INSTALAÇÕES PREDIAIS

TARSO LUÍS CAVAZZANA

Engenheiro Civil, Mestre em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, MBA em Gestão Empresarial

tarsocavazzana@yahoo.com.br

Plano de ensino

- **CARGA HORÁRIA SEMANAL:** 02 Horas/Aula
- **CARGA HORÁRIA SEMESTRAL**: 44 Horas

EMENTA

- Estabelecimento de conceitos teóricos e aplicações práticas de instalações hidráulicas prediais de água quente e fria.

ESTRATÉGIA DE TRABALHO

- Aulas expositivas abordando conceitos e critérios técnicos de aplicação na obra.
- Bases nas aulas de laboratório executando experiências que consolidem os conceitos de vazão, de pressão e de perda de descarga.
- Aulas de acompanhamento de projeto.

OBJETIVOS GERAIS

- Divulgar os principais métodos de dimensionamento e normas, utilizados nos projetos de instalações prediais hidráulico-sanitárias e respectivas tecnologias de execução de obras.
- Divulgar os principais materiais e equipamentos utilizados nas obras de instalações prediais hidráulico-sanitárias e respectivas tecnologias de aplicação, possibilitando o levantamento quantitativo desses materiais para orçamento.
- Dar subsídios e conhecimentos para fiscalização de obras.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver capacitação para elaboração de projeto técnico completo de instalações prediais hidráulico-sanitárias com plantas, cortes, detalhes e isométricos, memorial de cálculo, lista de materiais e especificações, desde a fase de concepção até a aprovação nos órgãos públicos.
- Divulgar os principais problemas provenientes de um projeto mal elaborado e de uma obra mal executada.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Introdução.
- Critérios e definições.
- Normas da ABNT.
- Códigos e regulamentos das concessionárias.
- Leitura e interpretações críticas de projeto de instalações.
- Fases de uma instalação hidráulico-sanitária.
- Colocação da instalação hidráulico-sanitária no contexto global da obra.
- Instalações hidráulicas prediais de água fria.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Sistema de abastecimento.
- Sistemas de distribuição.
- Ligação de água – hidrômetros e abrigos para cavalete.
- Consumo predial.
- Dimensionamento de reservatórios.
- Cálculo de vazões.
- Cálculo de perdas de carga.
- Dimensionamento de sub-ramais e ramais.
- Dimensionamento de colunas.
- Dimensionamento de barriletes.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Dimensionamento de instalações elevatórias: conjunto motor, bomba e tubulações de sucção e de recalque.

BIBLIOGRAFIA - Básica

- CARVALHO, Roberto Jr. *Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura*. São Paulo: Blucher, 2007.
- NETTO, Azevedo J. "Manual de Hidráulica", Editora Edgard Blücher, 8º Edição Atualizada; São Paulo 2005.
- CREDER, Hélio. *Instalações Hidráulicas e Sanitária*, Editora LTC, São Paulo, 1995.

BIBLIOGRAFIA - Complementar

- MELO, VANDERLEY DE OLIVEIRA, “Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias”, Editora Edgard Blucher, 2000.
- BOTELHO, MANOEL HENRIQUE CAMPOS, “Instalações Hidráulicas Prediais”, Editora Edgard Blucher, 2006.
- CARDÃO, Celso. Instalações domiciliares.
- Manual Técnico do Departamento de Edifícios e Obras Públicas do Estado de São Paulo
- BORGES, Ruth Silveira Borges. *Manual de Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias e de Gás*, Editora PINI, São Paulo, 1992.

AVALIAÇÃO

- De acordo com o regimento da Universidade
- NP1=0,7xP1+0,3xT1
- NP2=0,7xP2+0,3xT2
- MF=(NP1+NP2)/2; Se MF>7, Aprovado, senão, Exame
- Nota mínima no Exame = 10-MF para aprovação
- P é prova e T trabalho, nesse caso, os projetos.

INTRODUÇÃO

Instalações no contexto geral das disciplinas.

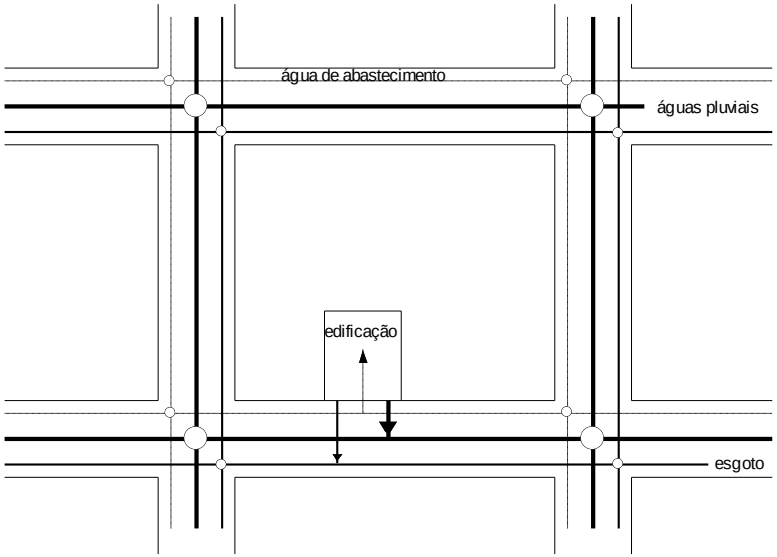
As interdependências entre as instalações.

- Noções teóricas necessárias para desenvolvimento dos projetos de:
- Instalações prediais de água fria;
- Instalações prediais de esgoto sanitário;
- Instalações prediais de águas pluviais;
- Instalações prediais de prevenção e combate à incêndio;
- Instalações prediais de água quente;
- Instalações elétricas (2° semestre).

