

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**ENG 350
INSTALAÇÕES HIDRÁULICO-SANITÁRIAS**

Prof^ª: Cecília de Fátima e Souza
Construções Rurais e Ambiente

Arte Final: Flávio Alves Damasceno
Engenheiro Agrícola

Viçosa – MG
2009

ENG 350 – NOTAS DE AULA
AULA TEÓRICA: INSTALAÇÕES HIDRÁULICO-SANITÁRIAS
DEA/UFV

PROFESSORA: CECÍLIA DE FÁTIMA E SOUZA

I. INSTALAÇÕES DE AGUA FRIA (NB- 92/80 – ABNT – NBR 5626/82)

A. Definição

Corresponde ao conjunto de tubulações, conexões e acessórios que permitem levar a água da rede pública até os pontos de consumo ou utilização dentro da habitação.

B. Sistemas

Sistema direto - todos os aparelhos e torneiras são alimentados diretamente pela rede pública.

Sistema indireto - todos os aparelhos e torneiras são alimentados por um reservatório superior do prédio, o qual é alimentado diretamente pela rede pública (caso haja pressão suficiente na rede) ou por meio de recalque, a partir de um reservatório inferior.

Misto – parte pela rede pública e parte pelo reservatório superior o que é mais comum em residências, por exemplo, a água para a torneira do jardim vem direto da rua.

C. Componentes

- ❑ Sub-ramal- canalização que liga o ramal á peça de utilização.
- ❑ Ramal – canalização derivada da coluna de distribuição e destinada a alimentar os sub-ramais.
- ❑ Coluna de distribuição- canalização vertical derivada do barrilete ou colar e destinada a alimentar os ramais.
- ❑ Colar ou barrilete – canalização horizontal derivada do reservatório e destinada a alimentar as colunas de distribuição.
- ❑ Ramal predial – canalização que conduz a agua da rede pública para o imóvel.
- ❑ Reservatório de água.

D. Tipos de reservatórios (Caixas D'água)

- Alvenaria de tijolos maciços + revestimento 1:3 (c.a.) natado + aditivo impermeabilizante (sika 1 ou vedacit) ou pintura betuminosa.
- Até 2000 l - ½ tijolo com uma cinta comum no respaldo.
- + 2000L – 1 tijolo + 2 cintas
- Reservatórios enterrados agüentam até 6000 l sem cintas.
- Argamassa armada
- Ferrocimento
- Tambores tratados contra ferrugem
- Cimento – amianto

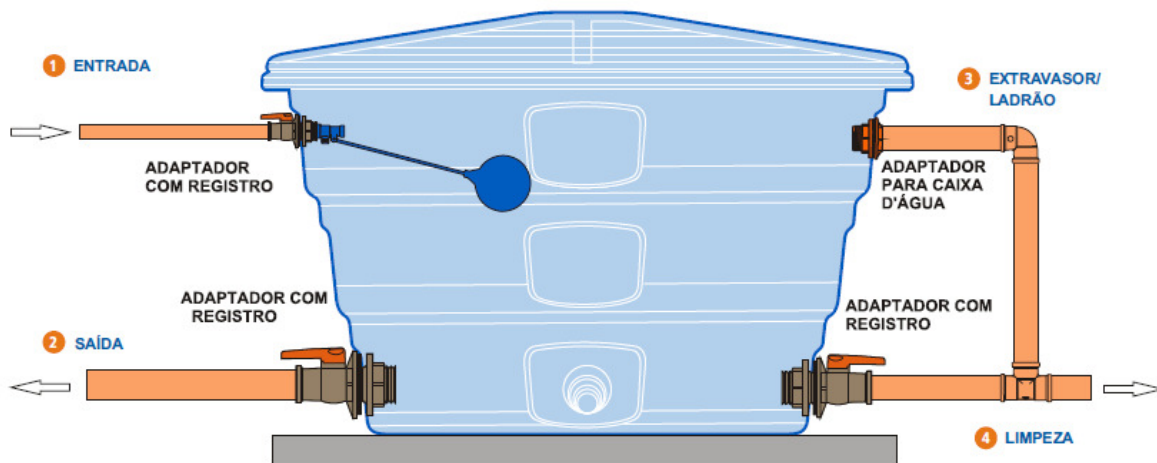


Figura 1 - Detalhe de funcionamento da caixa d'água

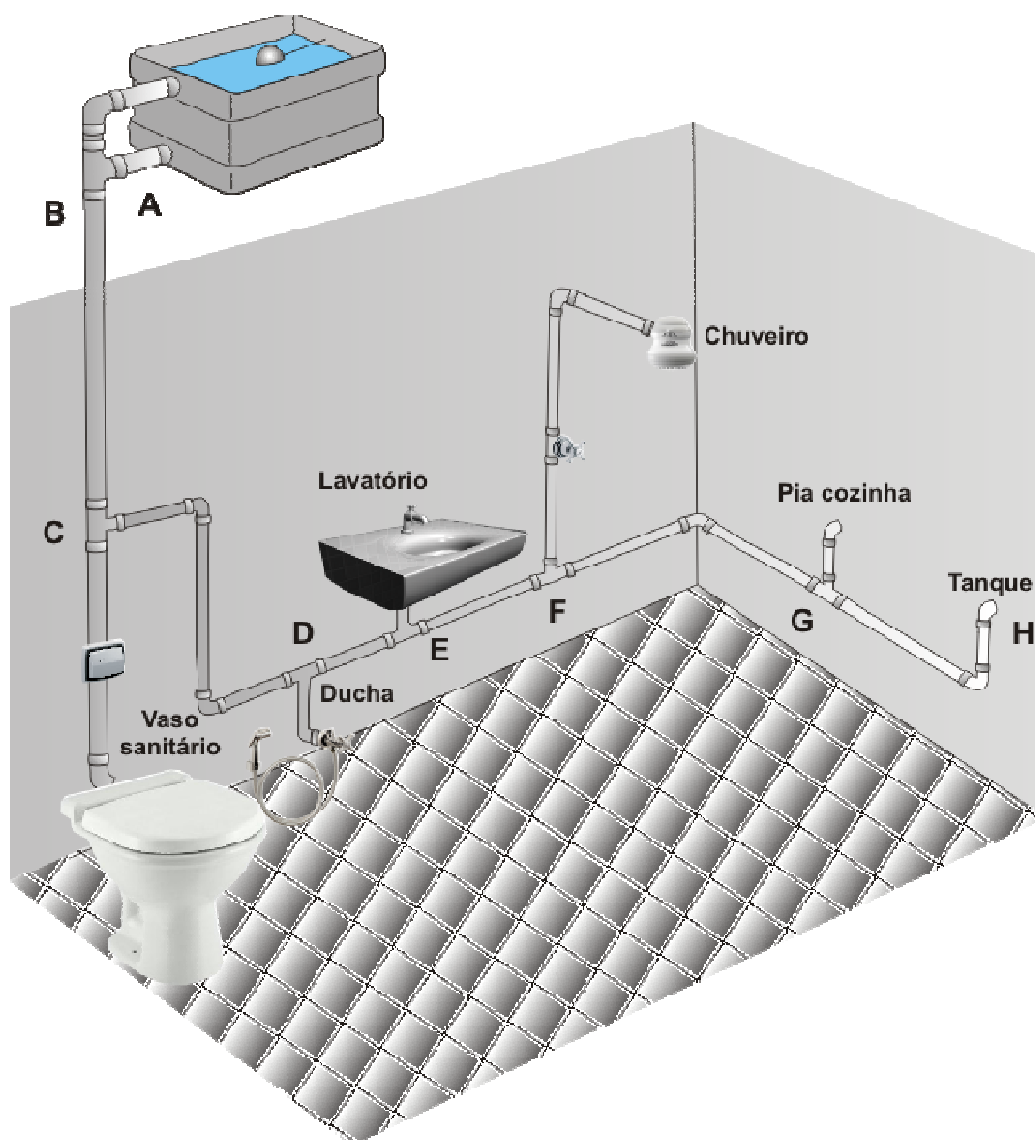


Figura 2 – Vista detalhada de um sistema de distribuição de água



Figura 3 - Vista geral de um sistema de distribuição de água

G. Dimensionamento do Reservatório**TABELA 1:** Consumo de Água em litros/cab/dia

	Consumo de Água (litros/cab/dia)
Homem	100 a 200
• Residências	
• Hotéis	
• Escolas	
• Quartéis	
Bovinos (intensivo)	
• De leite	120
• De corte	
✓ cria e recria	40
✓ terminação	80
Aves	
• de corte (frangos)	0,15
• de postura (galinhas)	0,20
Suínos	
Peso Corporal (Kg)	
• 13	2,3 a 4,5
• 26 a 36	3,2
• 34 a 56	7,5
• 90 a 150	7,0 a 13,5
• Porcas em gestação	13,5 a 17,0
• Porcas em lactação	18,0 a 23,0
Abatedouros	
• Grandes animais	300
• Pequenos animais	150
Eqüinos	45 a 100

OBSERVAÇÕES:

- 1) A dimensionar o reservatório, é recomendável um fator de segurança de 3 dias para a reserva do volume.
- 2) Fatores como o clima (+ quente e seco), hábitos e nível sócio – econômico da população, natureza (presença de indústrias) e crescimento da cidade, influem no consumo de água.
- 3) Para a capacidade maior ou igual 5.000 litros, construir 2 ou mais reservatórios.
- 4) Os reservatórios devem ser construídos em local de fácil acesso a fim que possam ser inspecionados periodicamente.

H. Distribuição de água

Materiais empregados: Tubos de ferro fundido
Tubos PVC
Juntas rosqueadas ou soldadas

❖ Projeto**Restrições**

- \varnothing mínimo = 1/2" (15mm) a 3/4" (20mm)
- $V_{\text{máx}}$ nas canalizações = 2,5 m/s
- $V \leq 14 \times \sqrt{D}$ (Dem mm e V em m/s)
Para não produzir ruído desagradável durante o escoamento.

Dimensionamento da tubulação:

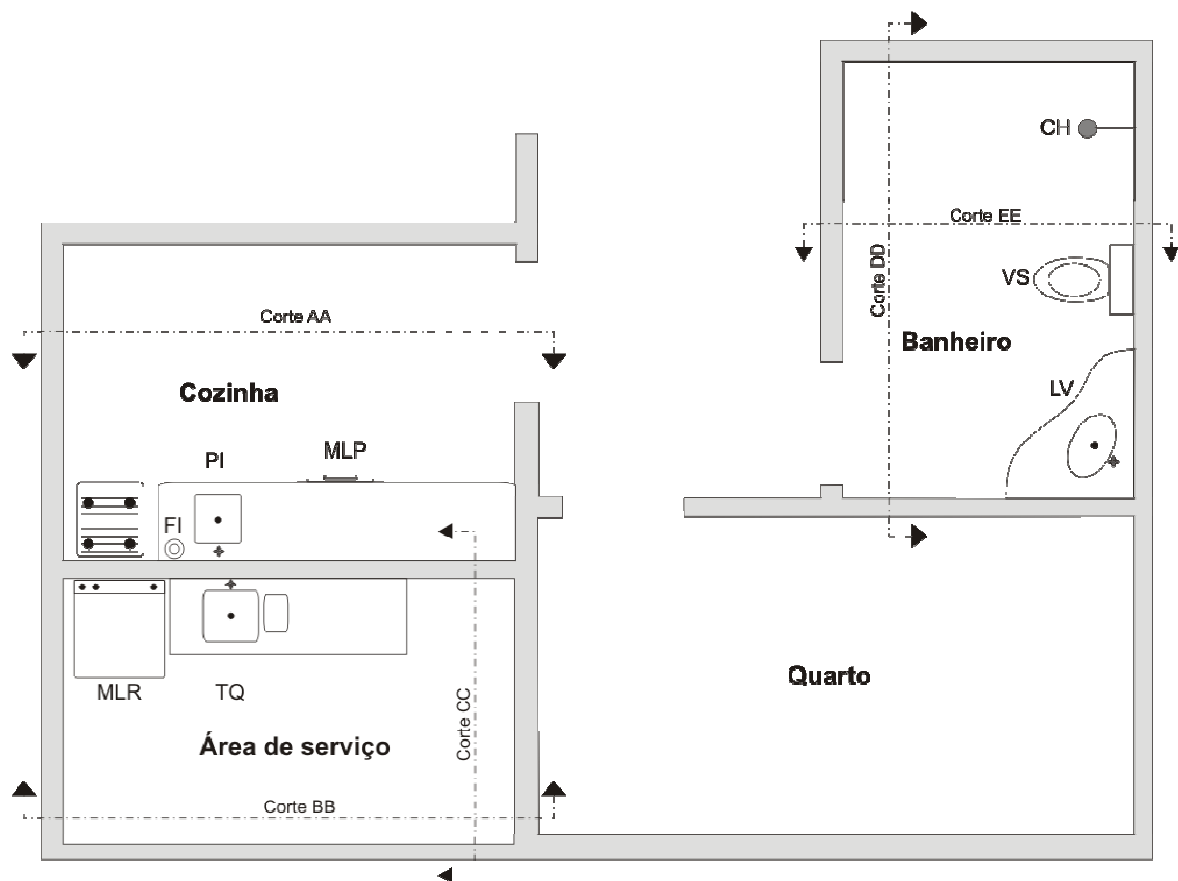
Método do consumo Máximo Possível - Baseia-se no fato de que a vazão no ramal de distribuição deve ser do uso simultâneo de todos os aparelhos que ele alimenta.

