

**Universidade Federal de Viçosa**  
**Centro de Ciências Agrárias**  
**Departamento de Engenharia Agrícola**

**ENG 350**  
**Instalações Hidráulico-Sanitárias**

Cecília de Fátima e Souza  
Profª. Departamento de Engenharia Agrícola

Flávio Alves Damasceno  
Arte final, Engenheiro Agrícola

Viçosa – MG  
2009

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

### Definição

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

### Sistemas

**Direto** - todos os aparelhos e torneiras são alimentados diretamente pela rede pública ou de uma caixa elevada central da propriedade.

**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.

### Componentes:

**Sub-ramal**- canalização que liga o ramal à 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.

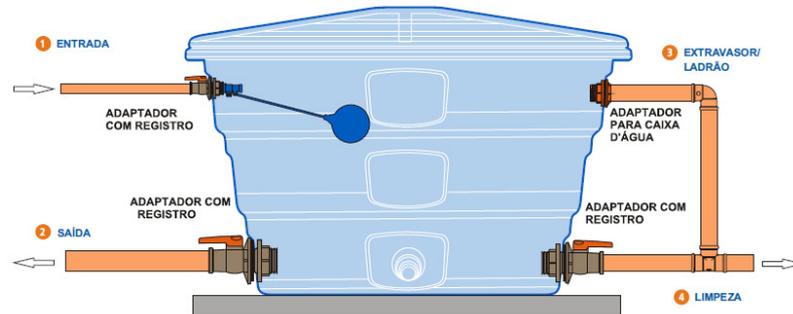
**Ramal predial** – canalização que conduz a água da rede pública para o imóvel.

**Reservatório de água.**

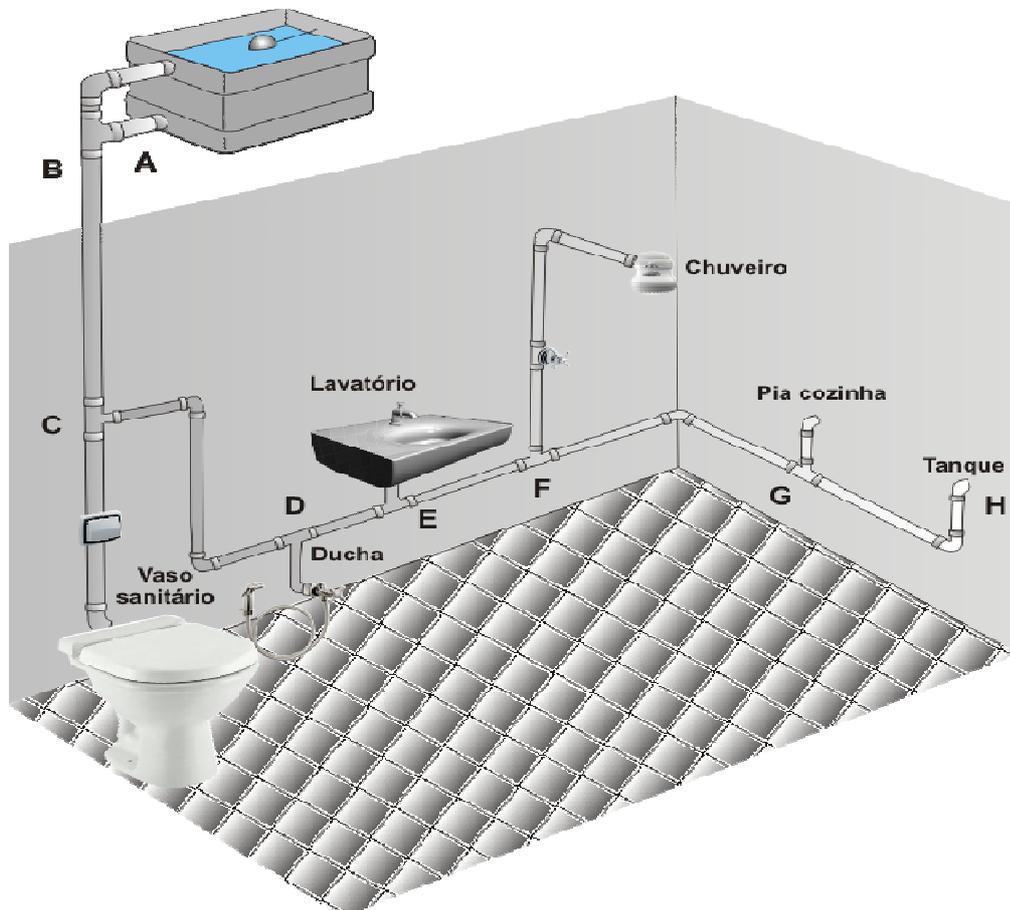
### Tipos de reservatórios ou caixas d'água

- Alvenaria de tijolos maciços + revestimento 1:3 (cimento e areia.) natado + aditivo impermeabilizante (sika 1 ou vedacit) ou pintura betuminosa.
  - Até 2.000 litros - alvenaria de ½ tijolo, com uma cinta comum no respaldo.
  - Acima de 2.000litros – alvenaria de 1 tijolo, com duas cintas, sendo uma a meia altura e outra no respaldo.
  - Reservatórios enterrados até 6.000 litros, sem cintas.
- Concreto armado.
- Argamassa armada ou ferrocimento.
- Tambores tratados contra ferrugem.
- Fibrocimento ou plástico.

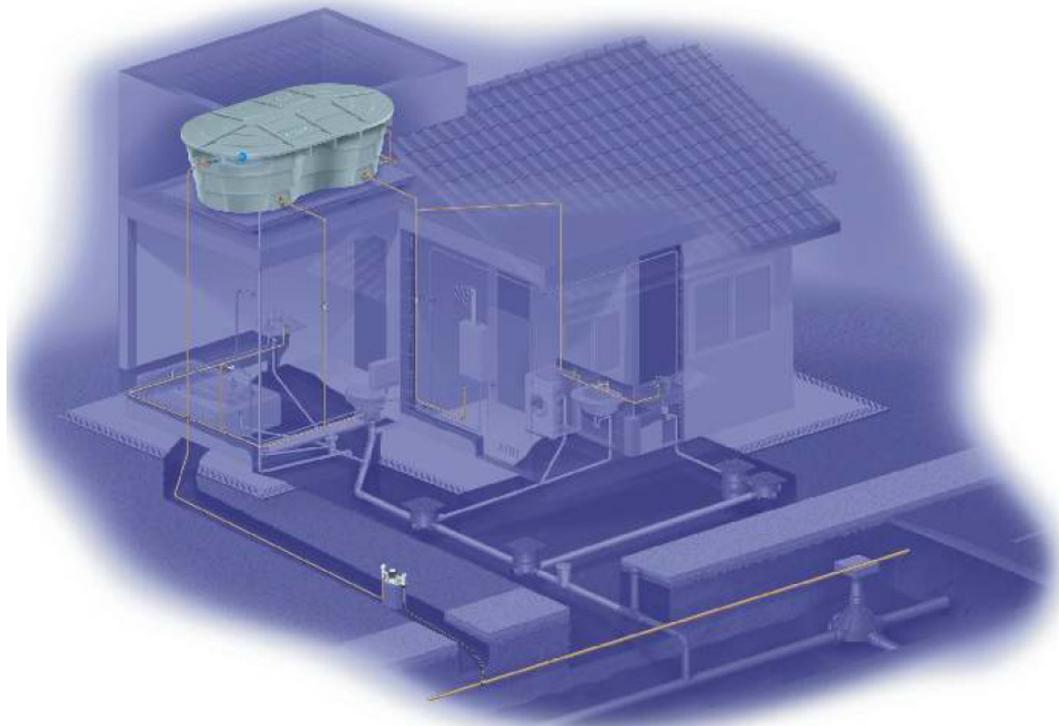
As figuras 1, 2 e 3 ilustram os detalhes de funcionamento de uma caixa d'água, uma vista detalhada de um sistema de distribuição de água e uma vista geral de um sistema de distribuição de água com sistema de esgoto.