INTRODUÇÃO

Exemplos ilustrativos:

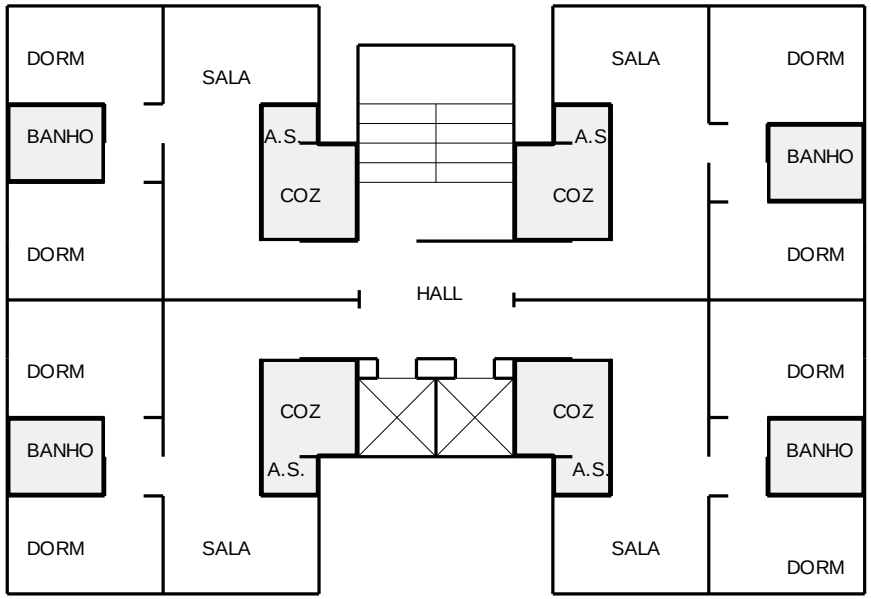
1) Na Figura 1.pode-se observar a interdependência entre sistemas de distribuição de água de abastecimento e sistemas de esgotamento de água servida e águas pluviais de uma malha urbana com as instalações hidráulicas prediais confinadas em cada lote que compõe a quadra.



INTRODUÇÃO

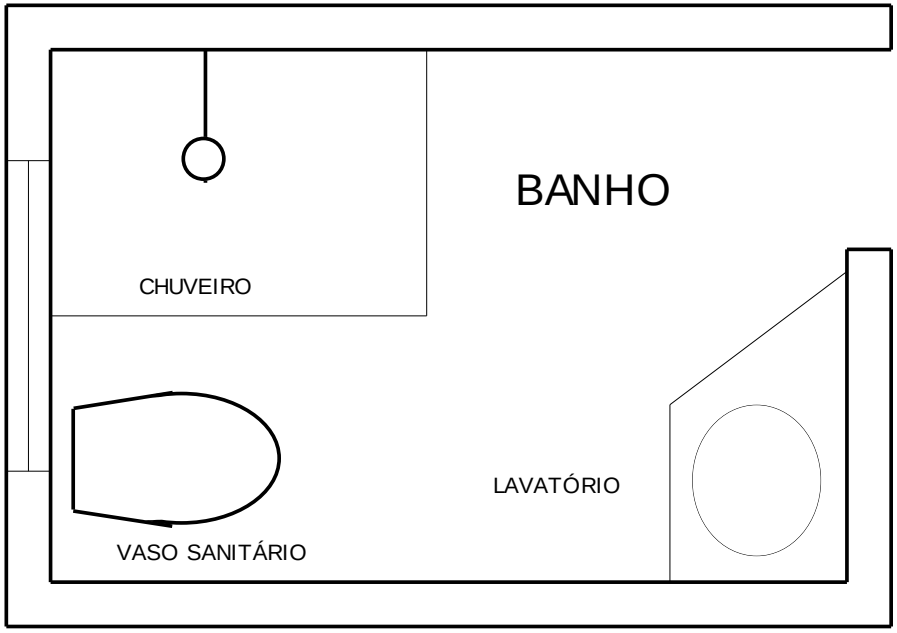
Exemplos ilustrativos:

2) Na Figura 2 observa-se que, dentro de uma edificação existem várias áreas de utilização de água e geração de esgoto, e também haverá vários pontos de coleta de águas pluviais na cobertura da edificação.



INTRODUÇÃO

3) Na Figura 3, é mostrado em detalhe uma das áreas de utilização de água numa edificação.



INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA

Para uma instalação predial de Água Fria estar bem projetada é necessário que:

- seja contínuo o fornecimento de água aos usuários, e em quantidade suficiente, armazenando ao máximo a um custo mais baixo possível e minimizando ao máximo os problemas decorrentes da interrupção do funcionamento do sistema público;
- preserve-se a qualidade da água;
- limite-se as pressões e as velocidades a valores adequados para evitar vazamentos e ou ruídos indesejáveis.