Tabela 2 – DIÂMETROS RECOMENDADOS NA TUBULAÇÃO

Aparelho	Ø	mm
Vaso com válvula de descarga (V.D) e com caixa d'água em altura < 6 m	1 1/2"	40
V.D. cx d'água altura > 6 m	1 1/4"	32
Vaso com caixa de descarga	1/2"	15
Bidê, chuveiro, bebedouro, lavatório	1/2"	15
Pia de cozinha	1/2"	15
Máquina de lavar (roupas , louças)	3/4"	20
Filtro	1/2"	15
Banheira	1/2"	15
Tanque	3/4"	20

Tabela 3 - CORRESPONDÊNCIA DE VAZÃO

Nº de tubos de 1/2"	Ø tubo com igual capacidade
1,0	1/2"
2,9	3/4"
6,2	1"
10,9	1 1/4"
17,4	1 1/2"
37,8	2"
65,5	2 1/2"
110,5	3"



Legenda: FI – Filtro; PI – Pia; MLP – Máquina de lavar pratos; MLR – Máquina de lavar roupas; TQ – Tanque; CH – Chuveiro; VS – Vaso sanitário; LV – Lavatório

Figura 4 - Exemplo de dimensionamento da rede de distribuição de água fria

COZINHA

Corte AA

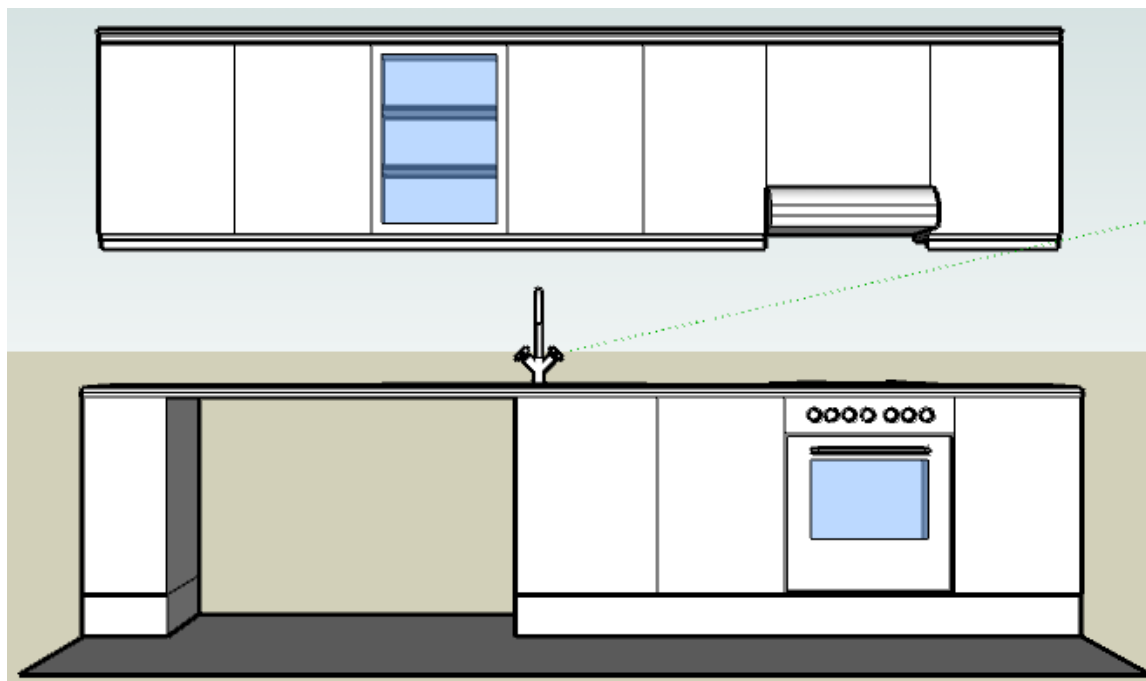


Figura 5 – Detalhe da vista frontal da cozinha

Vista da cozinha em perspectiva

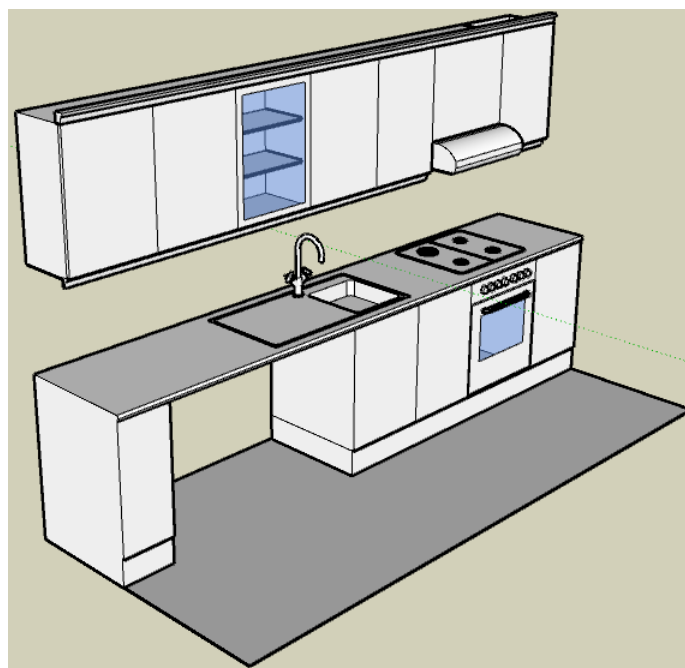


Figura 6 – Vista em perspectiva da cozinha

ÁREA DE SERVIÇO

Corte BB

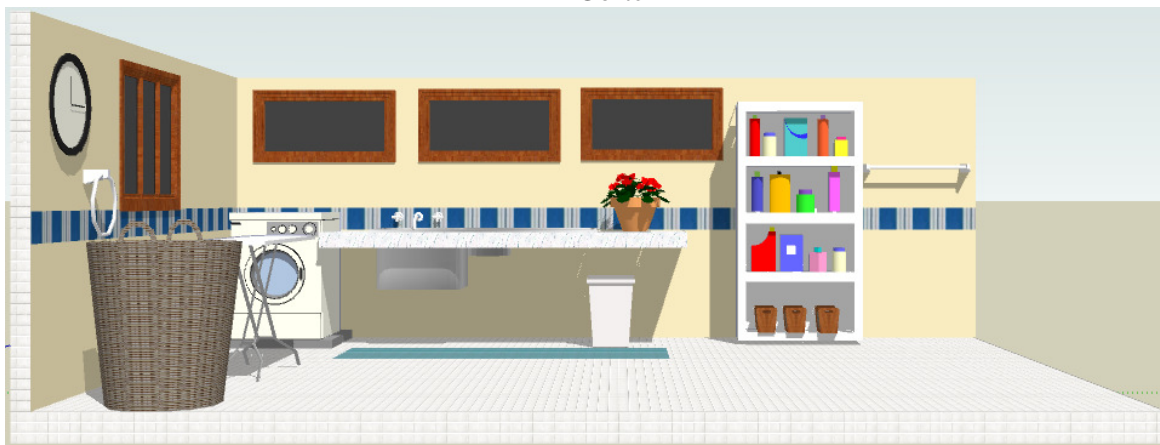


Figura 7 – Detalhe da vista frontal da área de serviço

Corte CC



Figura 8 – Detalhe da vista lateral da área de serviço

BANHEIRO

Corte DD

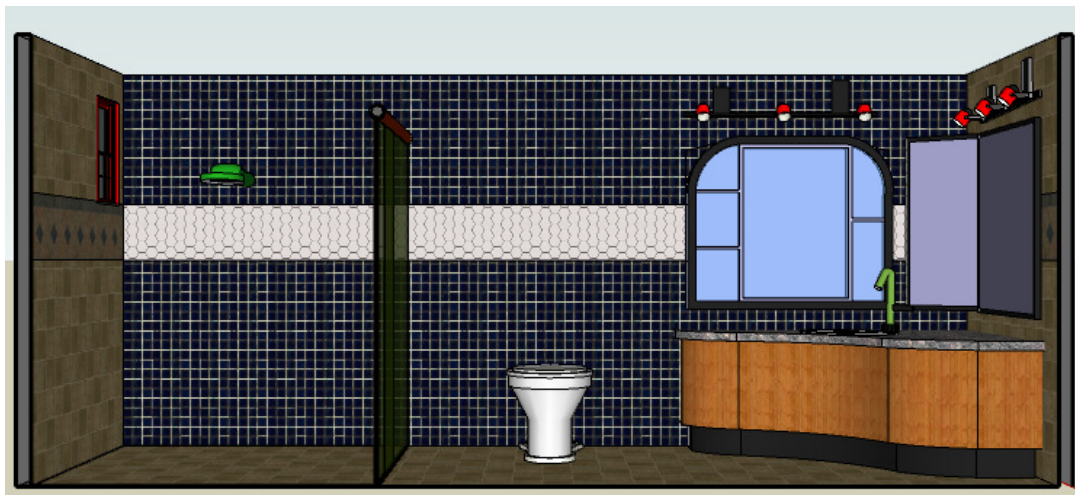


Figura 9 – Detalhe da vista frontal do banheiro

Corte EE

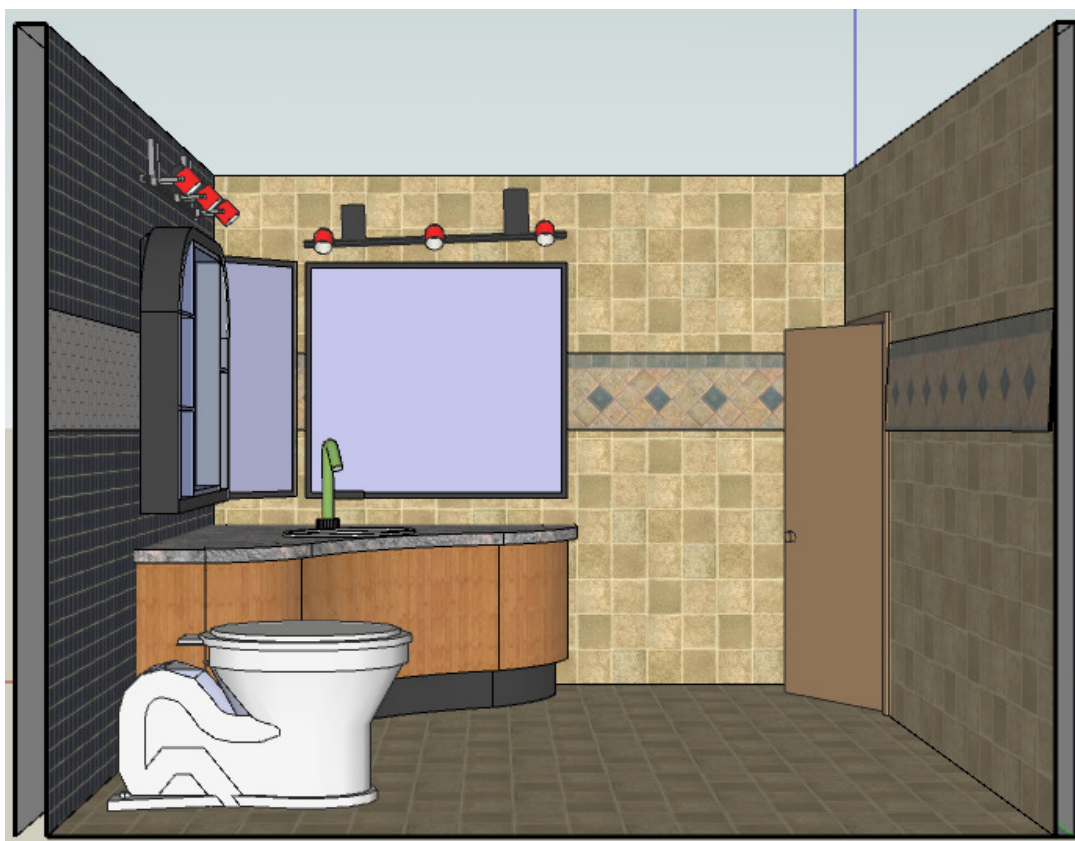
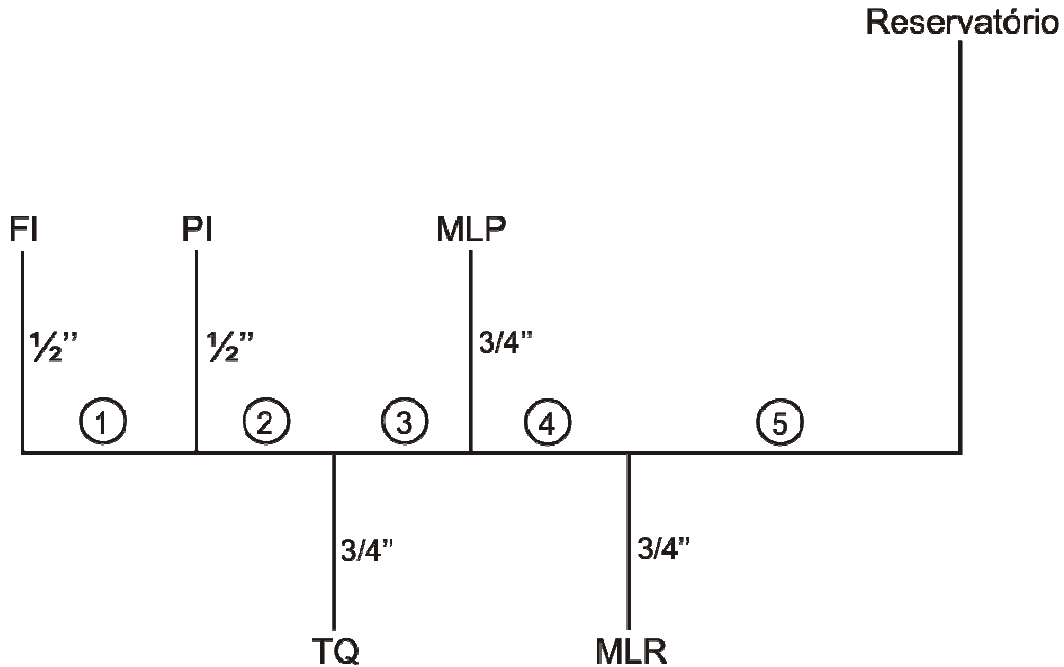