**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 e rede de esgoto.

### Dimensionamento do Reservatório

**Tabela 1** - Consumo de água em litros/cabeça/dia

	Consumo de água (litros/cabeça/dia)
Pessoas	100 a 200
Escolas	50
Aves de corte	0,15
Aves de postura (galinhas)	0,20
Suínos até 13 kg	4,5
Suínos de 14 a 56 kg	7,5
Suínos de 90 a 150 kg	13,5
Porcas em gestação	17,0
Porcas em lactação	23,0
Bovinos - cria e recria	40
Bovinos - terminação	80
Bovinos adultos	120
Abate de grandes animais	300
Abate de pequenos animais	150
Equínos	45 a 100

### Observações:

Ao dimensionar o reservatório, é recomendável um fator de segurança de 3 dias para a reserva do volume.

Fatores como o clima, hábitos e nível sócio-econômico da população, natureza local e crescimento da cidade, influem no consumo de água.

Para a capacidade maior ou igual 5.000 litros, construir 2 ou mais reservatórios.  
Os reservatórios devem ser construídos em local de fácil acesso a fim de que possam ser inspecionados periodicamente.

### Distribuição de água

Materiais empregados:

- Tubos de ferro fundido
- Tubos PVC
- Tubos de cobre
- Juntas rosqueadas ou soldadas

### Projeto

Restrições, para não produzir ruído desagradável durante o escoamento:

- $\varnothing$  mínimo = 15 a 20 mm ( $\frac{1}{2}$ " a  $\frac{3}{4}$ " )
- $V_{\text{máx}}$  nas canalizações = 2,5 m/s
- $V \leq 14 \sqrt{D}$  ( D em m e V em m/s)

### Dimensionamento da tubulação:

O método do consumo máximo possível baseia-se no fato de que a vazão no ramal de distribuição deve atender ao uso simultâneo de todos os aparelhos que ele alimenta.

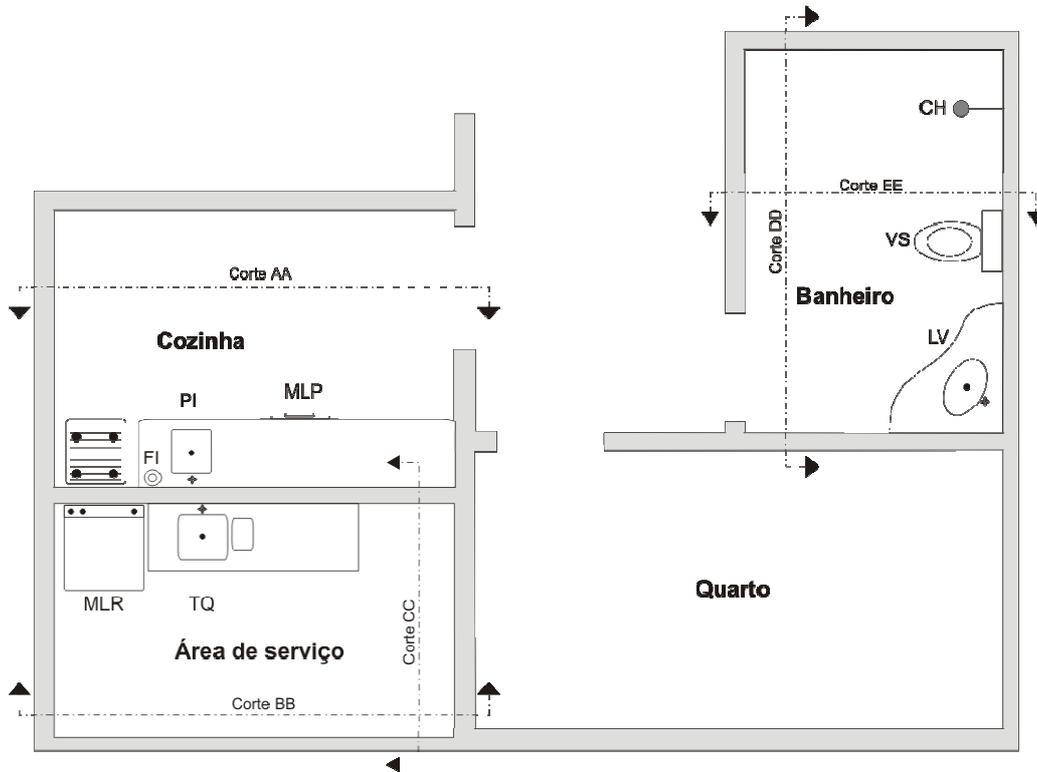
**Tabela 2** – Diâmetro recomendado na tubulação.

Aparelho	mm	$\varnothing$
Vaso com válvula de descarga (V.D) e com caixa d'água em altura < 6 m	40	1 $\frac{1}{2}$ "
V.D. cx d'água altura > 6 m	30	1 $\frac{1}{4}$ "
Vaso com caixa de descarga	15	$\frac{1}{2}$ "
Bidê, chuveiro, bebedouro, lavatório	15	$\frac{1}{2}$ "
Pia de cozinha	15	$\frac{1}{2}$ "
Máquina de lavar (roupas, louças)	20	$\frac{3}{4}$ "
Filtro	15	$\frac{1}{2}$ "
Banheira	15	$\frac{1}{2}$ "
Tanque	20	$\frac{3}{4}$ "

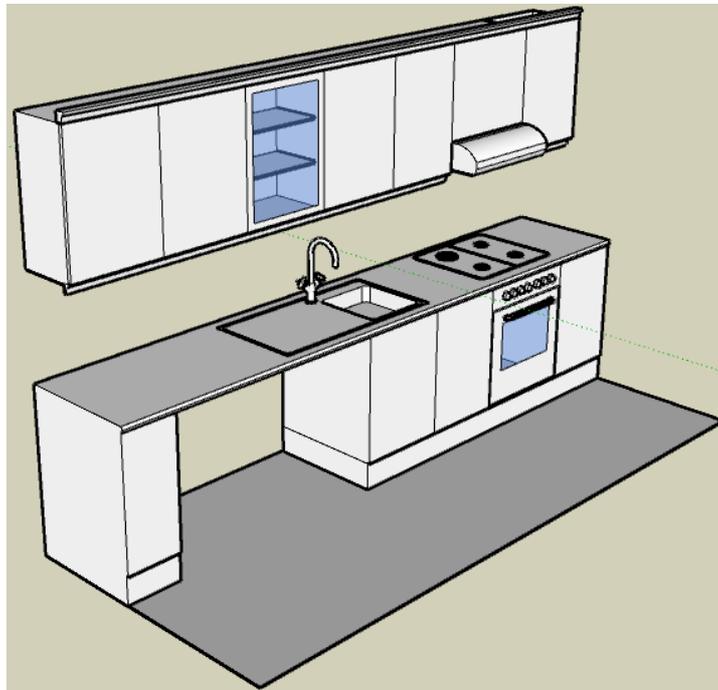
**Tabela 3** – Correspondência de vazão.