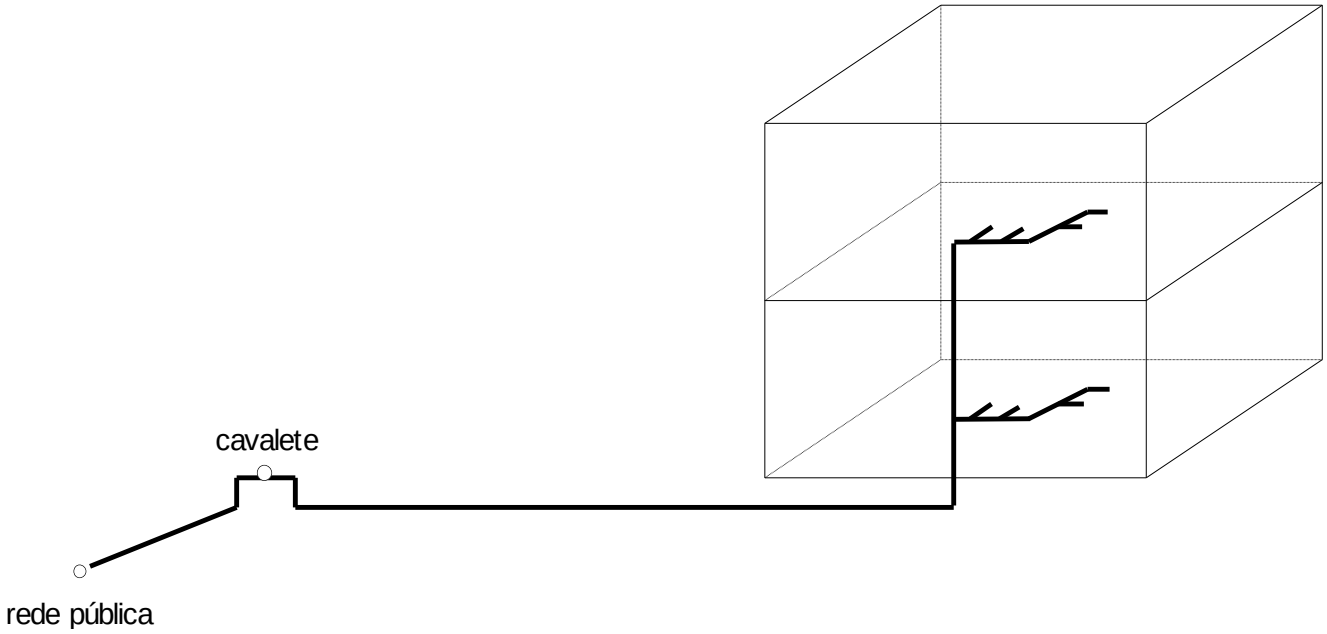
ETAPAS DE PROJETO

- concepção do projeto: é a etapa mais importante do projeto pois são definidos nesta fase o tipo do prédio, pontos de utilização, o sistema de abastecimento e distribuição, localização dos reservatórios, etc;
- determinação das vazões;
- dimensionamento: memorial descritivo e justificativo, cálculos, normas de execução, especificação de materiais e equipamentos utilizados, plantas, esquemas hidráulicos, desenhos isométricos, relação de materiais.

SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

SISTEMA DIRETO

Abastecimento das peças de utilização é feito diretamente com água da rede de distribuição sem reservação.



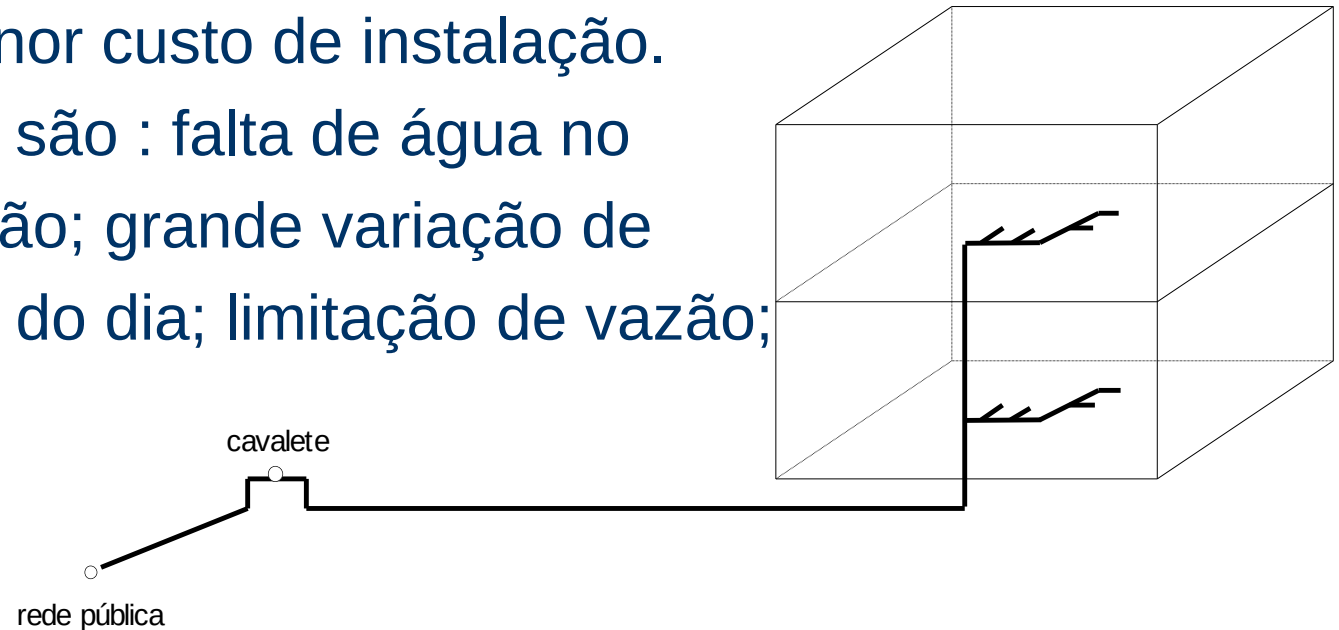
SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

SISTEMA DIRETO

Abastecimento das peças de utilização é feito diretamente com água da rede de distribuição sem reservação.

As vantagens são : água de melhor qualidade; maior pressão disponível; menor custo de instalação.