Figura 10 – Detalhe da vista lateral do banheiro

Considerando a cozinha e a área de serviço, teríamos o seguinte dimensionamento, feito com base nas tabelas 2 e 3.



$$\text{TRECHO 1 - FI + TQ} = \frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' = 1 + 2,9 = 3,9 = 6,2 \rightarrow 1''$$

$$\text{TRECHO 2 - FI + TQ + PI} = \frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' + \frac{1}{2}'' = 1 + 2,9 + 1 = 4,9 = 6,2 \rightarrow 1'' \rightarrow$$

$$\text{TRECHO 3 - FI + TQ + PI + MLR} = \frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' + \frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' = 1 + 2,9 + 1 + 2,9 = 7,8 = 10,9 \rightarrow 1 \frac{1}{4}''$$

$$\text{TRECHO 4 - FI + TQ + PI + MLR + MLP} = \frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' + \frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' = 1 + 2,9 + 1 + 2,9 + 2,9 = 10,7 = 10,9 \rightarrow 1 \frac{1}{4}''$$

Exercício: Fazer o dimensionamento para o banheiro

II. Instalações sanitárias (Esgotos) NBR 19/83-ABNT NBR 8160**A) Definição**

Conjunto de tubulações, conexões e aparelhos destinados a permitir o escoamento dos despejos (águas residuárias) de uma construção.

Os despejos podem ser denominados águas imundas quando compostos por água, material fecal + urina, águas servidas quando provenientes de operações de lavagem e limpeza e industriais, quando provenientes de processos industriais.

B) Componentes

- Canalização primária (____) aquela em que há ecesso dos gases provenientes do coletor público ou dos dispositivos de tratamento.
- Canalização secundária (____): esta é protegido de gases por desconector.
- Ramal de descarga é a canalização que recebe diretamente os efluentes dos aparelhos sanitários.
- Ramal de esgoto – recebe os efluentes dos ramais de descarga.
- Tubo de queda (TQ) para o caso de construções com mais de um pavimento, é canalização vertical que recebe os efluentes dos ramais de esgoto.
- Caixa de gordura (CG) – é a caixa coletora de gorduras
- Raio seco (Rs) – Caixa dotada de grelha na parte superior, destinada a receber águas de lavagem de pisos ou de chuveiros.
- Raio sifonado ou caixa sifonada (cs) recebe águas de lavagens de pisos e efluentes de aparelhos sanitários, exeto de bacias sanitárias (vasos).
- Caixa de passagem (CP) ou caixa de inspeção (CI) – caixa destinada a permitir a inspeção e desobstruções de canalizações.
- Coluna de ventilação (CV) – tubo ventilador de diâmetro de 75 ou 100 mm que se desenvolve através de pavimento e cuja extremidade superior é aberta á atmosfera.
Prolongado até aproximadamente 30 cm acima da cobertura, longe de qualquer vão de ventilação (porta ou janela).

C) Pontos Smportantes a Serem Observados no Sistema de Esgoto.

- Deve permitir rápido escoamento dos despejos e facilidade de limpeza em caso de obstrução (caixas de passagem).
- Vedar entrada de gases, insetos e pequenos animais para o interior da casa.
- Não permitir vazamentos, escapamentos de gases ou formação de depósitos no interior das canalizações.
- Não permitir contaminação da água de consumo e nem de gênero alimentício.

- O esgoto deve correr sempre em linha reta e com declividade uniforme (2 a 3% para PVC e aproximadamente 5% para manilhas).
- Usar caixas de passagem nas mudanças de direção.
- Ramais de esgoto com mais de 15 m de extensão, deverão ter CP intermediárias para inspeção
- Sempre que possível, o esgoto deve desenvolver-se pelo exterior da construção.
- A rede de esgoto deve estar a profundidade mínima de 30 cm.
- Lavatórios, chuveiros e bidês devem ser ligados por ramais de descarga a um desconector (caixa sifonada) cuja saída vai ao ramal de esgotos.
- A água do chuveiro pode ser coletada por uma caixa sifonada própria ou por um simples ralo seco (se assim for, este deve ser ligado à caixa sifonada)
- Vasos sanitários devem ser ligados diretamente à canalização primária (ramal de esgoto) de diâmetro no minal $\geq 100\text{mm}$
- Pias de cozinha devem ser conectadas a uma caixa de gordura antes de serem ligadas à rede.
- Tanques podem ser conectados diretamente à canalização primária.
- Rede pública ou fossa em nível inferior, após última CP.

D) Projeto

Para projetar uma instalação de esgoto, é necessário saber:

- Localização dos diversos aparelhos sanitários
- Localoção dos coletores públicos
- Trajetória a ser seguida pelas tubulações, a qual deve ser a mais curta e retilínea possível.
- As canalizações devem ser assentadas de forma a permitir reparos sem danos à estabilidade da construção, ou seja, não devem ser solidárias à estrutura e devem ser localizadas longe de reservatórios d'água, locais de depósito ou preparo de gêneros alimentícios.
- Todas as juntas de ponta e bolsa nas manilhas cerâmica vidrada e canos de cimento-amianto deverão ser feitas com argamassa de cimento e areia fina no traço 1:3

E) Dimensionamento

É feito atribuindo-se aos diversos aparelhos valores chamados unidades de descarga (UD).

A unidade de descarga é um fator numérico que representa a frequência habitual de utilização, associada à vazão típica de cada uma das diferentes peças de um conjunto de aparelhos heterogêneos em funcionamento simultâneo. Corresponde a descarga de um lavatório de residência.

Para o dimensionamento serão utilizadas as Tabelas 4 e 5.

TABELA 4 - Número de unidades de descarga dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal dos ramais de descarga.

Aparelho	Número de Unidades de Descarga	Diâmetro Mínimo de ramal de descarga mm (pol)
Banheira		
• De residência	3	40 (1 ½)
• De uso geral	4	40 (1 ½)
Bebedouro	0,5	30 (1 ¼)
Bidê	2	30 (1 ¼)
Ducha	6	75 (3)
Chuveiro		
• De residência	2	40 (1 ½)
• De uso geral	4	40 (1 ½)
Lavatório		
• De residência	1	30 (1 ¼)
• De uso geral	2	40 (1 ½)
• De uso coletivo, por torneira	1	50 (2)
Mictório		
• Com válvula	6	75 (3)
• Com descarga automática	2	40 (1 ½)
• Com calha, por metro	2	50 (2)
Pia		
• De residência	3	40 (1 ½)
• De grandes cazinhas	6	50 (2)
• De despejos	3	50 (2)
		30 (1 ¼)
Ralo		
Tanque de lavar		
• Pequeno	1	30 (1 ¼)
• Grande	3	40 (1 ½)
Vaso sanitário	6	100 (4)

Tabela 5 – Ramais de Esgoto (diâmetro mínimo)

Número de unidade de descarga	Diâmetro mínimo mm (pol)
1	30 (1 ¼)
4	40 (1 ½)
7	50 (2)
13	60 (2 ½)
24	75 (3)
160	100(4)
432	125 (5)