Nº de tubos de $\frac{1}{2}$ "	$\varnothing$ tubo com igual capacidade mm e $\varnothing$	
1,0	15	$\frac{1}{2}$ "
2,9	20	$\frac{3}{4}$ "
6,2	25	1"
10,9	30	1 $\frac{1}{4}$ "
17,4	40	1 $\frac{1}{2}$ "
37,8	50	2"
65,5	60	2 $\frac{1}{2}$ "
110,5	75	3"

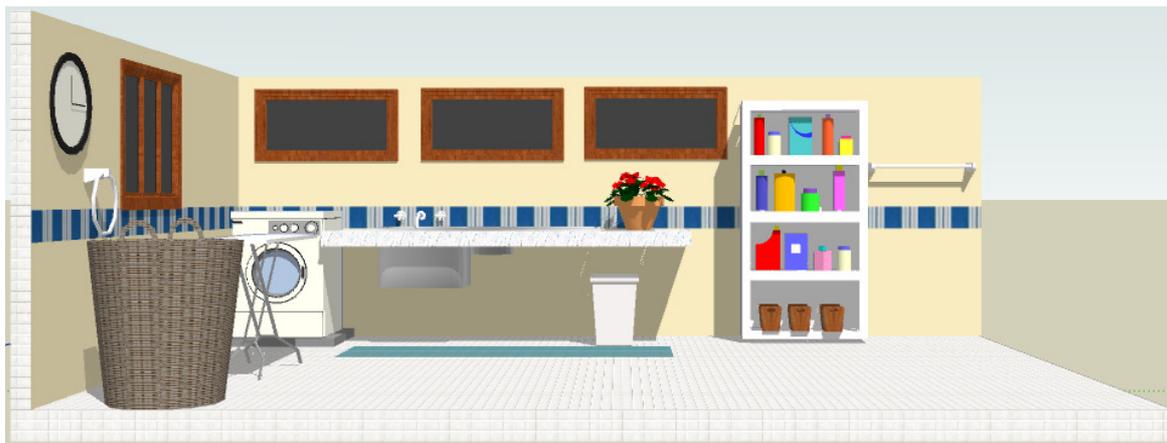
## Exemplo de dimensionamento da rede de distribuição de água fria



**Figura 4** – Parte da planta baixa de uma residência (**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 5** – Vista em perspectiva da cozinha

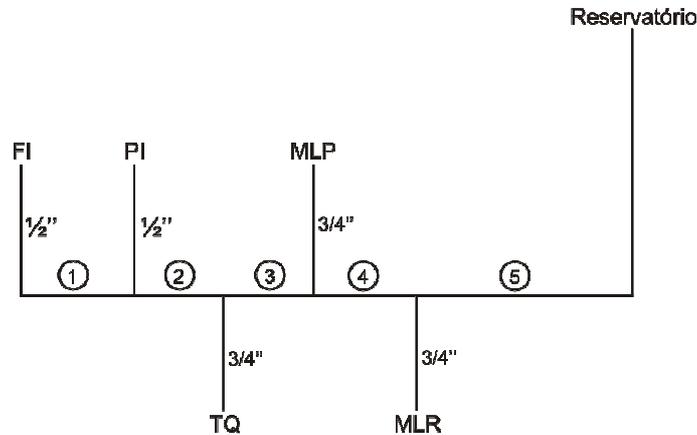


**Figura 6** – Detalhe da vista frontal da área de serviço



**Figura 7** – Detalhe da vista lateral do banheiro

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



<b>Trecho 1</b> – FI = 15mm	→ 15mm
<b>Trecho 2</b> – FI + PI = 15mm + 15mm = 1 + 1 = 2	→ 20mm
<b>Trecho 3</b> - FI +PI +TQ = 15mm + 15mm + 20mm = 1 + 1 + 2,9 = 4,9	→ 25mm
<b>Trecho 4</b> - FI +PI +TQ +MLP = 15mm + 15mm + 20mm + 20mm = 1 + 1 + 2,9 + 2,9 = 7,8	→ 30mm
<b>Trecho 5</b> - FI +PI +TQ +MLP + MLR = 15mm + 15mm + 20mm + 20mm + 20mm = 1 + 1 + 2,9 + 2,9 + 2,9 = 10,7	→ 30mm

**Exercício:** Fazer o dimensionamento para o banheiro.

## INSTALAÇÕES SANITÁRIAS (ESGOTOS) NBR 19/83-ABNT NBR 8160

### Definição

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

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.

### Componentes

- Canalização primária (CaP)- aquela em que há excesso dos gases provenientes do coletor público ou dos dispositivos de tratamento.
- Canalização secundária (CaS) – aquela que é protegida de gases por desconector.

- Ramal de descarga (RD)- é a canalização que recebe diretamente os efluentes dos aparelhos sanitários.
- Ramal de esgoto (RE) – recebe os efluentes dos ramais de descarga.
- Tubo de queda (TQ) - para o caso de construções com mais de um pavimento, é a canalização vertical que recebe os efluentes dos ramais de esgoto.
- Caixa de gordura (CG) – é a caixa coletora de gorduras
- Ralo seco (RS) – Caixa dotada de grelha na parte superior, destinada a receber águas de lavagem de pisos ou de chuveiros.
- Ralo sifonado ou caixa sifonada (CS) - recebe águas de lavagens de pisos e efluentes de aparelhos sanitários, exceto 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 do 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).

#### **Pontos importantes 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.
- A canalização deve ser 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, a rede de esgoto deve desenvolver-se pelo exterior da construção.
- A rede de esgoto deve estar à 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) com diâmetro mínimo de 100mm.
- 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.
- A rede pública ou fossa séptica devem estar em nível inferior, após ultima CP.

## Projeto

Para projetar uma instalação de esgoto, é necessário saber:

- Localização dos diversos aparelhos sanitários.
- Localização 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 das manilhas de cerâmica e dos canos de cimento-amianto deverão ser feitas com argamassa de cimento e areia fina no traço 1:3.

## Dimensionamento

O dimensionamento é feito atribuindo-se aos diversos aparelhos valores chamados unidades de descarga (UD), empregando-se as Tabelas 4 e 5.

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.

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

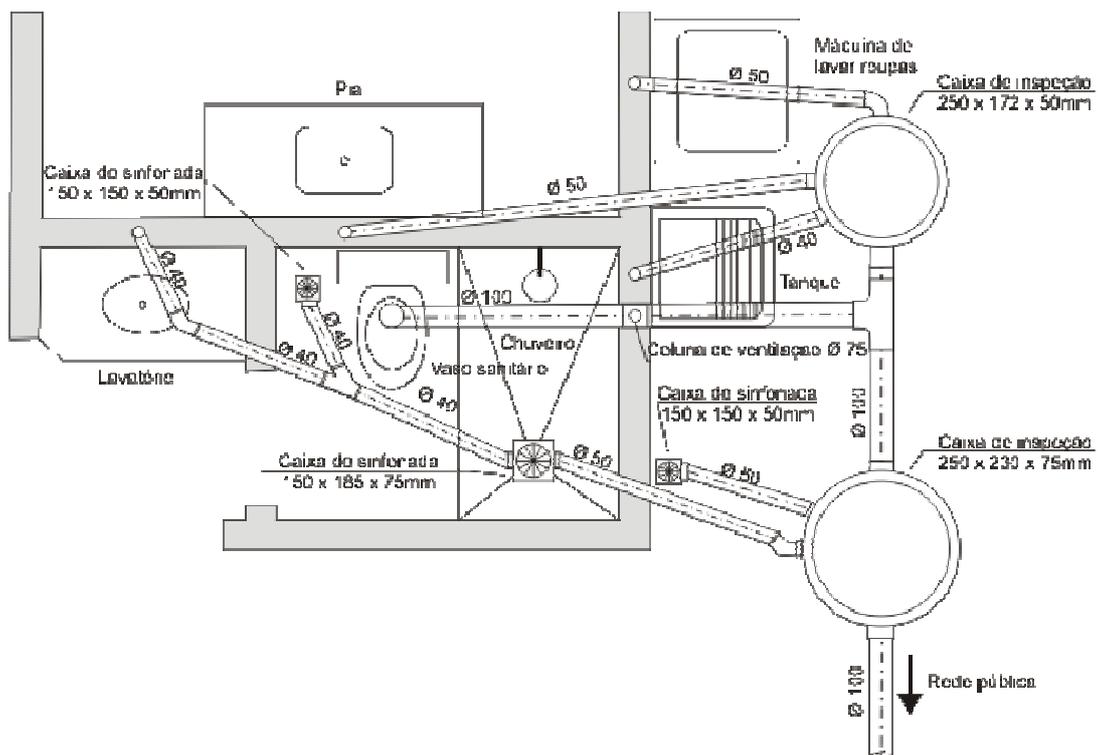
Aparelho	Número de Unidades de Descarga	Diâmetro Mínimo de ramal de descarga mm (pol)
Banheira		
- residência	3	40 (1 ½)
- uso geral	4	40 (1 ½)
Bebedouro	0,5	25 (1)
Bidê	2	30 (1 ¼)
Ducha	6	75 (3)
Chuveiro		
- residencial	2	40 (1 ½)
- de uso geral	4	40 (1 ½)
Lavatório		
- residencial	1	30 (1 ¼)
- uso geral	2	40 (1 ½)
- tipo torneira	1	50 (2)
Mictório		
- com válvula	4	50 (2)
- com descarga	2	40 (1 ½)
- com calha, por metro	2	50 (2)
Pia		
- residencial	3	40 (1 ½)
- grandes cozinhas	6	50 (2)
- de despejo	3	50 (2)
Ralo	1	30 (1 ¼)