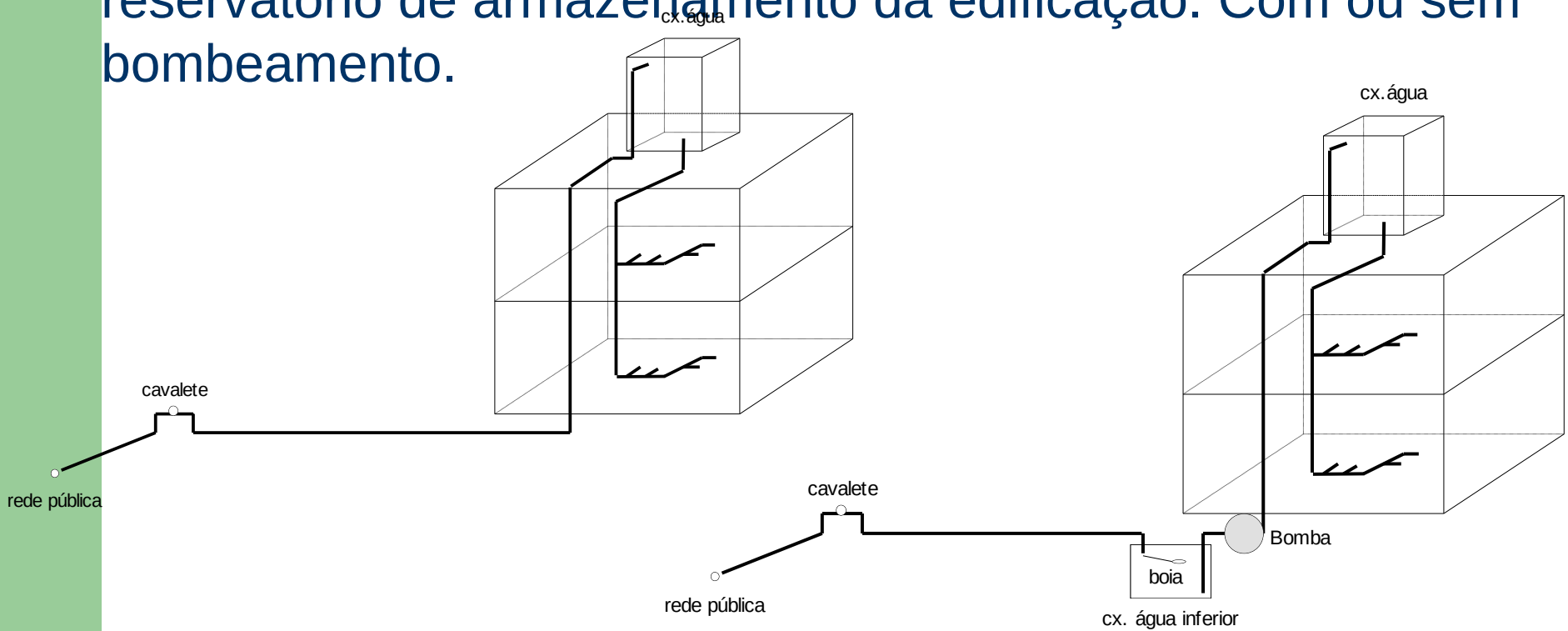
As desvantagens são : falta de água no caso de interrupção; grande variação de pressão ao longo do dia; limitação de vazão; maior consumo.



SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

SISTEMA INDIRETO

Abastecimento das peças de utilização é feito através de reservatório de armazenamento da edificação. Com ou sem bombeamento.



SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

SISTEMA INDIRETO

As vantagens são : fornecimento de água contínuo; pequena variação de pressão nos aparelhos; golpe de aríete desprezível; permite a instalação de válvula de descarga; menor consumo de água.

As desvantagens são : possibilidade de contaminação da água reservada; menores pressões; maior custo de instalação.

SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

SISTEMA MISTO

Algumas peças de utilização são ligadas com águas provenientes da rede e outras do reservatório ou de ambos.

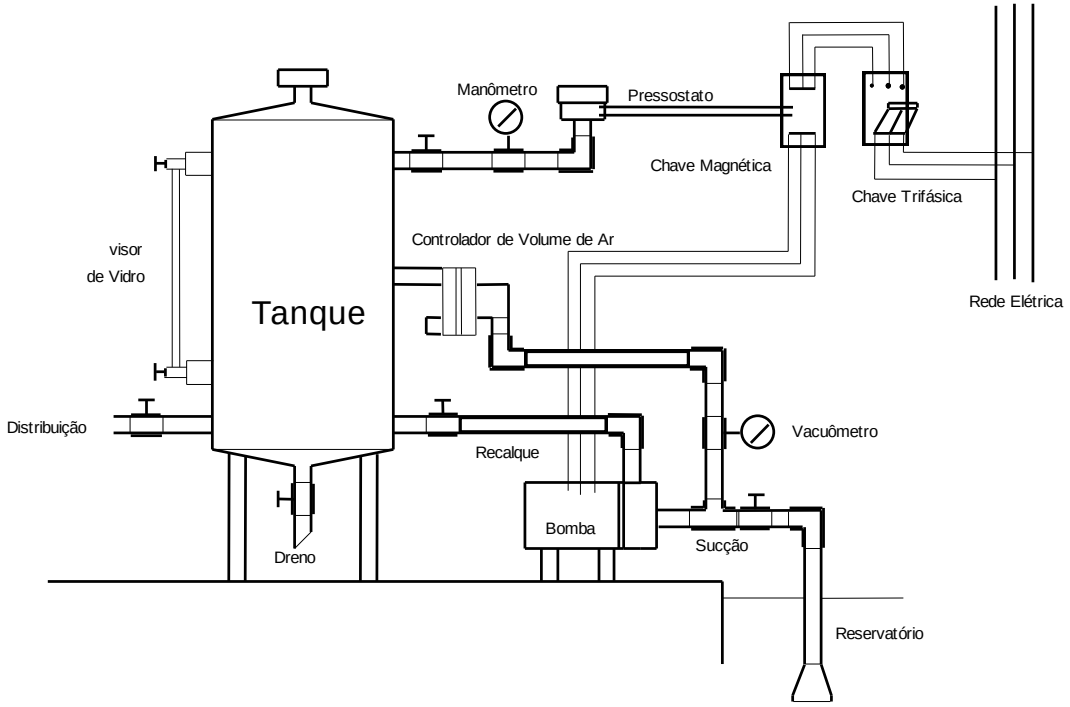
As vantagens são : água de melhor qualidade; fornecimento contínuo de água; permite a instalação de válvula de descarga.

A desvantagem : fica por conta do maior custo de instalação.

SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

HIDRO-PNEUMÁTICO

Os pontos de utilização são abastecidos por um conjunto pressurizador, sem reservação especial.