EXEMPLOS DE DIMENSIONAMENTO

PLANTA BAIXA ESGOTO SANITÁRIO

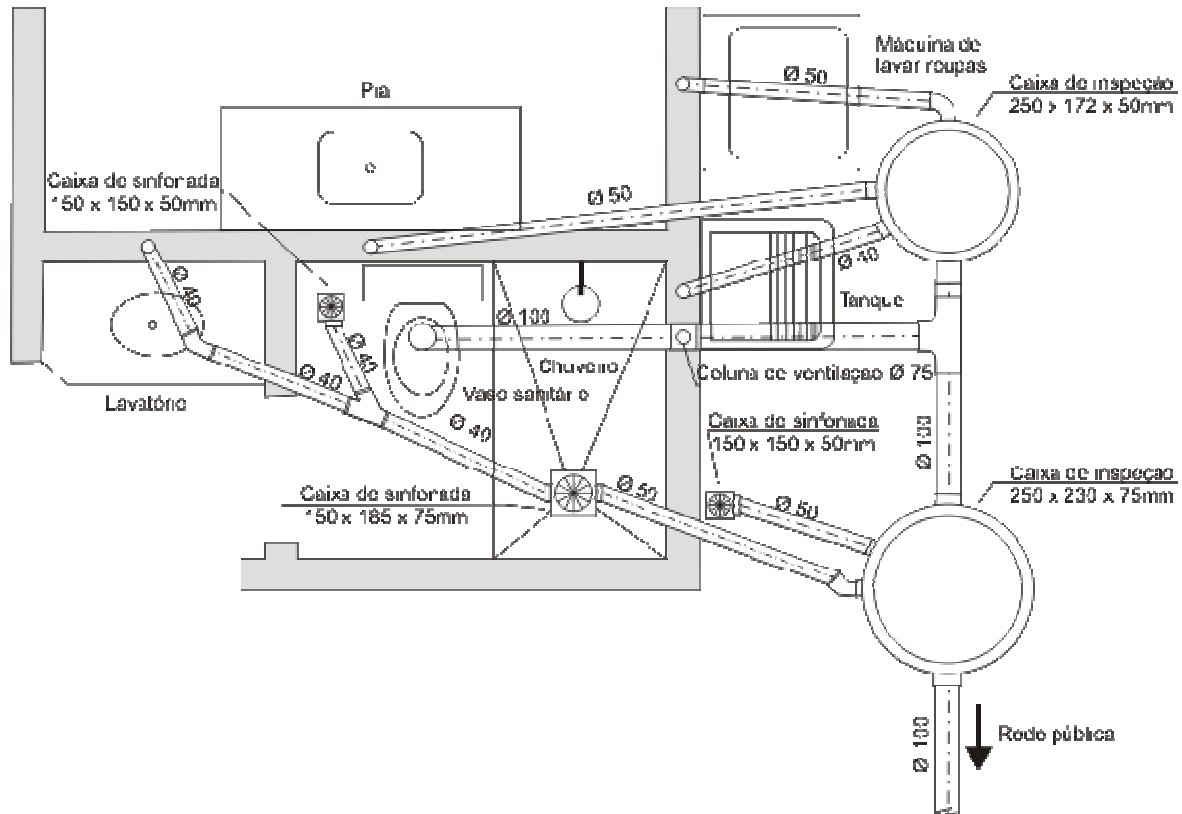


Figura 11 – Planta baixa de um prédio com um pavimento

PLANTA BAIXA ESGOTO SANITÁRIO

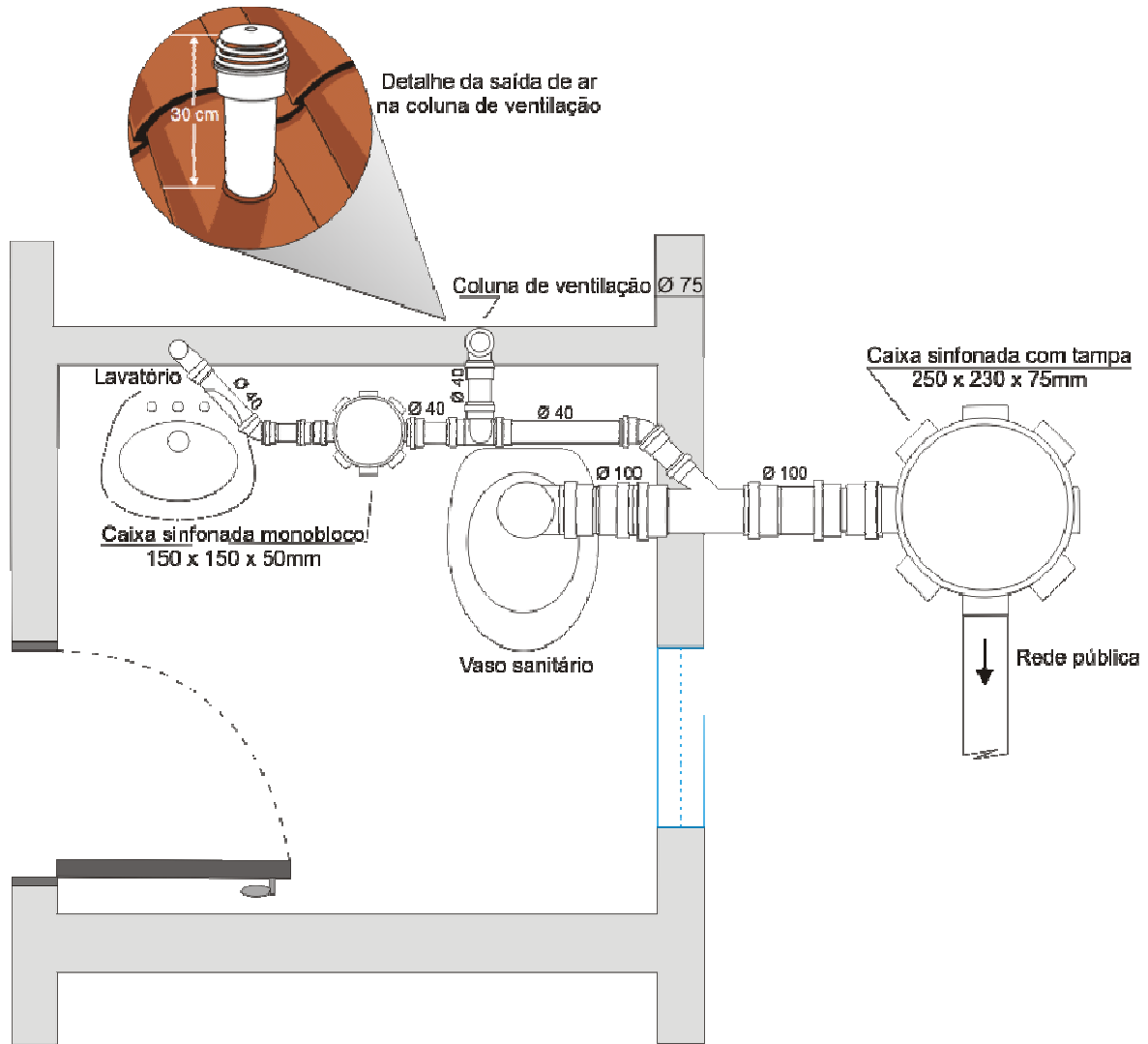


Figura 12 – Planta baixa de um banheiro simples

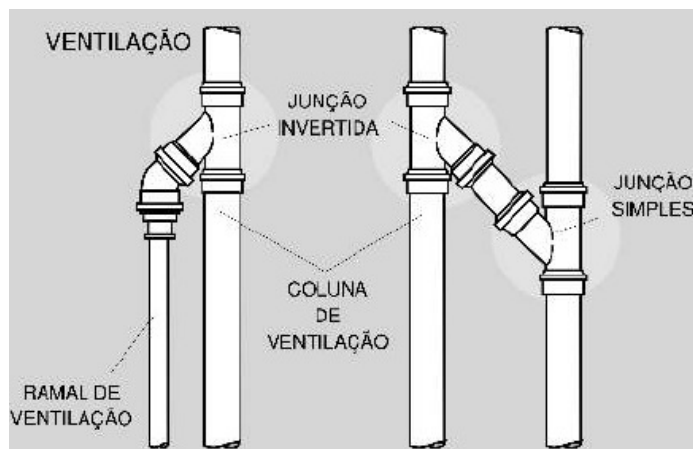


Figura 13 - Esquema de junção da coluna de ventilação

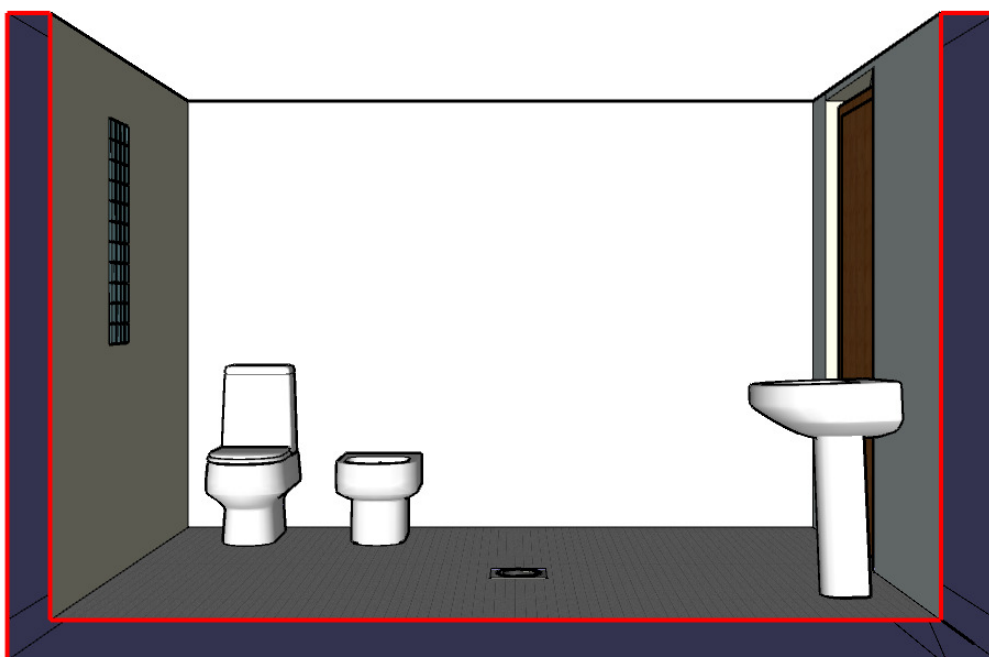


Figura 14 - Vista frontal do banheiro

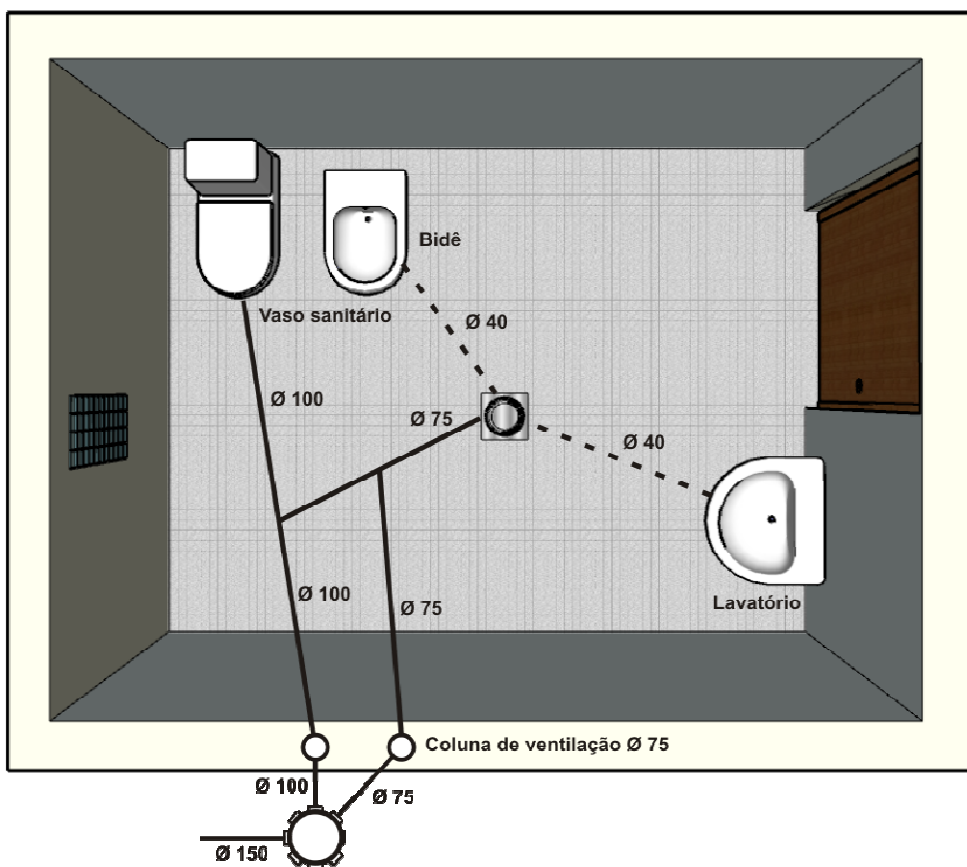


Figura 15 - Esquema da distribuição da tubulação de esgoto sanitário

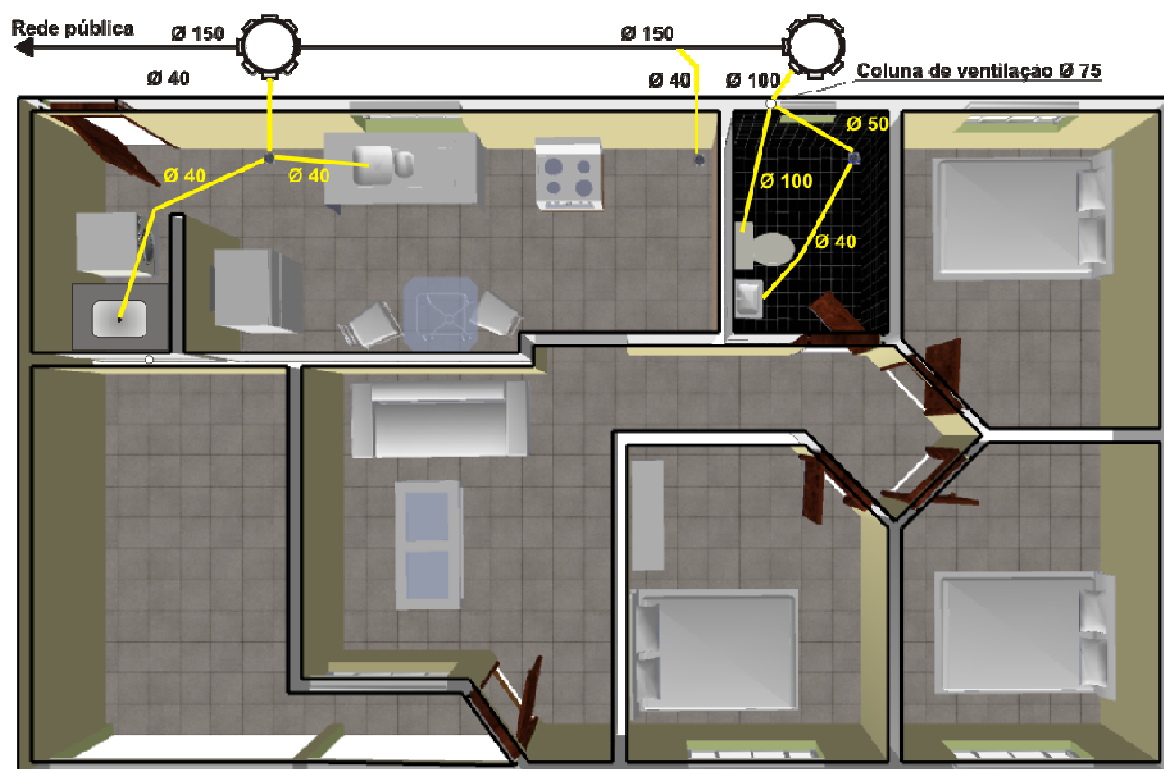


Figura 16 - Esquema da distribuição da tubulação de esgoto sanitário em uma casa

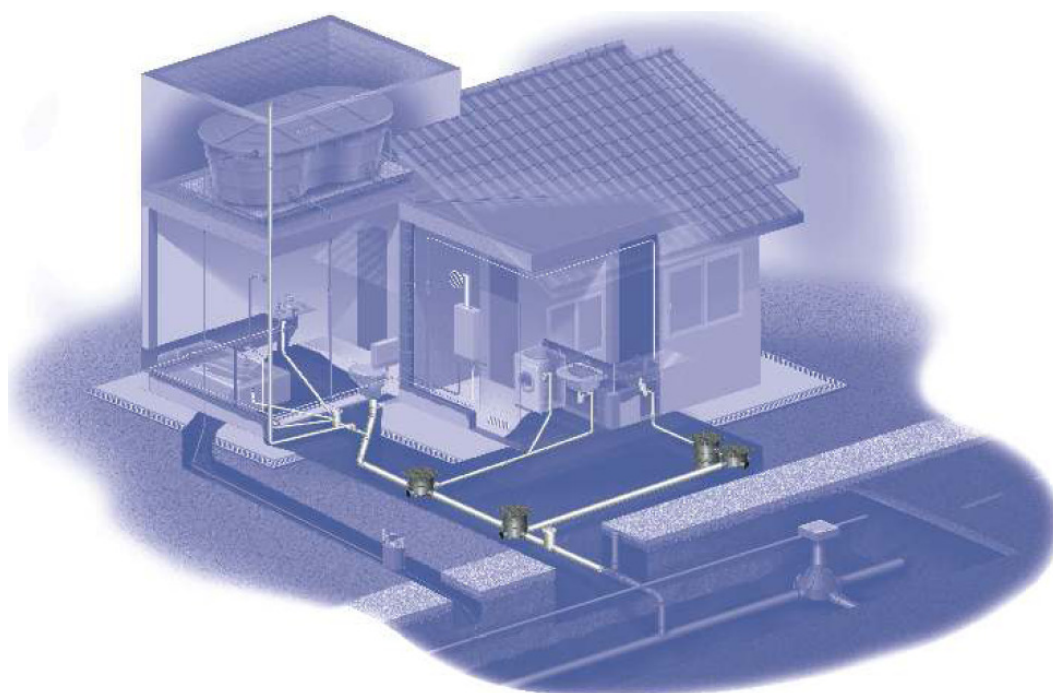


Figura 17 - Vista geral da distribuição de um sistema esgoto sanitário

SISTEMA DE ESGOTO DOMICILIAR

Tanque séptico

O tanque séptico ou fossa séptica é uma das soluções recomendadas para destino dos esgotos (afluentes) em edificações providas de suprimento de água. É um dispositivo de tratamento biológico, destinado a receber a contribuição de um ou mais domicílios e com capacidade de dar aos esgotos um grau de tratamento compatível com sua simplicidade e custo.

Os tanques sépticos foram concebidos por volta do ano de 1860, a partir de trabalhos pioneiros de Louis Mouras, na França, que utilizando um tanque enterrado no solo, acondicionou matérias sólidas provenientes de cozinha e banheiro e observou a formação de um lodo escuro e pouco denso. Até hoje, esses tanques ainda são amplamente divulgados, constituindo uma das principais alternativas para tratamento biológico primário de despejos.

Os tanques sépticos podem ser cilíndricos ou prismático-retangulares, sendo que estes últimos favorecem a decantação, basicamente dos tipos com câmara única (Figura 18), com câmaras em série e com câmaras sobrepostas. Pode ser todo construído de concreto ou as paredes podem ser de alvenaria de $\frac{1}{2}$ tijolo, de tijolos maciços (35 tijolos maciços por m^2) revestidos com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 adicionada de impermeabilizante. As paredes são executadas sobre base de concreto simples feita sobre terreno apiloado, nas dimensões determinadas pelo projeto. As chicanas, responsáveis pelo direcionamento do afluente dentro do tanque, podem ser de madeira ou concreto pré-fabricado, com espessura 0,05 m, sendo a da entrada menor que a da saída. A laje que serve para tampar e vedar a fossa, normalmente é confeccionada de concreto armado, 0,06 a 0,08 m de espessura, e é septada, composta por partes de 0,50 m de largura que facilitam a abertura para limpeza. As tubulações de entrada e saída são de 4”.

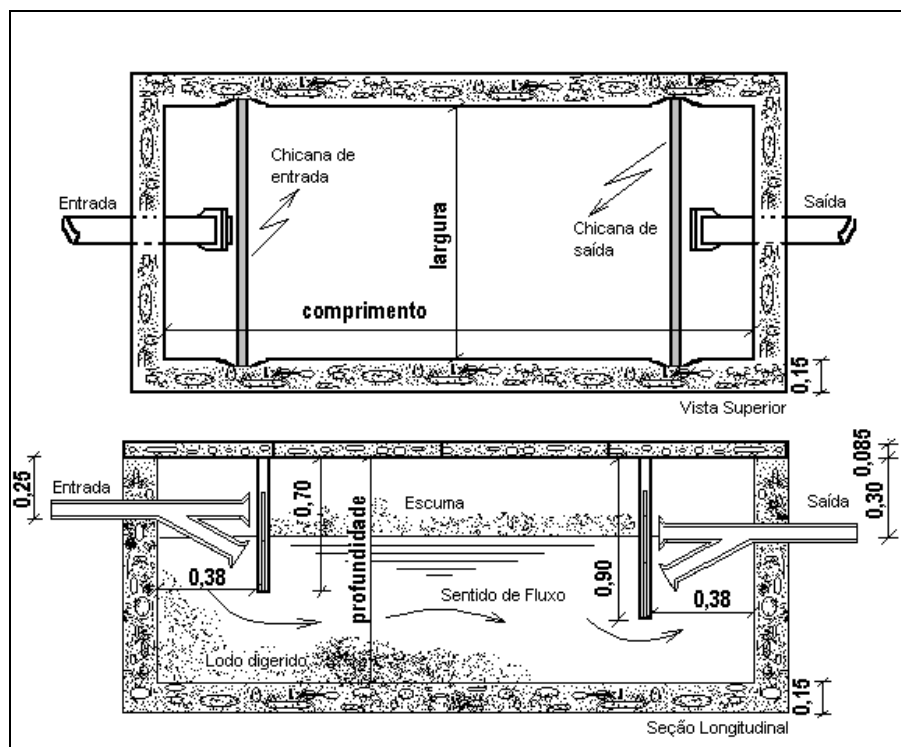


FIGURA 18 – Esquema do tanque séptico de câmara única.

Dentro da fossa séptica o esgoto se desloca horizontalmente e com baixa velocidade, nela permanecendo durante um certo período, conhecido por tempo de detenção. A pequena velocidade de escoamento permite que as partículas mais densas decantem, sob a ação da gravidade, para formar o lodo e que as menos densas subam para flutuar na massa líquida, constituindo a espuma.

São encaminhados à fossa séptica todos os despejos domésticos oriundos de cozinhas, lavanderias, chuveiros, lavatórios, bacias sanitárias, bidês, banheiras, mictórios e ralos de pisos de compartimentos internos.

Processa-se uma sedimentação de 60 a 70% dos sólidos em suspensão contidos nos esgotos, formando-se uma substância semilíquida denominada lodo. Parte dos sólidos não decantados, formados por óleos, graxas, gorduras e outros materiais misturados com gases, são retidos na superfície livre do líquido, no interior da fossa, os quais são denominados espumas. O esgoto, livre dos materiais sedimentáveis e flutuantes, flui entre as camadas de lodo e de espuma, deixando o tanque séptico em sua extremidade oposta, de onde é encaminhado a uma unidade de pós-tratamento.