Tanque de lavar		
- pequeno	2	30 (1 ¼)
- grande	3	40 (1 ½)
Bacia Sanitária	6	100 (4)

**Tabela 5** – Ramais de esgoto (diâmetros mínimos)

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)

**Exemplo de dimensionamento**



**Figura 8** – Planta baixa parcial de uma residência mostrando rede de esgoto sanitário.

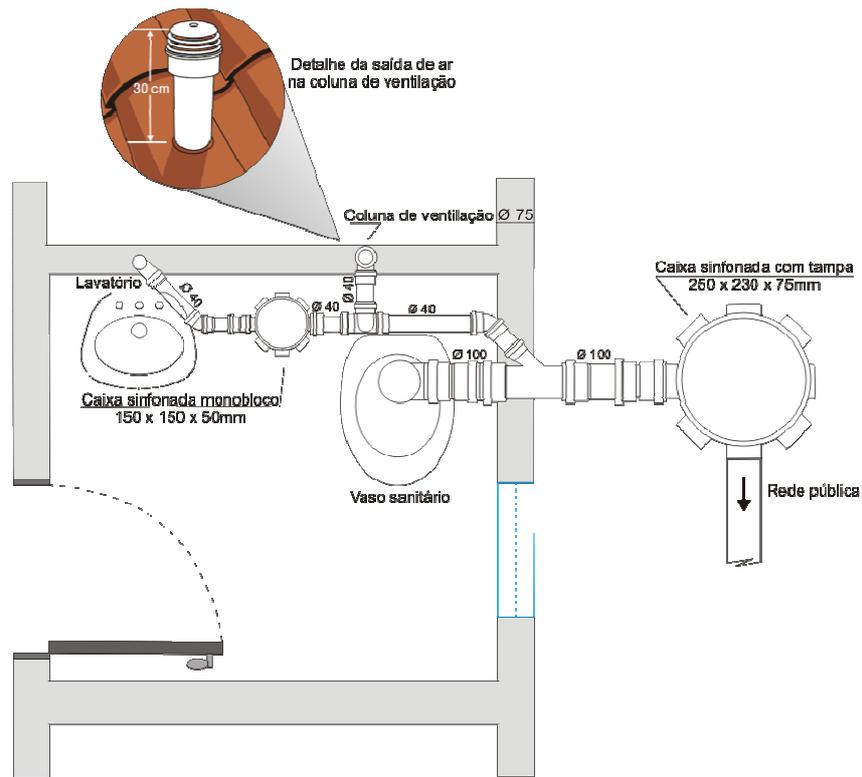


Figura 9 – Planta baixa de um banheiro simples

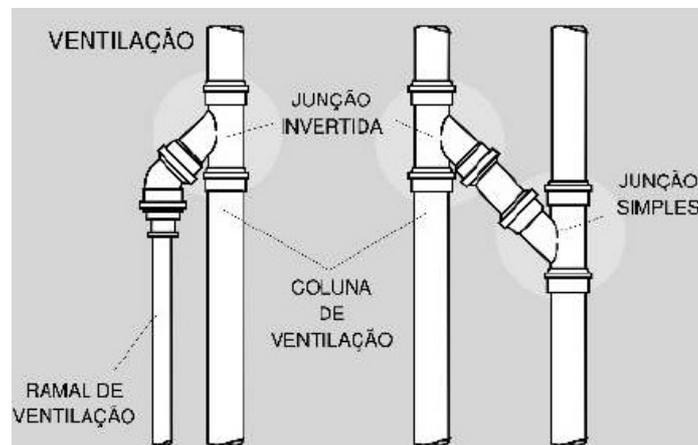


Figura 10 - Esquema de junção da coluna de ventilação

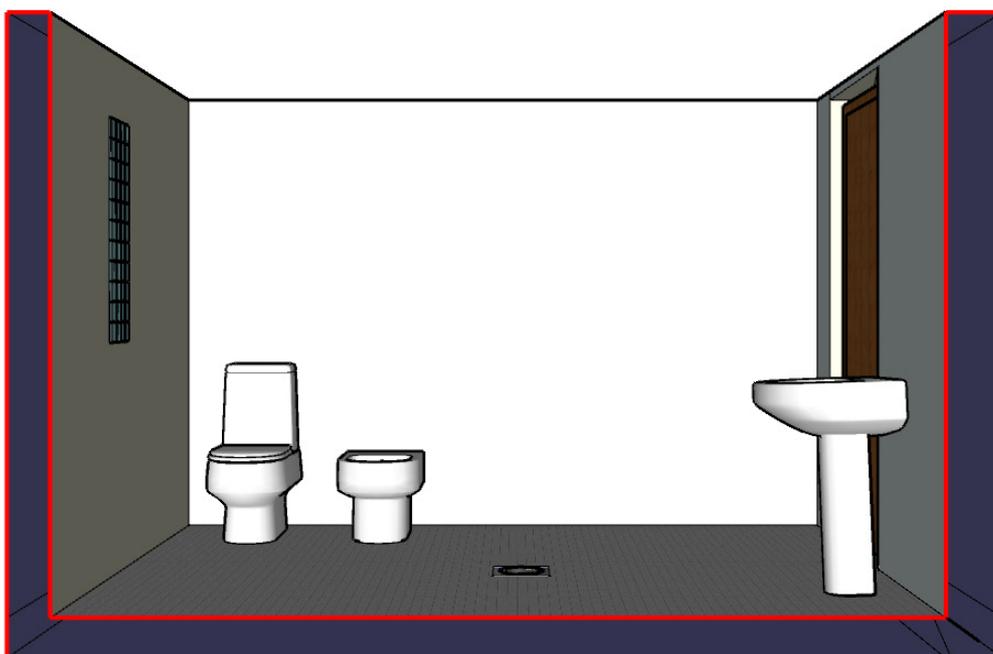


Figura 11 - Vista frontal do banheiro

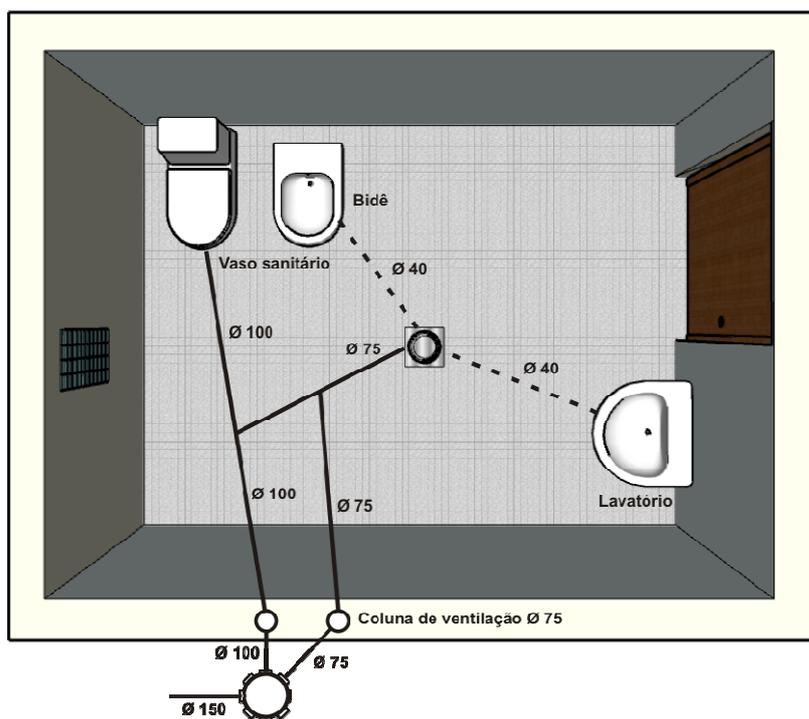