PARTES CONSTITUINTES DE UMA INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA

De acordo com a NBR-5626/98 – Instalação predial de água fria são definidas as partes constituintes de uma instalação predial de água fria:

- ALIMENTADOR PREDIAL: tubulação compreendida entre o ramal predial e a primeira derivação ou válvula de flutuador de reservatório;
- AUTOMÁTICO DE BÓIA: dispositivo instalado no interior de um reservatório para permitir o funcionamento automático da instalação elevatória entre seus níveis operacionais extremos;

PARTES CONSTITUINTES DE UMA INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA

- BARRILETE: conjunto de tubulações que se origina no reservatório e do qual se derivam as colunas de distribuição;
- COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO: tubulação derivada do barrilete e destinada a alimentar ramais;
- EXTRAVASOR: tubulação destinada a escoar os eventuais excessos de água dos reservatórios e das caixas de descarga;
- INSTALAÇÃO ELEVATÓRIA: conjunto de tubulações , equipamentos e dispositivos destinados a elevar a água para o reservatório de distribuição;

PARTES CONSTITUINTES DE UMA INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA

- LIGAÇÃO DE APARELHO SANITÁRIO: tubulação compreendida entre o ponto de utilização e o dispositivo de entrada no aparelho sanitário;
- PEÇA DE UTILIZAÇÃO: dispositivo ligado a um sub-ramal para permitir a utilização da água;
- PONTO DE UTILIZAÇÃO: extremidade de jusante do sub-ramal;
- RAMAL: tubulação derivada da coluna de distribuição e destinada a alimentar os sub-ramais;
- RAMAL PREDIAL: tubulação compreendida entre a rede pública de abastecimento e a instalação predial;

PARTES CONSTITUINTES DE UMA INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA

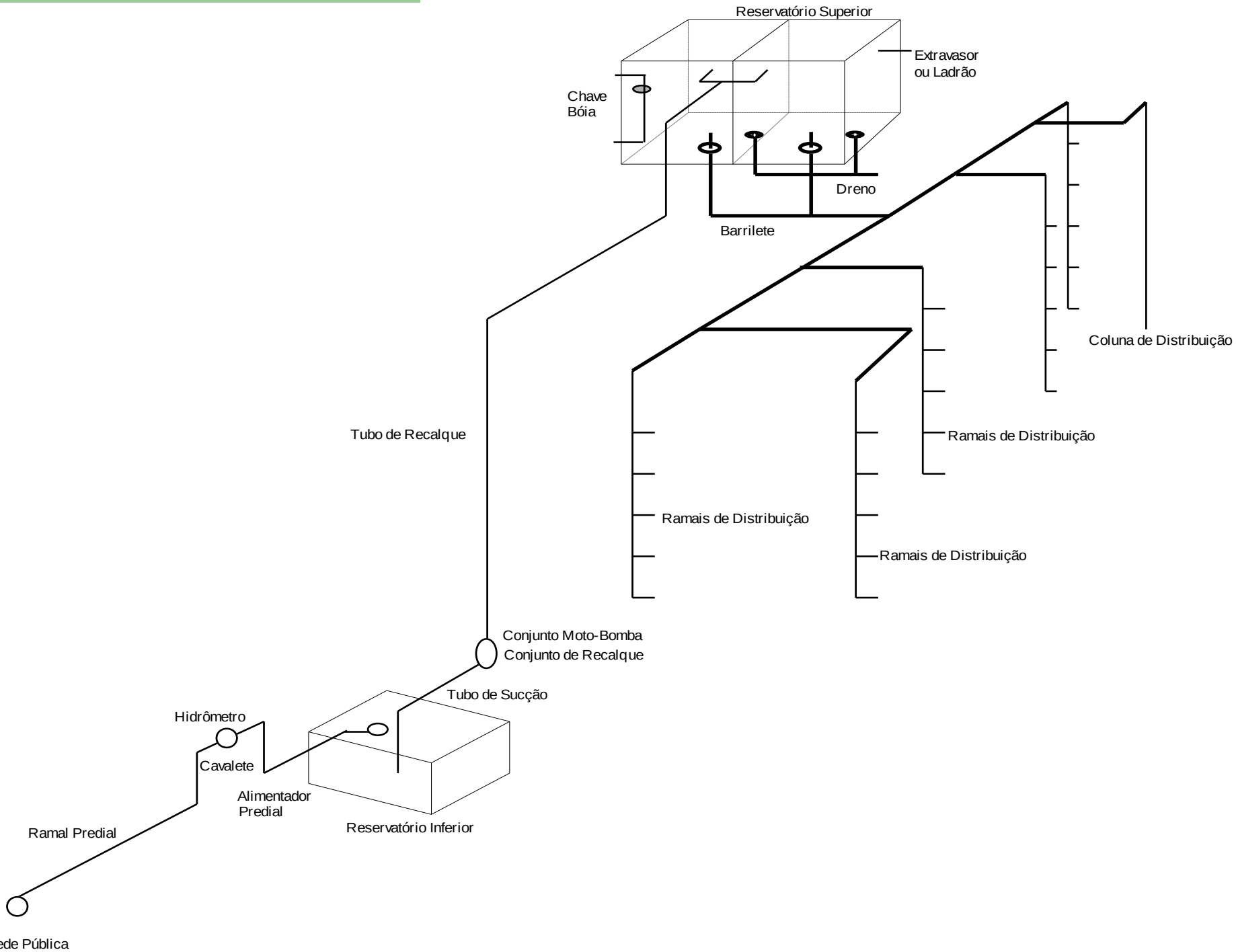
- REDE PREDIAL DE DISTRIBUIÇÃO: conjunto de tubulações constituído de barriletes, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais, ou de alguns destes elementos;
- RESERVATÓRIO HIDROPNEUMÁTICO: reservatório para ar e água destinado a manter sob pressão a rede de distribuição predial;
- RESERVATÓRIO INFERIOR: reservatório intercalado entre o alimentador predial e a instalação elevatória, destinada a reservar água e a funcionar como de sucção da instalação elevatória;

PARTES CONSTITUINTES DE UMA INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA

- RESERVATÓRIO SUPERIOR: reservatório ligado ao alimentador predial ou a tubulação de recalque, destinado a alimentar a rede predial de distribuição;
- SUB-RAMAL: tubulação que liga o ramal à peça de utilização ou à ligação do aparelho sanitário;
- TRECHO: comprimento de tubulação entre duas derivações ou entre uma derivação e a última conexão da coluna de distribuição;
- TUBULAÇÃO DE RECALQUE: tubulação compreendida entre o orifício de saída da bomba e o ponto de descarga no reservatório de distribuição;