A decomposição do lodo e da espuma, dentro da fossa, é facultativa e anaeróbia, resultando em compostos mais estáveis como o CO_2 , CH_4 e H_2S . É bastante lenta sendo que o período de digestão somado ao que o lodo fica armazenado constitui o intervalo de tempo entre duas operações consecutivas de remoção do lodo ou de limpeza da fossa.

O lodo retido no tanque séptico deve ser periodicamente removido, de acordo com o período de armazenamento estabelecido no dimensionamento, sendo recomendados intervalos de 1 a 3 anos ou quando o lodo atingir camada de 1/3 da profundidade do líquido. O material estável sólido retirado do interior da fossa séptica deve ser depositado em área destinada para esse fim.

A essência dos processos biológicos de tratamento de esgotos reside na capacidade dos microrganismos envolvidos utilizarem os compostos orgânicos biodegradáveis, transformando-os em subprodutos que podem ser removidos do sistema de tratamento.

É importante enfatizar que a fossa séptica não purifica os esgotos, apenas reduz a sua carga orgânica a um grau de tratamento aceitável em determinadas condições. O efluente é escuro e com odor característico devido a presença de gás sulfídrico e outros gases produtores de odores. As bactérias estão presentes em grande quantidade e provocam destruição parcial ou total dos microrganismos patogênicos. Mesmo quando a fossa é bem projetada e satisfatoriamente mantida, seu efluente ainda possui de 30 a 40% de sólidos em suspensão e uma demanda bioquímica de oxigênio não inferior a 30% dos valores referentes ao esgoto afluente. A eficiência de remoção de óleos e graxas é da ordem de 70 a 90%. É necessária, portanto, atenção relativa para a disposição do efluente.

O efluente da fossa séptica pode ser disposto em poços absorventes ou em sistemas de filtros anaeróbios montados com brita e areia. Os filtros anaeróbios, assim como os poços sumidouros, recebem a parte líquida do esgoto, previamente tratado pela fossa séptica, a qual retém essencialmente a parte sólida (matéria orgânica). A seqüência de diferentes granulometrias de brita e areia permite uma filtração dos diferentes componentes que não foram transformados pela fossa. As zooglías, comunidades de bactérias, se depositam nas britas para então exercer ação sobre os patogênicos e a matéria orgânica que não foram eliminados pela fossa. Após o percurso pelo filtro, é necessário adaptar uma saída para o líquido remanescente. Pode-se conectar o filtro a um sumidouro ou mesmo à galerias de água pluvial, situação esta recomendada somente quando há um tratamento prévio do esgoto.

O efluente pode ser ainda descarregado no solo por meio de valas de infiltração (Figura 19), desde que se disponha de áreas suficientemente grandes e solo com

permeabilidade favorável à percolação do líquido. As valas escavadas no terreno, duas no mínimo, onde ficam as tubulações de drenagem, devem ter profundidade de 0,70 a 1,00 m, largura de 0,50 a 1,00 m, guardando entre si o afastamento mínimo de 1,00 m, considerando-se paredes vizinhas. A tubulação de drenagem é constituída de tubos de 0,10 m, perfurados, que deixam entre si juntas livres, cobertas com papel alcatroado de modo a evitar o entupimento do sistema, obedecendo-se extensão máxima de 30 m e declividade de 1:300 a 1:500. As valas que recebem a tubulação são preenchidas com materiais filtrantes como a brita, sendo a extensão definida em função da vazão do efluente da fossa séptica, da capacidade de absorção do solo e da largura das próprias valas. Para fossas domiciliares, pode-se adotar, de forma prática, de 7 a 10 m de canalização nas valas, por pessoa, e para maiores vazões, pode-se adotar de 1 a 4 m por pessoa.

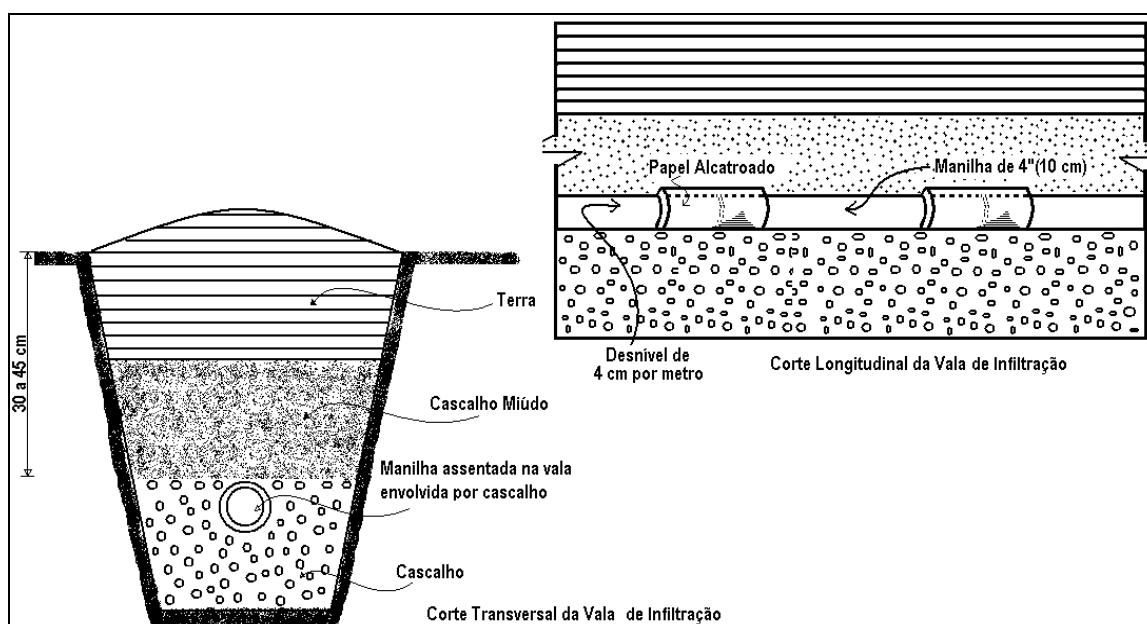


FIGURA 19 – Detalhes da confecção das valas de infiltração.