Figura 12 - Esquema da distribuição da tubulação de esgoto sanitário

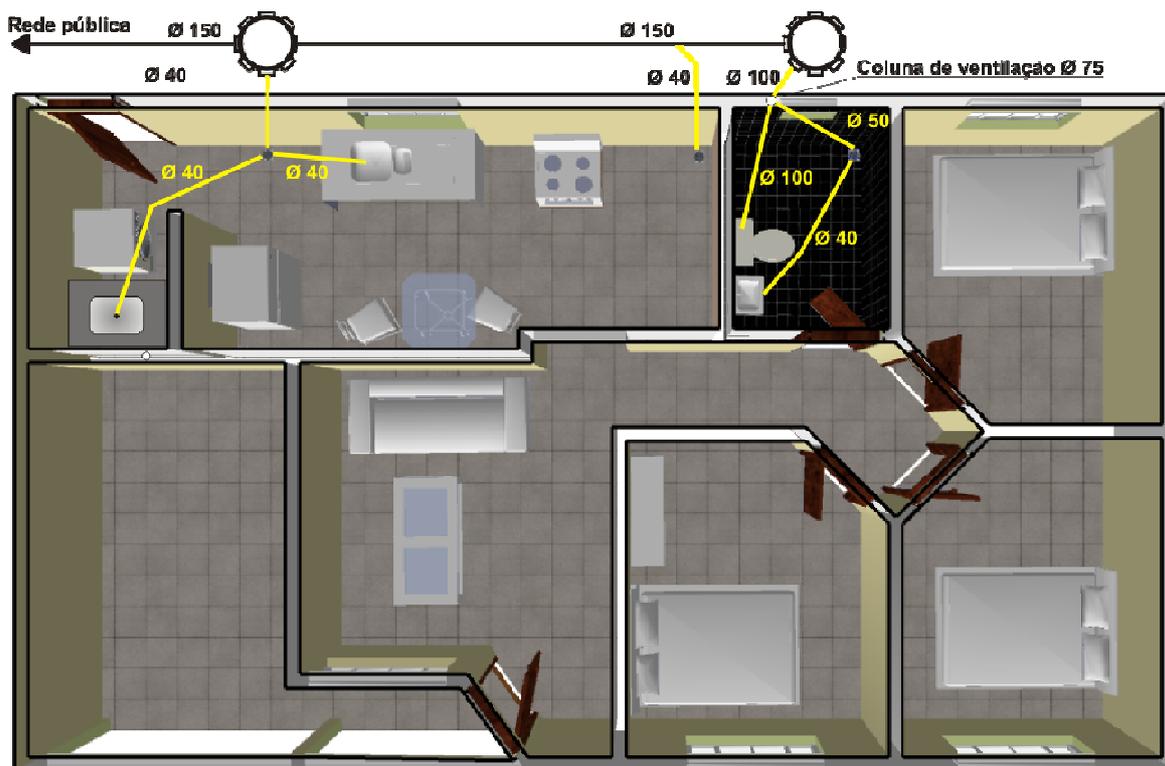


Figura 13 - Esquema da distribuição da tubulação de esgoto sanitário em uma casa

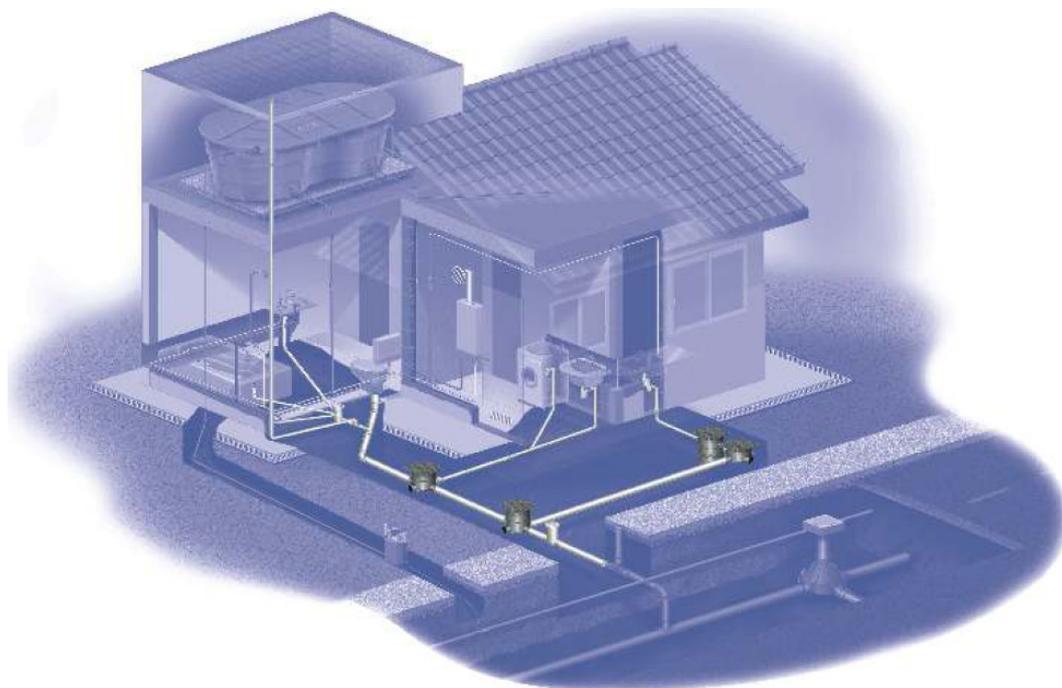


Figura 14 - Vista geral da distribuição de um sistema esgoto sanitário



**Figura 15** – Exemplos de tubos, conexões, caixas de passagem e adesivo, empregados em rede de água e esgoto.

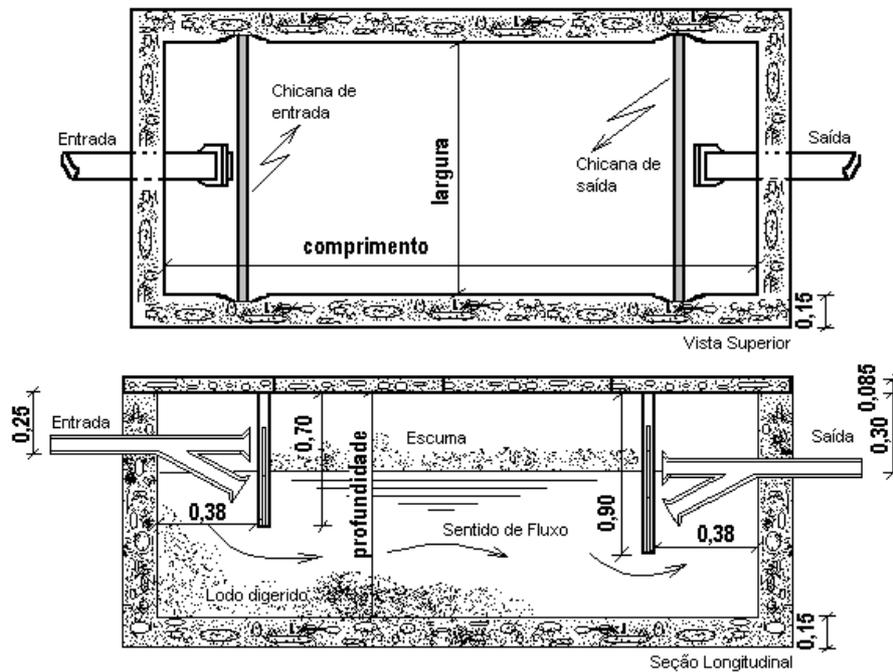
### Tanque séptico

O tanque séptico ou fossa séptica é uma das soluções recomendadas para destino dos esgotos (afluentes) em edificações providas de suprimento de água.