PARTES CONSTITUINTES DE UMA INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA

- TUBULAÇÃO DE SUCÇÃO: tubulação compreendida entre o ponto de tomada no reservatório inferior e o orifício de entrada da bomba;
- VÁLVULA DE DESCARGA: válvula de acionamento manual ou automático, instalada no sub-ramal de alimentação de bacias sanitárias ou de mictórios, destinada a permitir a utilização da água para suas limpezas;


Reservatório Superior
Extravasor
ou Ladrão
Chave
Bóia
Dreno
Barrilete
Coluna de Distribuição
Tubo de Recalque
Ramais de Distribuição
Ramais de Distribuição
Ramais de Distribuição
Conjunto Moto-Bomba
Conjunto de Recalque
Tubo de Sucção
Hidrômetro
Cavalete
Alimentador
Predial
Reservatório Inferior
Ramal Predial
Rede Pública

MATERIAL E PRESSÃO

De acordo com a NBR-5626 os tubos e conexões que constituem uma instalação predial de água fria podem ser de aço galvanizado, cobre, ferro fundido($f_o f_o$), PVC, ou de outro material de tal modo que satisfaça a condição de que a pressão de serviço não seja superior à pressão estática no ponto considerado, somada à sobrepressão devido ao golpe de aríete.

- sobrepressão : <20m.c.a (200kPa)
- pressão estática : <40m.c.a (400kPa)
- pressão mínima de serviço : >0,5m.c.a (5kPa)

MATERIAL E PRESSÃO

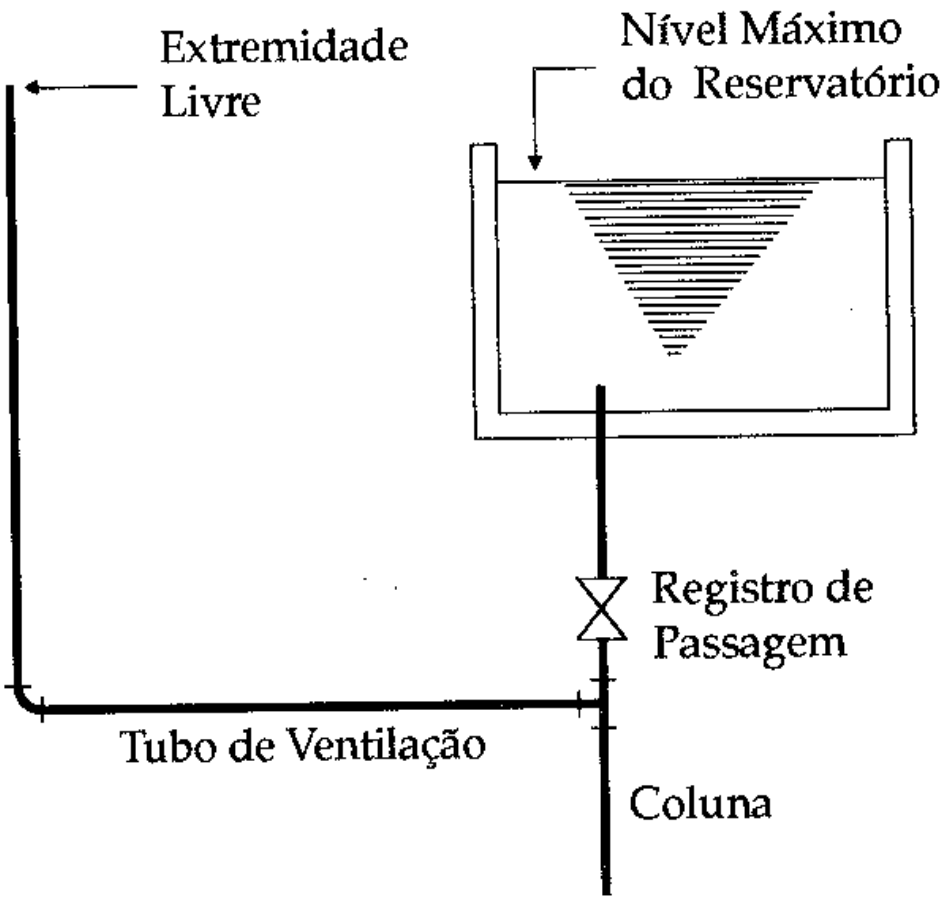
A válvula de descarga geralmente é o que provoca valores elevados de sobrepressão numa instalação de água fria, desta maneira a NORMA recomenda a não utilização desta (ex.: caixa acoplada). Caso necessária, recomenda-se dimensionar uma coluna exclusiva para atender às válvulas de descarga.

VELOCIDADE

- Não poderá a canalização ter velocidade superior a $14\sqrt{D}$ ou 2,5m/s a fim de não se produzirem ruídos excessivos. Quanto à velocidade mínima nada se recomenda.