A escolha do processo a ser adotado para disposição do efluente da fossa séptica está relacionada a fatores como a natureza e utilização do solo; profundidade do lençol freático, que não deve ser atingido; permeabilidade do solo; localização da fonte de água de subsolo utilizada para consumo humano, bem como intensidade de seu uso e; volume e taxa de renovação das águas de superfície.

Quando o dimensionamento do sistema de valas de infiltração resulta em mais de uma linha (Figura 20), é necessário a instalação de uma caixa que permita fazer a distribuição do efluente, instalada entre a tubulação de saída do tanque séptico e as linhas. As caixas de distribuição (Figura 21) podem ser de seção quadrada, retangular ou circular, podendo ser construídas com alvenaria de tijolos maciços, $\frac{1}{2}$ vez, revestida com argamassa. Devem ter tampa septada de concreto armado. As tubulações de entrada e saída são de 4".

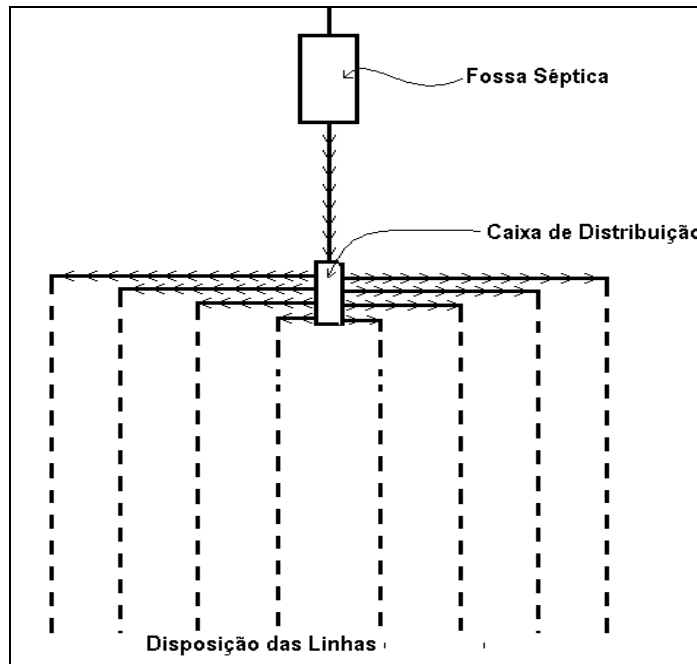


FIGURA 20 – Linhas de infiltração em valas.

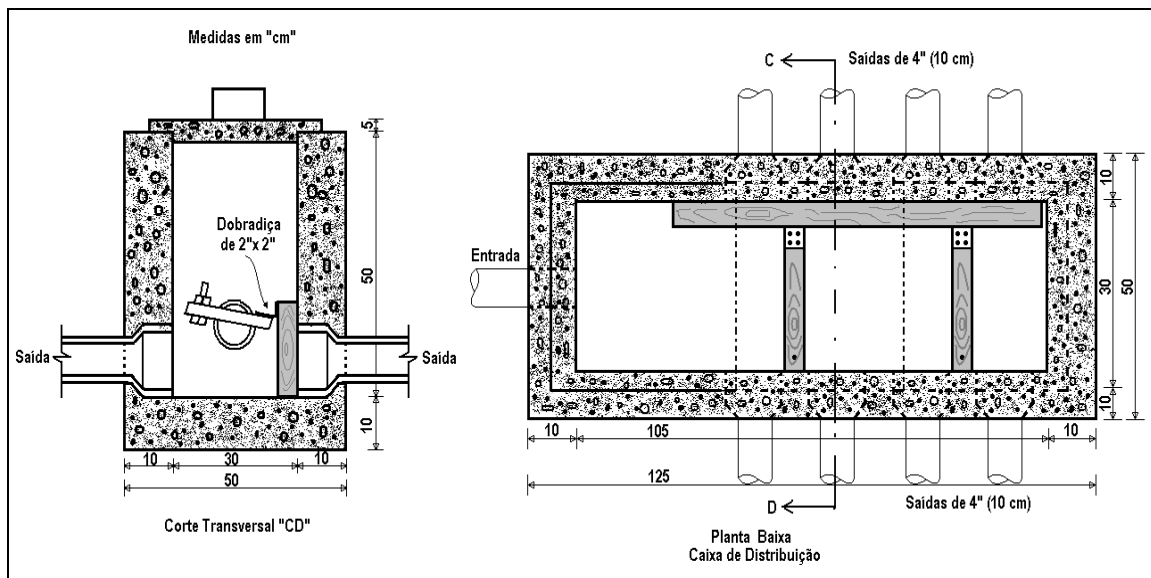


FIGURA 21 – Detalhes da caixa de distribuição.

Poço Sumidouro ou Absorvente

Consiste de um buraco escavado no solo, com seção circular de diâmetro 1,5 a 1,8 m ou quadrada com área entre 1,5 e 1,8 m² e profundidade útil de 2 a 3 m, destinado a receber todo o esgoto da casa conduzido por tubulação de 100 mm (4”), de diâmetro, conforme pode ser observado na Figura 22. Deve ser coberto por uma tampa de concreto armado, na qual se instala um tubo de 75 mm de diâmetro, que funciona como suspiro e uma abertura de inspeção com tampa. De todo o material descarregado no poço, chamado afluente, a parte

sólida é degradada por microrganismos anaeróbios, a parte líquida se infiltra no solo e os gases formados escapam pelo suspiro. Normalmente as paredes são revestidas com pedras de mão ou tijolos para evitar desmoronamentos. Os tijolos devem ser assentados com espaços para facilitar a infiltração. O fundo do poço é de terra, ou seja, sem revestimento, o que favorece a infiltração radial no solo pois o fundo entope rápido. A estrutura construída da forma descrita dura em média de 10 a 20 anos. O solo deve ter boa permeabilidade, podendo a mesma ser determinada por meio de métodos laboratoriais ou de testes práticos simples, conduzidos no local, nos quais são determinados parâmetros como condutividade hidráulica, coeficiente de infiltração ou tempo gasto para infiltração de lâmina de água no solo. Para tempos muito baixos, pode ocorrer arraste demasiado de sólidos com conseqüente entupimento dos poros e para tempos muito altos, a infiltração necessária não se processa.

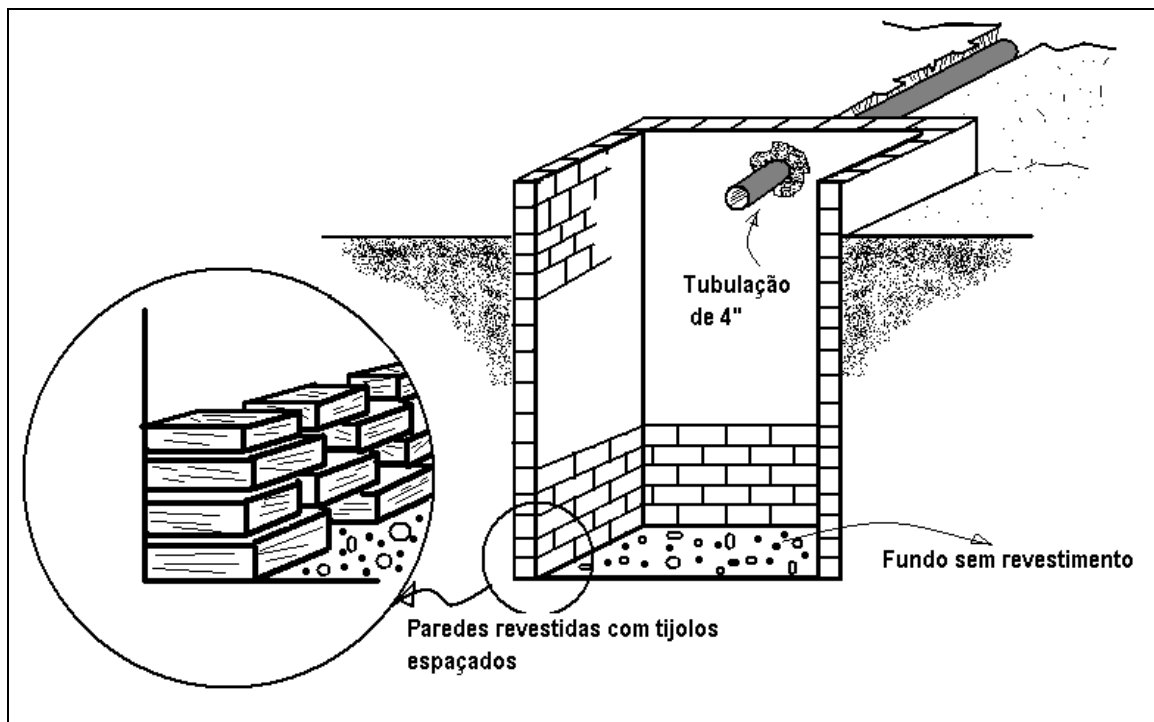


FIGURA 22 – Detalhes da construção do poço sumidouro.

Nesse ponto, vale frisar a importância do solo como depurador. A estabilização da matéria orgânica se processa com a presença de bactérias saprófitas, que existem em abundância nas camadas superficiais do terreno. A quantidade desses microrganismos varia com a natureza do solo, com a quantidade de matéria orgânica presente e com a profundidade. A população bacteriana decresce com a profundidade, tornando-se reduzida ou mesmo desaparecendo entre 1,20 e 1,80 m. Normalmente a 3 m da superfície, o solo já é completamente estéril. Em solos fendilhados, como os calcários, as bactérias podem atingir maior profundidade.

O terreno poroso funciona como filtro. Com o lançamento do esgoto, os sólidos em suspensão e os microrganismos passam a ocupar parcialmente os poros do terreno, por serem retidos pelas partículas deste. Havendo nos poros oxigênio livre em quantidade suficiente, os sólidos orgânicos retidos entram em processo de decomposição aeróbia. As bactérias, por envolverem os grãos do solo, ficam em condições de também atuar sobre os sólidos

orgânicos dissolvidos. Por outro lado, se o oxigênio livre é insuficiente, a decomposição anaeróbia passa a ocorrer, conferindo ao solo coloração escura com produção de maus odores.

As condições aeróbias prevalecerão se o esgoto for aplicado intermitentemente, dando lugar a que o oxigênio tenha melhor acesso aos poros nos intervalos de aplicação. Caso a aplicação seja contínua ou mesmo prolongada, os microrganismos aeróbios acabam por morrer, sendo substituídos pelos anaeróbios.

O dimensionamento do poço sumidouro pode se feito, partindo-se da determinação da área das suas paredes, a qual pode ser definida em função do tempo de infiltração do solo, de acordo com os dados apresentados na Tabela 1.

TABELA 1- Áreas de absorção de poços absorventes, em m^2 , em função da capacidade de infiltração do solo, medida pelo coeficiente de infiltração (C_i), em litros por m^2 por dia e pelo tempo de infiltração, em minutos

Tempo de Infiltração (min)	Coefficiente de Infiltração ($L.m^{-2}.dia^{-1}$)	Área de absorção das paredes por pessoa (m^2)
< 1 (areia grossa ou pedregulho)	> 90	1,8
2 – 5 (areia fina)	60 a 90	2,8
5 – 10 (areia com argila)	40 a 60	4,5
11 – 30 (argila com muita areia ou pedregulho)	30 a 40	7,4
30 – 60 (argila com pouca areia ou pedregulho)	20 a 30	14,9
> 120 (argila compacta, rocha ou outras formações impermeáveis)	< 20	impraticável

APLICAÇÃO 2

Dimensionar poço sumidouro ou absorvente, circular, para atender família de 10 pessoas, considerando-se que o tempo de infiltração do solo da propriedade seja igual a 4 minutos.

