

b) estação elevatória de esgoto e de lodo do BF (biofiltro)

O esgoto gradeado é encaminhado para a estação de recalque, onde será bombeado para o reator Uasb. A estação elevatória também receberá o lodo de lavagem dos biofiltros aerados submersos, na ocasião em que estes reatores forem submetidos a lavagem do meio granular. O lodo será bombeado para o reator Uasb, juntamente com o esgoto pré-tratado.

c) desarenador

O desarenador objetiva evitar o acúmulo de material inerte nos reatores biológicos. Será instalado um desarenador do tipo canal com limpeza manual, situado no alto do reator Uasb. Vertedores triangulares serão instalados na saída do desarenador, objetivando o controle de nível d'água e a distribuição vazões para alimentação do reator Uasb.

A areia será removida periodicamente do desarenador, sendo acondicionada em caçambas e encaminhadas para aterro sanitário.

d) reator anaeróbio com manta de lodo e fluxo ascendente (Uasb)

O reator Uasb consiste de um fluxo ascendente de esgotos através de um leito de lodo biológico denso e de elevada atividade metabólica anaeróbia. O perfil de sólidos no reator

varia de muito denso e com partículas granulares de elevada capacidade de sedimentação próximas ao fundo (leito de lodo), até um lodo mais disperso e leve, próximo ao topo do reator (manta de lodo). Um dos princípios fundamentais do processo é a sua capacidade em desenvolver uma biomassa de grande atividade no reator. Essa biomassa pode se apresentar em flocos ou em grânulos (1mm a 5mm de tamanho).

O cultivo de um lodo anaeróbio de boa qualidade é conseguido por meio de um processo cuidadoso de partida, durante o qual a seleção da biomassa é imposta, permitindo que o lodo mais leve, de má qualidade, seja arrastado para fora do sistema, ao mesmo tempo que o lodo de boa qualidade é retido. O lodo mais denso, normalmente, se desenvolve junto ao fundo do reator e apresenta uma concentração de sólidos totais da ordem de 40g a 100g SST/l. Usualmente, não se utiliza qualquer dispositivo mecânico de mistura, uma vez que estes parecem ter um efeito adverso na agregação do lodo, e, conseqüentemente, na formação de grânulos.

As eficiências de remoção da matéria orgânica costumam se situar na faixa de 70% a 80% (DBO5), o que, em alguns casos, pode inviabilizar o lançamento direto

dos efluentes tratados no corpo receptor. Por este motivo, embora o Uasb seja um reator que inclua amplas vantagens, principalmente no que diz respeito a requisitos de área, simplicidade de operação, projeto e manutenção e redução média de matéria orgânica, é bastante importante que seja incluída uma etapa de pós-tratamento para este processo.

Portanto, na ETE o reator Uasb realizará o tratamento primário, sendo inserido no circuito de tratamento logo após o pré-tratamento. O Uasb será construído em aço carbono protegido contra a corrosão. A digestão do lodo de lavagem dos biofiltros será realizada nesta unidade.

#### e) descrição dos biofiltros aerados submersos

Os BFs são reatores biológicos à base de culturas de microorganismos fixas sobre camada suporte imóvel. Na prática, um BF é constituído por um tanque preenchido com um material poroso, através do qual água residuária e ar fluem permanentemente. Na quase totalidade dos processos existentes, o meio poroso é mantido sob total imersão pelo fluxo hidráulico, caracterizando os BFs como reatores trifásicos compostos por:

- fase sólida: constituída pelo meio suporte e pelas colônias de microorganismos que nele se desenvolvem sob a forma de um filme biológico (biofilme);
- fase líquida: composta pelo líquido em permanente escoamento através do meio poroso;
- fase gasosa: formada pela aeração artificial e, em reduzida escala, pelos gases subprodutos da atividade biológica no reator.

A característica principal do processo é a sua capacidade de realizar, no mesmo reator, a remoção de compostos orgânicos solúveis e de partículas em suspensão presentes no esgoto. A fase sólida, além de servir de meio suporte para as colônias bacterianas depuradoras, constitui-se num eficaz meio filtrante.

Lavagens periódicas são necessárias para eliminar o excesso de biomassa acumulada, mantendo as perdas de carga hidráulica através do meio poroso em níveis aceitáveis. A lavagem do BF é uma operação compreendendo a interrupção total da alimentação com esgoto e diversas descargas hidráulicas seqüenciais de ar e água de lavagem (retro-lavagem).

A função dos BFs será a de garantir o polimento do efluente anaeróbio dos Uasb. Este processo de tratamento é capaz de produzir um efluente de excelente qualidade, sem a necessidade de uma etapa complementar de clarificação. A DBO5 e uma fração do nitrogênio amoniacal remanescentes dos Uasb serão oxidadas através da grande atividade do biofilme aeróbio. Em consequência da grande concentração de biomassa ativa, os reatores serão extremamente compactos. Os BFs também serão construídos em aço carbono.

## 10. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Projeto, construção e operação de sistema de tanques sépticos - NBR 7229*. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. *Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação - NBR 13969*. Rio de Janeiro, 1997.

ASSEMAE. *Como fazer saneamento no seu Município*. Brasília, 1997.

AZEVEDO NETO, J. M., AMARAL e SILVA, C. C. *Sistemas de Esgotos Sanitários*. São Paulo : CETESB, 1982.

BARROS, R. T. V. et al. *Saneamento*. Belo Horizonte : Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p. ( Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios, 2).

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. *Projeto para o controle do complexo teníase/cisticercose no Brasil*. Brasília, 1996. 53 p.

CAESB. *Relatório técnico/97 : padronização de projetos para sistemas condominiais de esgotamento sanitário*. Brasília, 1997.

CETESB. *Fossa séptica*. São Paulo, 1990.

\_\_\_\_\_. *Opções para tratamento de esgotos de pequenas comunidades*. São Paulo, 1990.

DACACH, N.G. *Saneamento básico*. 3. ed. Rio de Janeiro : Editora Didática e Científica, 1990.

FEEMA. *Manual do meio ambiente : sistema de licenciamento de atividades poluidoras*. Rio de Janeiro, 1983.

GONÇALVES, R. F. G. *Sistema Uasb biofiltro aerado*. Vitória : Universidade Federal do Espírito Santo, 1998.

MENDONÇA, S. R. *Tópicos avançados em sistemas de esgoto sanitário*. [S.l. : s.n.], 1991.

NISKIER, J., MACINTYRE, J. *Instalações hidráulicas prediais e industriais*. Rio de Janeiro, 1984.

NETO, C. *Apostila do Curso de esgotos com ênfase no sistema condominial*. Mimeo.

PESSOA, C., JORDÃO, E. P. *Tratamento de esgotos domésticos - vol. 1*. 2. ed. Rio de Janeiro, 1982.

SISTEMA DE DISPOSIÇÃO LOCAL DE ESGOTOS SANITÁRIOS. Rio de Janeiro : SUPET : SOSP, 1997.

(Fonte - Ministério da Saúde - Fundação Nacional de Saúde - Funasa – Manual de Saneamento. 3. ed. rev. 2004 – p. 408).