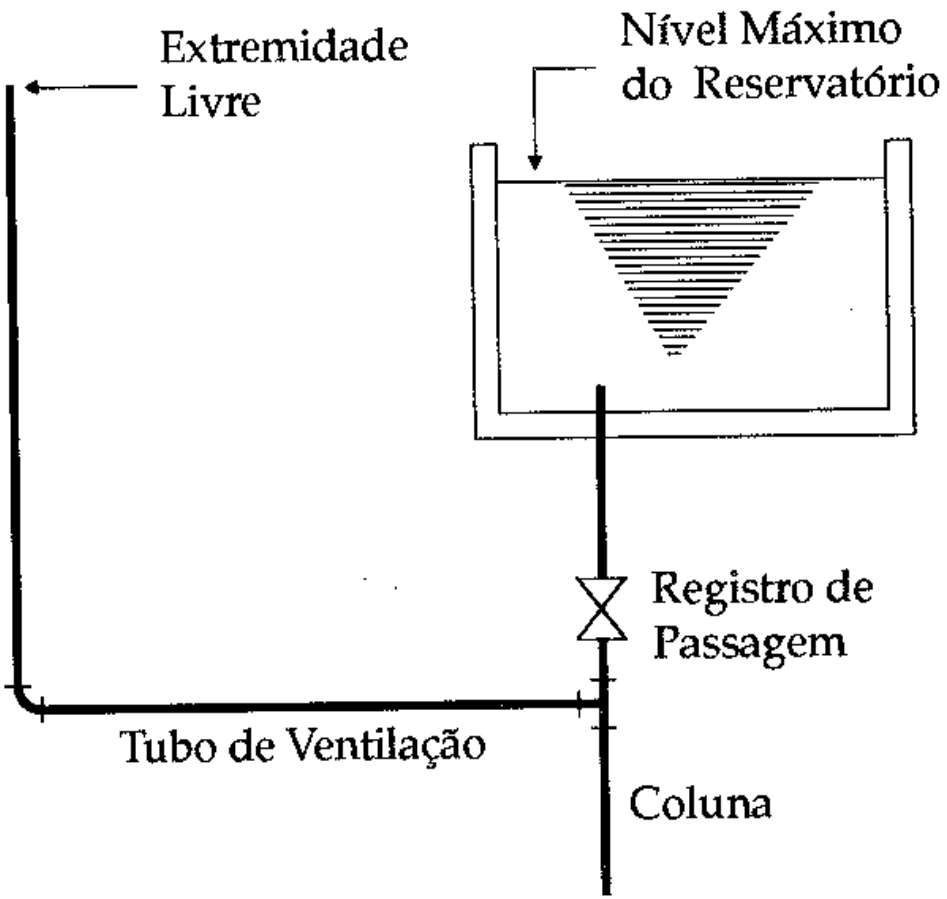
RETROSSIFONAGEM

O refluxo de águas servidas, poluídas ou contaminadas, para o sistema de consumo em decorrência de pressões negativas, denomina-se retrossifonagem.



RETROSSIFONAGEM

O refluxo de águas servidas, poluídas ou contaminadas, para o sistema de consumo em decorrência de pressões negativas, denomina-se retrossifonagem.



ESTIMATIVA DE CONSUMO

Nas instalações prediais de água fria deverão ser considerados os consumos ou vazões relacionadas da seguinte forma:

Consumo médio diário (CD) = valor médio do volume de água a ser utilizado na edificação em 24 horas.

Este valor é utilizado no dimensionamento do ramal predial, hidrômetro, ramal de alimentação, conjunto moto-bomba para recalque e reservatórios.

A estimativa deste volume é feita com a utilização do consumo "per capita" para diferentes tipos de ocupações atribuídas à edificação.

ESTIMATIVA DE CONSUMO

Tipo da Edificação	Unidade	Consumo (litro / dia)
Apartamento	capital	200
Apartamento Luxo	dormitório	300 - 400
	Quarto empregada	200
Residência Luxo	capital	300 - 400
Residência Médio Valor	capital	150
Residência Popular	capital	120 - 150
Alojamento Provisório Obra	capital	80
Apartamento de Zelador	capital	600 - 1000
Edifício de Escritório	ocupante real	50 - 80
Escola - Internato	capital	150
Escola - Externato	aluno	50
Escola - Semi Internato	aluno	100
Hospital e Casa de Saúde	leito	250
Hotel c/ Cozinha, Lavanderia	hóspede	250 - 350
Hotel s/ Cozinha, Lavanderia	hóspede	120
Lavanderia	Kg roupa seca	30

ESTIMATIVA DE CONSUMO-AULA1

Quartel	soldado	150
Cavalaria	cavalo	100
Restaurante	refeição	25
Mercado	m^2 de área	5
Garagem e Posto de Serviço	automóvel	100
Rega de Jardim	m^2 de área	1,5
Cinema e Teatro	lugar	2
Igreja	lugar	2
Ambulatório	capita	25
Creche	capita	50
Fábrica - Uso Pessoal	operário	70 - 80
Fábrica c/ Restaurante	operário	100
Usina de Leite	litro de leite	5
Matadouro	grande animal	300
	pequeno animal	150
Extraído de Macintyre, A.J. - Instalações Hidráulicas - Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1982.		

ESTIMATIVA DE CONSUMO

O consumo diário poderá ser calculado utilizando a equação .

$$CD = P \times consumo\ per - capita$$

- *P* é a população ocupante da edificação.

A população ocupante poderá ser calculada utilizando os seguintes critérios:

- 1º critério: 5 pessoas por unidade residencial, caso de residência térrea;
- 2º critério: 2 pessoas por dormitório + 1 pessoa por dormitório de empregada, em caso de prédios de apartamentos;
- 3º critério: Código de Obras de São Paulo, baseado em lotação máxima de ocupação das edificações, como segue:

ESTIMATIVA DE CONSUMO

- Escritório: 1 pessoa / 9 m^2
- Lojas: 1 pessoa / 3 m^2
- Depósitos: 1 pessoa / 10 m^2
- Oficinas: 1 pessoa / 9 m^2
- Hotéis: 1 pessoa / 15 m^2
- Hospitais e consultórios: 1 pessoa / 15 m^2
- Escolas: 1 pessoa / 15 m^2

Observar as possíveis diretrizes de cada Estado.

ESTIMATIVA DE CONSUMO - EXERCÍCIO

- Dados: Um edifício residencial de apartamento:
- Nº de pavimentos: 8
- Nº de apartamento por andar: 2
- Nº de dormitórios por apartamento: 2

CD = *P* x 200 l / dia $P = \frac{8and}{} x \frac{2apto}{and} x \frac{2dorm}{apto} x \frac{2hab}{dorm}$ = 64pessoas.

CD = 64 x 200 = 12.800 l /dia

RAMAL PREDIAL E CAVALETE

O diâmetro mínimo da ligação é 3/4"(20mm).

A velocidade média da água no alimentador predial deverá estar entre 0,60 m/s e 1.0 m/s.

$$Q_R = \frac{CD}{86400} \qquad \phi_{RP} = \sqrt{\frac{4}{\pi}\frac{Q_R}{Vr}}$$

CD = 12.800 l /dia ➔ *QR* = 0,148 l/s ➔ ϕ*RP* = 0,018 m ➔ ϕ = 3/4" ou 20 mm (interno).