De acordo com a Tabela 1, para tempos de infiltração do solo entre 2 e 5 minutos, pode-se adotar área de absorção igual a $2,8 m^2$ por pessoa. Então:

a) Área total das paredes (S_p):

$$S_p = 10 \text{ pessoas} \times 2,8 m^2 / \text{ pessoa} = 28 m^2$$

b) Perímetro do poço sumidouro (P):

Adotando-se diâmetro (D) igual a 1,5 m, tem-se:

$$P = \pi D = 4,7 m$$

c) Profundidade do poço (hs):

$$h_s = \frac{Sp}{P} = \frac{28m^2}{4,7m} = 5,9m$$

Nesse caso a profundidade calculada ficou acima da máxima recomendada, com risco de atingir e contaminar o lençol freático. Dessa forma, pode-se redimensionar, adotando-se área da seção transversal maior ou optar pela construção de duas unidades mais rasas.

As valas de infiltração devem ser montadas em linhas com mesmo comprimento, evitando-se a proximidade de árvores para que as raízes não interfiram nas canalizações. A área das valas pode ser gramada, o que contribui para a absorção do líquido efluente, por meio da transpiração.

Quanto menor for o teor de sólidos em suspensão no efluente, mais lenta será a colmatagem do terreno nas valas de infiltração e, conseqüentemente, mais longo o período de funcionamento desses sistemas.

O sucesso do tanque séptico deve-se principalmente à sua simplicidade construtiva e operacional, não sendo recomendado dimensioná-lo para número de usuários maior que 300.

De acordo com a NBR 7229/82, a capacidade mínima da fossa séptica deve ser de 1.250 litros e a máxima, de 75.000 litros.

A.1) Dimensionamento do Tanque Séptico

O dimensionamento pode ser feito, de acordo com ABNT (1982), por meio da seguinte equação:

$$V = 1000 + N \times (C \times TDH + L_f \times K) \quad (01)$$

em que,

V = Volume útil, L;

N = Número de pessoas ou unidades de contribuição, hab ou unid.;

C = Contribuição de esgotos, L/ha.dia ou L/unid.dia;

TDH = Tempo de detenção hidráulica dos despejos, dias;

L_f = Contribuição de lodo fresco, L/ha.dia ou L/unid.dia; e

K = Taxa de acumulação de lodo, dias.

O tempo de detenção hidráulica (TDH), como mostrado na Tabela 2, pode ser dado em função da contribuição diária de esgotos ($Q = N \times C$), de forma a promover a sedimentação mais efetiva dos sólidos e a depuração biológica da fase líquida

Tabela 2 – Tempo de detenção hidráulica dos esgotos em função da contribuição diária

Contribuição diária (Q)	Tempo de detenção hidráulica (TDH)	
	(dias)	(horas)
(L/d)		
Até 1500	1,00	24
1501 – 3000	0,92	22
3001 – 4500	0,83	20
4501 – 6000	0,75	18
6001 – 7500	0,67	16
7501 – 9000	0,58	14
Acima de 9000	0,50	12

Para a contribuição de esgotos (C) de residências de padrão médio, valores médios da ordem de 130 L/un.dia e da contribuição de lodo fresco (Lf), da ordem de 1 L/un.dia. Há recomendações para que esses parâmetros sejam de 150 e 1 L/un.dia, respectivamente. Para hospitais, prédios de apartamentos, escolas, residências rurais e hotéis, pode-se considerar 250, 200, 150, 120 e 120 L/un.dia, respectivamente para C. O valor de Lf pode ser considerado 1 L/un.dia, para todos os casos mencionados.

O mesmo autor fornece valores para a taxa de acumulação de lodo (K), em dias, por faixa de temperatura ambiente e por intervalo entre limpezas do tanque. Considerando-se limpeza anual do tanque, K seria 65 para temperatura ambiente entre 10 e 20° C e 57 para maior que 20° C. Para limpeza a cada 5 anos, K seria 225 e 217, considerando-se as faixas de temperatura mencionadas anteriormente.

A profundidade útil dos tanques sépticos pode ser de 1,50 a 2,80 m para volumes úteis dos mesmos de 6,0 a 10 m³.

Para fossas sépticas de seção circular, o diâmetro interno mínimo e a profundidade útil mínima devem ser iguais a 1,10 m e o diâmetro não deve ser superior a duas vezes a profundidade útil. Para as fossas sépticas retangulares, a largura interna mínima deve ser igual a 0,70 m, a razão entre comprimento e largura deve estar entre 2 e 4, a profundidade útil mínima igual a 1,10 m e a largura não pode ultrapassar duas vezes a profundidade útil.

A.2) Dimensionamento do Sistema de Valas de Infiltração

Para descarregar o efluente do tanque séptico em valas de infiltração, considera-se que a área de absorção seja a do fundo da vala (comprimento \times largura do fundo da vala) o que depende de características do solo, tais como a condutividade hidráulica, coeficiente e tempo de infiltração, conforme indicado na Tabela 3:

Tabela 3 – Área de absorção das valas em função do tempo de infiltração do solo.

Tempo de Infiltração (minutos)	Área de absorção necessária no fundo da vala (m ²)	
	Habitações	Escolas
	Por dormitório	Por pessoa
Até 2	4,50	0,80
3	5,50	1,00
4	6,50	1,10
5	7,50	1,20
10	9,00	1,70
15	12,00	2,00
30	16,50	2,80
60	22,00	3,50
Para tempo de infiltração acima de 60 minutos, o sistema não é recomendado		

APLICAÇÃO 3

Dimensionar tanque séptico e sistema de valas de infiltração para atender residência rural com 20 habitantes, em local com temperaturas médias entre 10 e 20 ° C e solo com tempo de infiltração igual a 5 minutos, determinado por meio de teste prático de campo.

a) Contribuição diária de esgotos (Q):

$$Q = N \times C = 20 \times 130 = 2.600 \text{ litros}$$

b) Volume útil (V) do tanque séptico, em litros:

Para o valor Q encontrado, o TDH é igual a 0,92 dias ou 22 horas (Tabela 2). A contribuição de lodo fresco (Lf) é da ordem de 1 L/un.dia. Considerando-se limpeza anual do tanque, K seria 65 para temperatura entre 10 e 20° C, logo:

$$V = 1000 + N \times (C \times TDH + L_f \times K) = 4692 \text{ litros} = 4,7 \text{ m}^3$$

c) Comprimento e largura do tanque séptico:

Para profundidade útil igual a 1,50 m, a fossa séptica poderia ter comprimento igual a 2,40 m e largura igual a 1,30 m. A profundidade útil deve ser acrescida de mais 0,30 m para acúmulo de lodo e espuma.

Para planejar o sistema de valas de infiltração, de acordo com a Tabela 3, para a capacidade de infiltração medida no solo, a área de absorção no fundo das valas deve ser igual a 3,50 m² por pessoa.

d) Área total de valas de infiltração (St):

$$St = 3,50 \text{ m}^2 / \text{pessoa} \times 20 \text{ pessoas} = 70 \text{ m}^2$$

e) Comprimento total de valas (Lt):

$$Lt = \frac{St}{l} = \frac{70 \text{ m}^2}{0,6 \text{ m}} = 117 \text{ m}$$

A largura (l) do fundo da vala foi considerada conforme recomendado, ou seja, entre 0,3 e 0,7 m. Adotando-se comprimento de 20 m para cada linha de valas de infiltração, tem-se:

f) Número de linhas (Nl):

$$Nl = \frac{Lt}{c} = \frac{117 \text{ m}}{20} = 6 \text{ linhas}$$

O comprimento e o número de linhas dependem da forma da área disponível para implantação do sistema. O espaçamento entre elas deve estar entre 1 e 2 m e a declividade das mesmas, entre 0,2 e 0,3%. Haverá, nesse caso, necessidade de uma caixa de distribuição para organizar na área as linhas.

Localização das Instalações de Disposição de Resíduos

Qualquer uma das soluções mencionadas para disposição final dos resíduos domésticos na zona rural deve ser instalada na propriedade, com observância de algumas regras básicas de localização. O local deve ser bem seco e drenado, livre de enchentes e acessível aos usuários (no caso das fossas secas). A estrutura deve ser construída à jusante das fontes de abastecimento d'água, sempre na parte mais baixa do terreno, porém com a base ou fundo distante do lençol freático no mínimo 1,50 m. A distância da casa deve estar entre 10 e 15 m e da cisterna, entre 15 e 30 m. Deve-se verificar com atenção a presença de formações rochosas, as quais podem conter fissuras que venham a conduzir o afluyente líquido poluente a distâncias consideráveis, evitando o processo natural de eliminação dos microrganismos patogênicos por meio de filtragem pelo solo.