Os tanques sépticos podem ser cilíndricos ou prismático-retangulares, sendo que estes últimos favorecem a decantação, basicamente dos tipos com câmara única (Figura 16), 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 maciço (35 tijolos 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 apilado. As chicanas, responsáveis pelo direcionamento do afluente dentro do tanque, podem ser de 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, 6 a 8 cm de espessura, e é septada, composta por partes de 50 cm de largura, que facilitam a abertura para limpeza. As tubulações de entrada e saída são de 100mm. Para seu dimensionamento expedito toma-se como base 175 a 265 litros por pessoa (tabela a seguir).

**Tabela 6** – Dimensões das fossas sépticas.

Número de pessoas	Dimensões internas			Capacidade litros
	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)	
7	1,60	0,80	1,50	1.535
9	1,80	0,90	1,50	1.945
12	2,10	1,05	1,50	2645
15	2,35	1,15	1,50	3.240
20	3,00	1,20	1,50	4.320



**Figura 16** – Esquema do tanque séptico de câmara única.



(a)



(b)

**Figura 17** - Detalhe da construção da fossa séptica no sentido horizontal (a) e vertical (b)

Dentro da fossa séptica o esgoto se desloca com baixa velocidade, nela permanecendo por um tempo de detenção, permitindo que as partículas mais densas decantem, 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.

A decomposição do lodo e da espuma, dentro da fossa, é facultativa e anaeróbia, resultando em compostos mais estáveis como o  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{H}_2\text{S}$ . 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, sendo recomendados intervalos de 1 a 3 anos ou quando o lodo atingir camada de 1/3 da profundidade do líquido.

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 à 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%.

O efluente da fossa séptica, parte líquida do esgoto, pode ser disposto em poços absorventes ou em sistemas de filtros anaeróbios montados com brita e areia. A seqüência de diferentes granulometrias de brita e areia permite uma filtração dos diferentes componentes que não foram transformados pela fossa. As zooglécias, 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, o efluente pode ser direcionado a um sumidouro ou descarregado no solo, por meio de valas de infiltração (Figura 18), desde que se disponha de áreas suficientemente grandes e solo com permeabilidade favorável à percolação do líquido. As valas escavadas no terreno devem ter profundidade de 0,70 a 1,00 m, largura de 0,50 a 1,00 m e espaçamento mínimo de 1,80 m entre eixos. A tubulação de drenagem é constituída de tubos de 100mm, perfurados, ou em caso contrário 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 solos de baixa absorção pode-se adotar, de forma prática, de 7 a 10 m de canalização nas valas, por pessoa, e para solos mais absorventes, 1 a 4 m por pessoa.

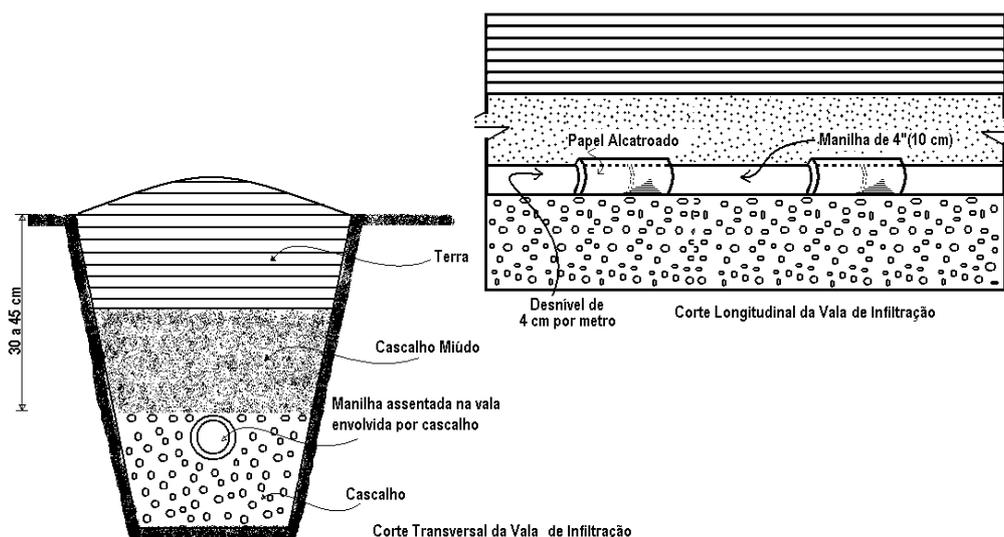


Figura 18 – Detalhes da confecção das valas de infiltração.

Quando o dimensionamento do sistema de valas de infiltração resulta em mais de uma linha (Figura 19), 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 20) podem ser de seção quadrada, retangular ou circular, podendo ser construídas com alvenaria de tijolos maciços,  $\frac{1}{2}$  vez, revestida com argamassa de cimento e areia 1:3 e tampa de concreto armado. As tubulações de entrada e saída são de 100mm.

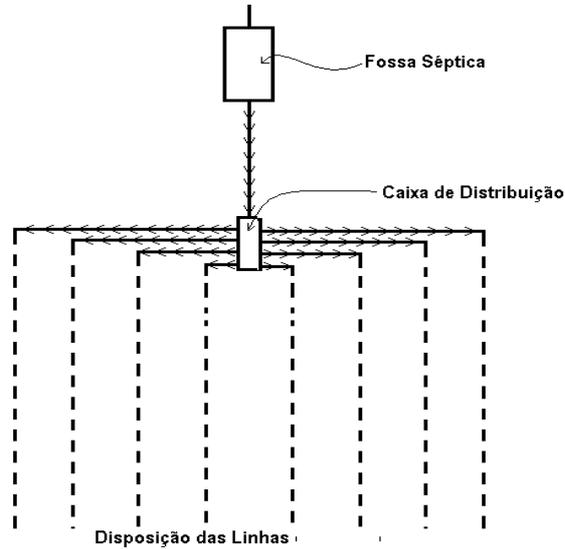


Figura 19 – Linhas de infiltração em valas.

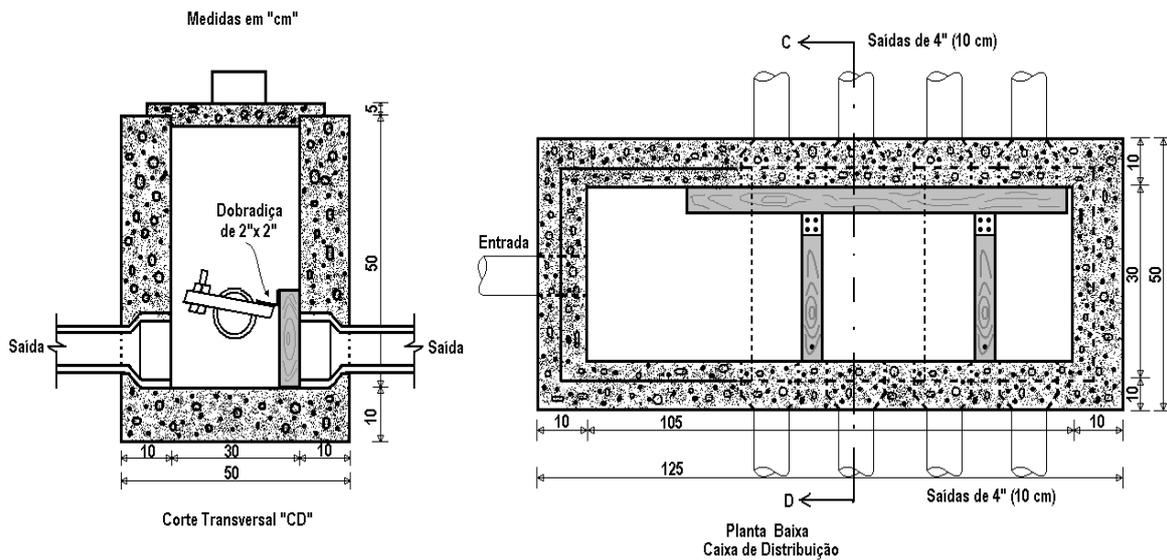


Figura 20 – Detalhes da caixa de distribuição.