FIGURA 23 – Esquema do sistema de distribuição de esgoto domiciliar

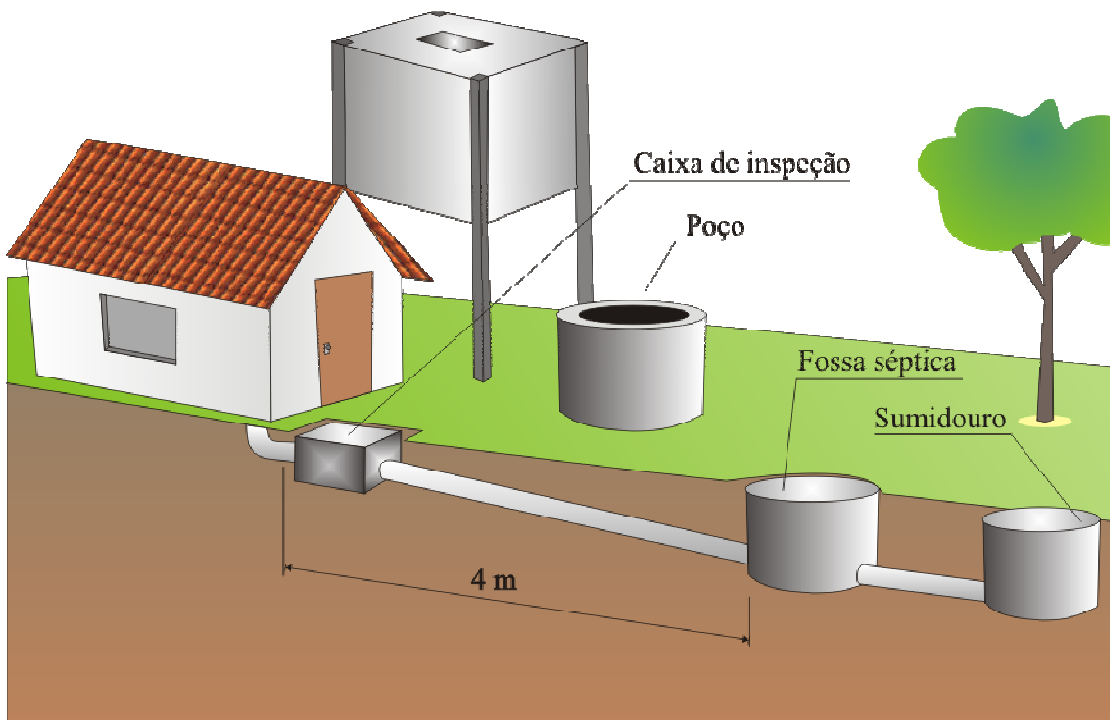


FIGURA 24 – Detalhe da distância entre a caixa de inspeção e fossa séptica

CAIXA DE INSPEÇÃO

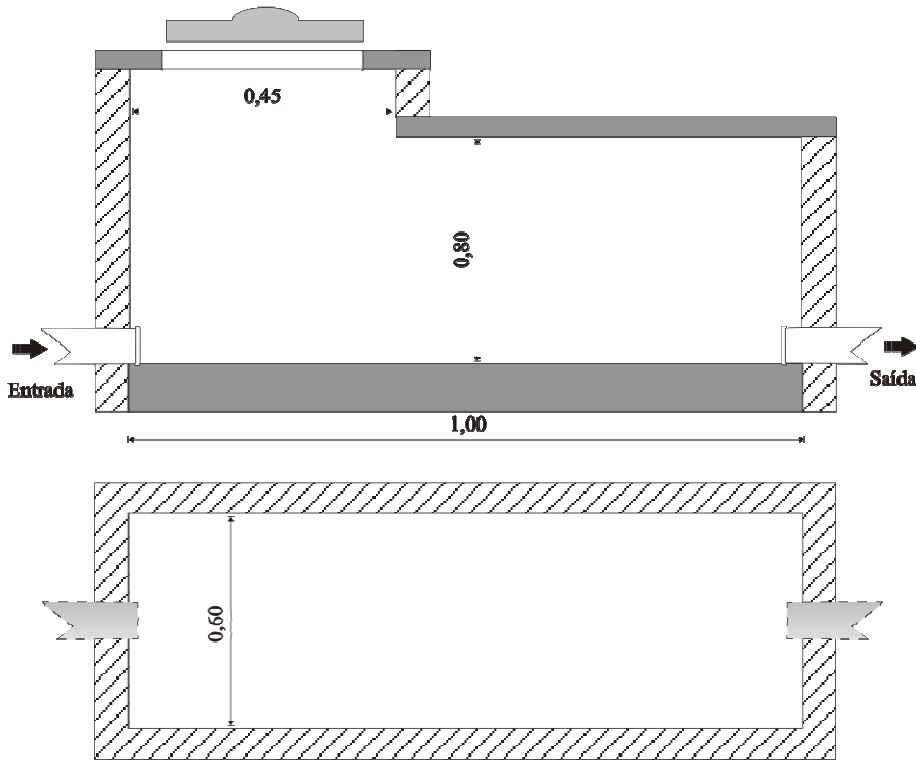


FIGURA 25 – Detalhe do dimensionamento da caixa de inspeção

FOSSA SÉPTICA CIRCULAR

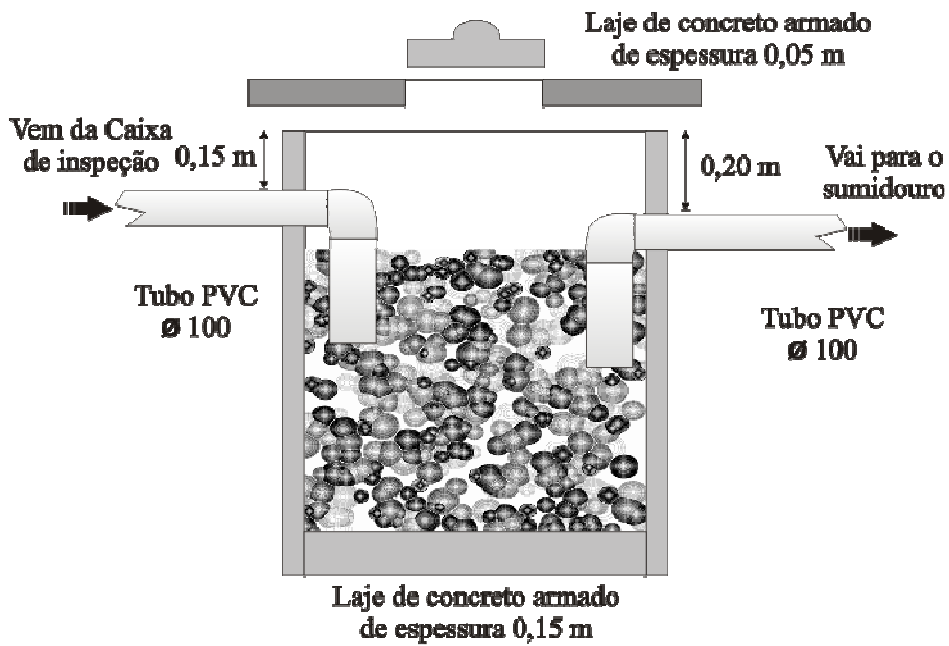


FIGURA 26 – Detalhe interno da fossa séptica circular

FOSSA SÉPTICA RETANGULAR

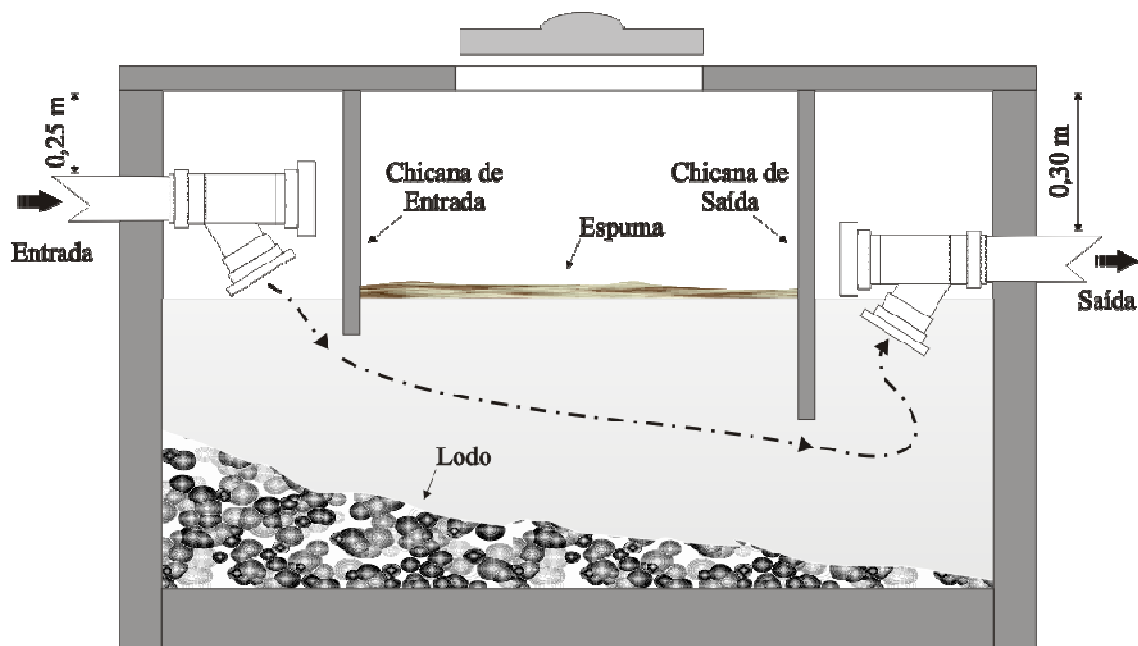


FIGURA 27 – Detalhe interno da fossa séptica retangular



(a)



(b)

FIGURA 28 - Detalhe da fossa séptica no sentido horizontal (a) e vertical (b)

SUMIDOURO

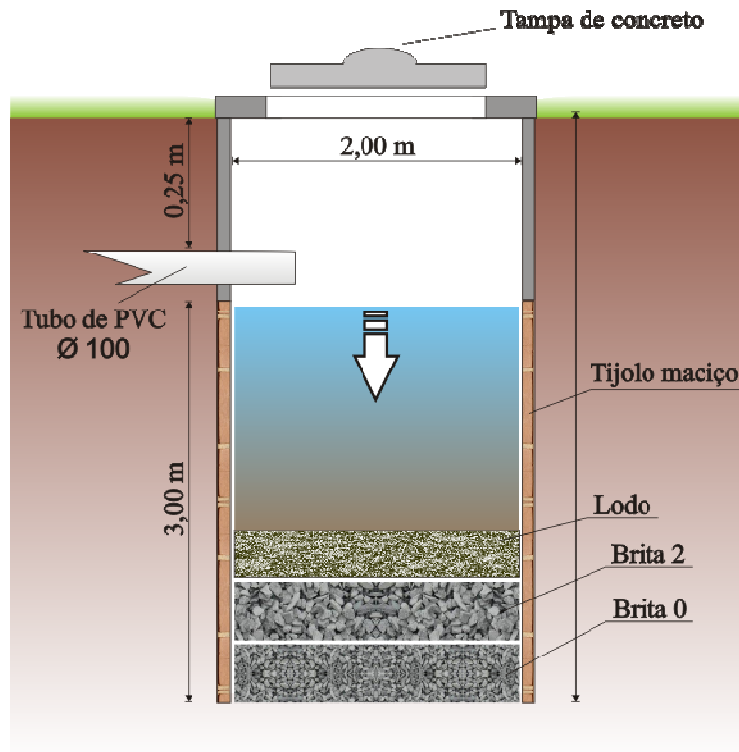


FIGURA 29 – Detalhe do dimensionamento do sumidouro

ÁGUAS PLUVIAIS

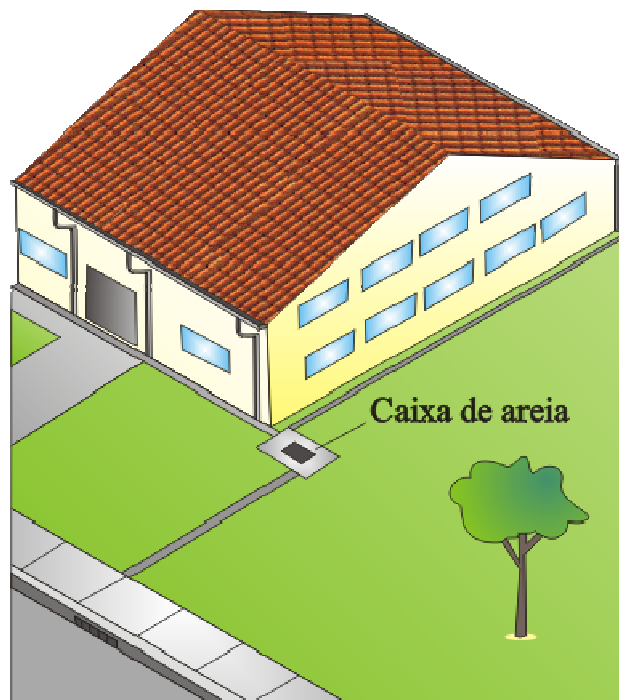


FIGURA 30 – Detalhe geral do sistema de coleta de águas pluviais



FIGURA 31 - Sistema de captação, filtragem e armazenamento de água da chuva

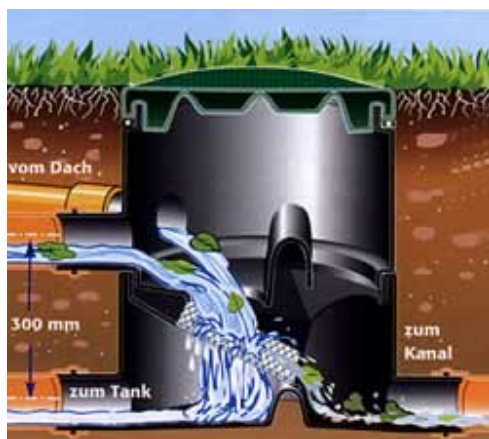


FIGURA 32 - Filtro para retenção de materiais sólidos proveniente do telhado

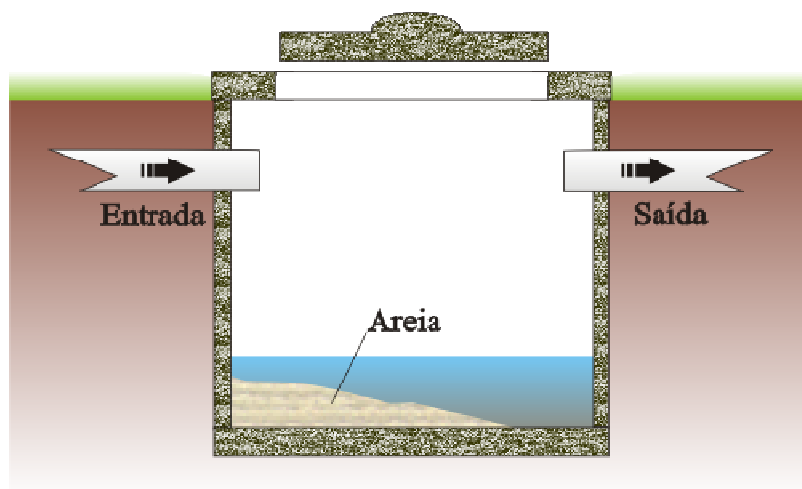
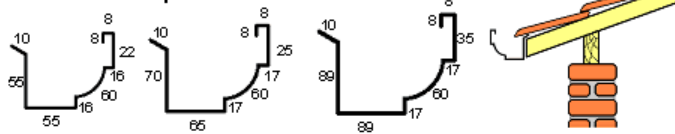


FIGURA 33 – Esquema ilustrativo da caixa de areia

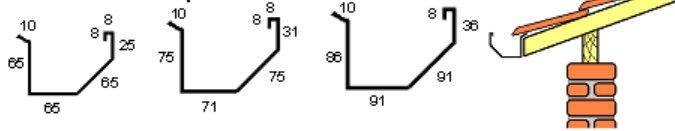
FIGURAS ILUSTRATIVAS



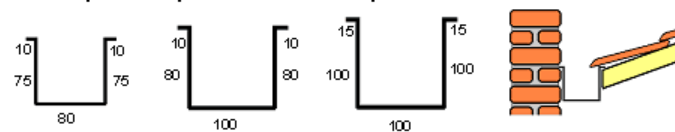
Galha moldura para beiral



Galha americana para beiral



Galha quadrada para encontro com parede



CAIXAS E RALOS SINFONADO



LEITURA RECOMENDADA:

CREDER, H. Instalações hidráulicas e sanitárias. LTC - Livros Técnicos e Científicos Ltda. Rio de Janeiro. 1988. 438 p.

TANAKA, T. Instalações prediais hidráulicas e sanitárias. LTC - Livros Técnicos e Científicos Ltda. Rio de Janeiro. 1986. 208 p.