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 colmatação 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.

Um dimensionamento mais criterioso, 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 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<sub>f</sub> = 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) 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 7** – Tempo de detenção hidráulica dos esgotos em função da contribuição diária

Contribuição diária (Q) (L/d)	Tempo de detenção hidráulica (TDH)	
	(dias)	(horas)
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) considera-se 130 L/un.dia para residências de padrão médio, 250 para hospitais, 200 para prédios de apartamentos, 150 para escolas, 120 para residências rurais e 120 L/un.dia para hotéis. O valor de L<sub>f</sub> 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. Para limpeza anual

do tanque toma-se K igual a 65 para temperatura ambiente entre 10 e 20° C e 57 para maior que 20° C. Para limpeza a cada 5 anos, toma-se K igual a 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 a 10 m<sup>3</sup>.

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 deve 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 × largura) o que depende da condutividade hidráulica, coeficiente e tempo de infiltração do solo, conforme indicado na tabela a seguir:

**Tabela 8** – 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 <sup>2</sup> )	
	Habitacões, por dormitório	Escolas, 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

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.

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). A contribuição de lodo fresco (Lf) é da ordem de 1 L/un.dia. Considerando-se limpeza anual do tanque, K é igual a 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 pode 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, para a capacidade de infiltração medida no solo, a área de absorção no fundo das valas deve ser igual a 3,50 m<sup>2</sup> por pessoa.

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

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

e) Comprimento total de valas (Lt), considerando largura de 0,6 m:

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

Adotando-se comprimento de 20 m para cada linha de valas de infiltração, tem-se:

f) Número de linhas (Nl):

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

O comprimento e o número de linhas dependem da forma da área disponível para implantação do sistema. Haverá, nesse caso, necessidade de uma caixa de distribuição para as linhas.

### 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 m<sup>2</sup> e profundidade útil de 2 a 3 m, destinado a receber todo o esgoto da casa conduzido por tubulação de 100 mm de diâmetro, conforme pode ser observado na Figura 21. 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 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. 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.

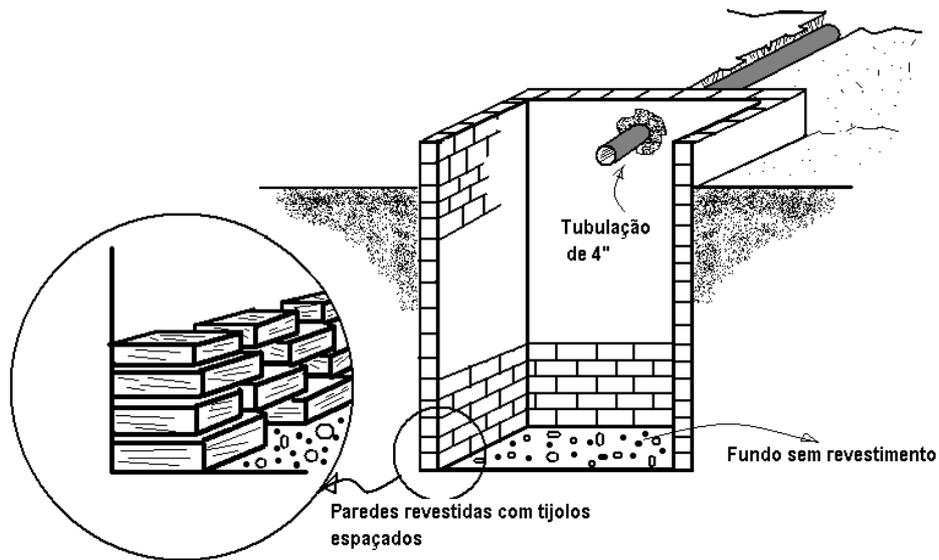


Figura 21 – Detalhes da construção do poço sumidouro.

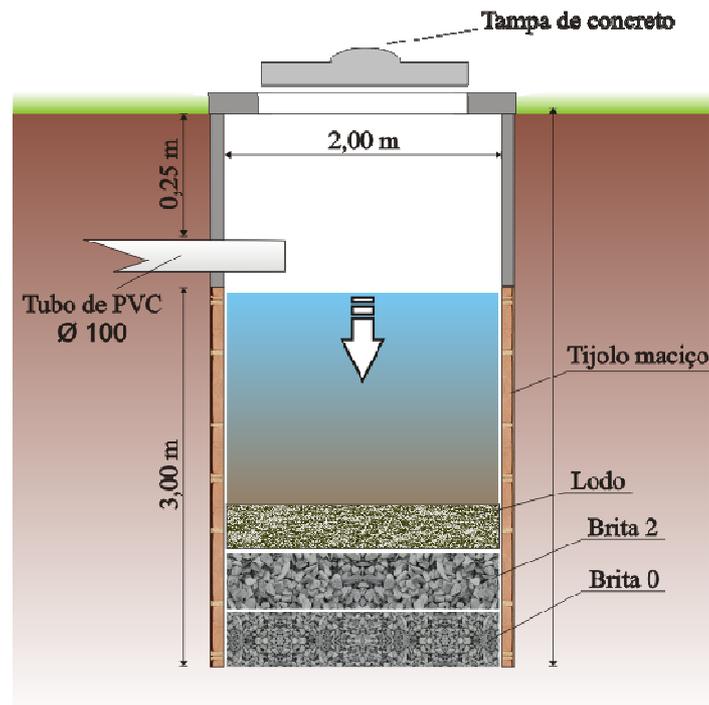


Figura 22 – Detalhe do dimensionamento do sumidouro

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 a seguir.

**Tabela 9-** 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

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

De acordo com a tabela, 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 ( $h_s$ ):

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

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.

### Localização das Instalações de Disposição de Resíduos

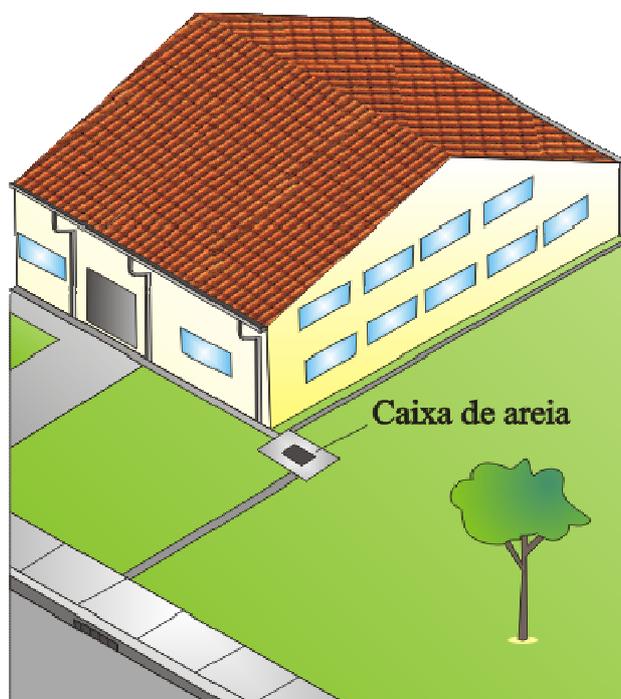
Qualquer uma das soluções mencionadas, para disposição final dos resíduos domésticos na zona rural, deve-se observar algumas regras básicas. O local deve ser bem seco e drenado, livre de enchentes e acessível à manutenção. A estrutura deve ser construída à jusante das fontes de abastecimento d'água, sempre na parte mais baixa do terreno, porém com a base ou fundo distante no mínimo 1,50 m do lençol freático. 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

## ESGOTO PLUVIAL

As águas das chuvas que caem sobre os telhados, sacadas, áreas, pátios, jardins, e ruas deverão ser conduzidas aos cursos de água disponíveis por meio de uma rede de coletores especiais, denominado de esgoto pluvial.



**Figura 24** – Detalhe geral do sistema de coleta de águas pluviais

A rede de esgoto pluvial é constituída de tubos de fibrocimento, PVC ou concreto, cujo diâmetro mínimo deve ser 300mm.

Geralmente os coletores pluviais são lançados sob os passeios, em ambos os lados da rua com uma espera para cada prédio ou terreno.

A ligação da canalização pluvial dos prédios à rede pública é feita por intermédio de uma caixa de areia ou poço de visita que esgotam diretamente no coletor.

A coleta de água da chuva é feita por intermédio de calhas ou canaletas, que, depois de recebê-las, as conduzem aos condutores que, por sua vez, as levam à rede interna e, finalmente, à rede pública e às galerias de escoamento.

A determinação das dimensões das calhas e dos condutores é feita por meio de tabelas adequadas.

**Tabela 10** – Dimensões das calhas coletoras.

Declividade em mm/m												Área do telhado m <sup>2</sup>
3		5		7		10		15		20		
diâm. cm	área m <sup>2</sup>	diâm. cm	área m <sup>2</sup>	diâm. cm	área m <sup>2</sup>	diâm. cm	área m <sup>2</sup>	diâm. cm	área m <sup>2</sup>	diâm. cm	área m <sup>2</sup>	
11	45	11	40	10	35	9	30	8	25	8	22	20
13	60	12	50	11	45	10	40	9	35	9	30	30
14	70	13	60	12	55	12	50	10	40	10	35	40
16	85	14	70	13	65	13	55	12	50	11	45	50
19	135	17	115	16	100	15	90	14	80	14	70	100
24	220	22	185	21	175	19	145	18	125	17	115	200
27	295	25	245	24	220	23	195	21	165	20	150	300
35	485	32	405	31	360	29	315	27	275	25	245	600

**Tabela 11** – Dimensões dos condutores

Diâmetro		Área a esgotar m <sup>2</sup>	Diâmetro		Área a esgotar m <sup>2</sup>
mm	pol.		mm	pol.	
50	2	50	125	5	500
63	2 1/2	90	150	6	800
75	3	140	200	8	1600
100	4	290	-	-	-

**Tabela 12** – Dimensões dos ramais pluviais

Diâmetro do ramal		Área esgotada em m <sup>2</sup>			
		Declividade %			
mm	pol.	0,50	1	2	4
50	2	-	-	30	50
75	3	-	70	100	140
100	4	-	140	200	290
125	5	170	250	330	500
150	6	280	390	550	780
200	8	550	800	1100	1600
250	10	910	1400	1820	2800

## Calhas

As calhas são feitas de zinco, cobre, folha de ferro galvanizado, fibrocimento e, atualmente, de plástico PVC rígido.

As calhas apresentam diversas seções e cortes, além da semicircular, que é a mais empregada.

A colocação de calhas é feita sobre suportes ou braçadeiras distanciados entre 75 e 1,5 m, e junto aos condutores (figura a seguir)

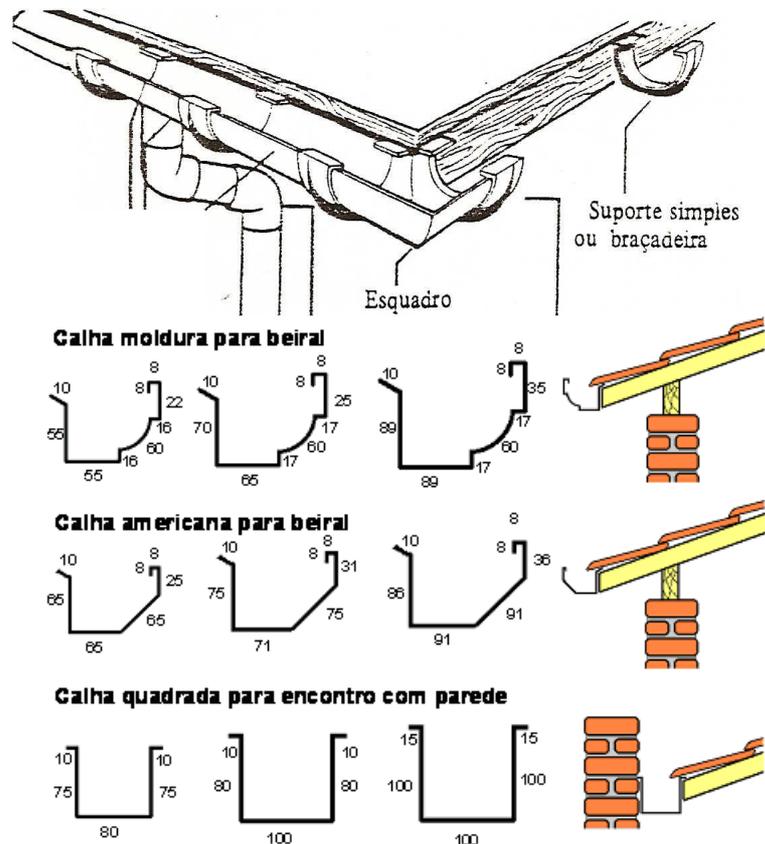


Figura 25 – Esquema ilustrativo da montagem e tipos de calhas.

## Condutores

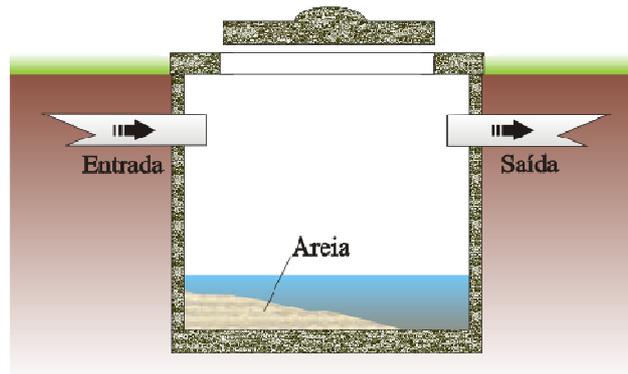
Os condutores são fabricados do mesmo material que as calhas e unem-se a elas por meio de solda ou cola, no caso de serem de plástico.

São fornecidos em comprimentos de 2 a 6 m e são acompanhados das peças de ligação necessárias.

A seção dos condutores é determinada, tomando-se um centímetro quadrado de condutor para cada metro quadrado de superfície coletora (telhado, etc), e podem ter suas seções e respectivos diâmetros determinados em tabela apresentada anteriormente.

## Caixas de areia

A água conduzida pelos condutores deve passar aos ramais e ao coletor por meio de caixas de areia interpostas na canalização, conforme figura a seguir.



**Figura 26** – Esquema ilustrativo da caixa de areia

As caixas de areia são construídas de alvenaria de tijolo, preferencialmente tijolo maciço, e rejuntadas com argamassa de cimento e areia 1:3.

### Reutilização de água pluvial

Quando se desejar o reaproveitamento da água de chuva, o sistema deverá contemplar captação, filtragem e armazenamento, conforme esquema a seguir.



**Figura 27** - Sistema de captação de água da chuva.



**Figura 28** - Filtro para retenção de materiais sólidos provenientes do telhado, que deverá ficar entre a rede de captação e o depósito.

**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.