O hidrômetro e o cavalete serão do mesmo diâmetro do alimentador predial.

DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS

$1CD < VT < 3CD$, VT=Volume Total para consumo.

Além da reservam para consumo, deve ser incluída a Reserva Técnica de Incêndio (RTI) de acordo com a Instrução Técnica (IT) 22 do corpo de bombeiros (SP).

A distribuição normal de volume de armazenamento recomendada é:

- $Rs = 2/5\ VT \rightarrow 40\%$
- $Ri = 3/5\ VT \rightarrow 60\%$

A reserva de incêndio deverá ser armazenada, na sua totalidade, somente em um dos reservatórios.

DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS

Para cada compartimento do reservatório, devem ser previstas as seguintes tubulações:

- alimentação(Ri e Rs);
- saída para barrilete de distribuição da água de consumo(Rs);
- saída para barrilete de incêndio(Rs);
- extravasor ou ladrão(Ri e Rs);
- limpeza ou dreno(Ri e Rs);
- suspiro(Ri e Rs);
- sucção para o conjunto moto-bomba de recalque para o Rs (Ri);
- sucção para o conjunto moto-bomba de incêndio (Ri).

DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS

Para *CD* = 12.800 l, armazenando 1,5 *CD*, tem-se

VT= 1,5 x *CD* = 19.200 l

Este volume dividido nos reservatórios, obtém-se:

Rs = 2/5 x 19.200 = 7.680 l

Ri = 3/5 x 19.200 = 11.520 l

DIMENSÕES E DETALHAMENTO DO RESERVATÓRIO INFERIOR

Respeitando as áreas previstas ou livres no projeto arquitetônico da edificação, pode-se calcular:

- Volume por compartimento: 11.520/2 = 5.760 l.

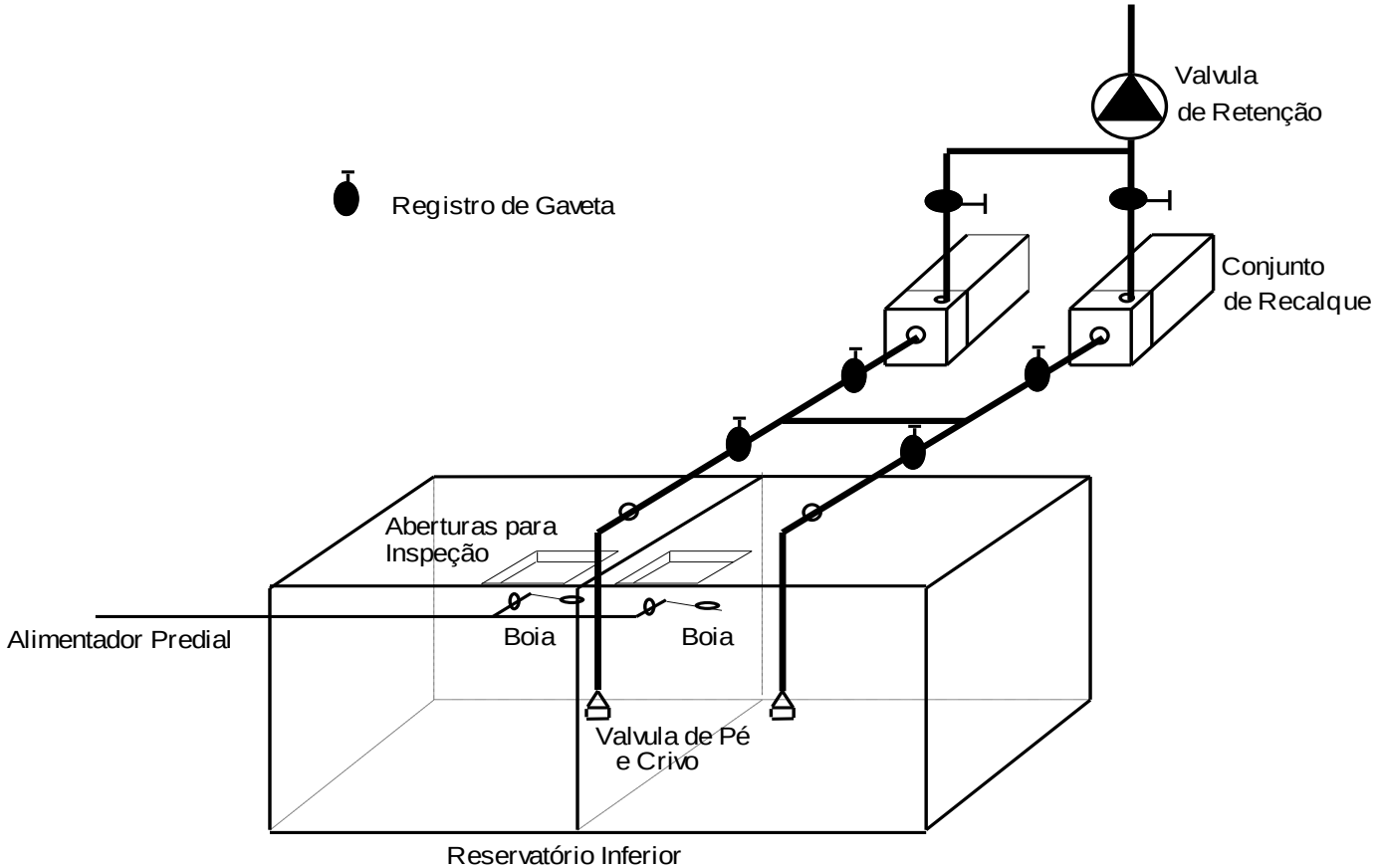
Pode-se adotar no caso as seguintes dimensões:

- largura = 2,95 m e comprimento = 2,50 m
- Altura útil do reservatório, h_{util}, $hutil = \frac{5{,}76}{2{,}95x2{,}50} = \frac{vol}{área} = 0{,}78m$

Adotando uma altura de limpeza para acumulo de lodo de H_{var} = *0,12 m* para evitar a entrada de impurezas do reservatório no sistema de distribuição.

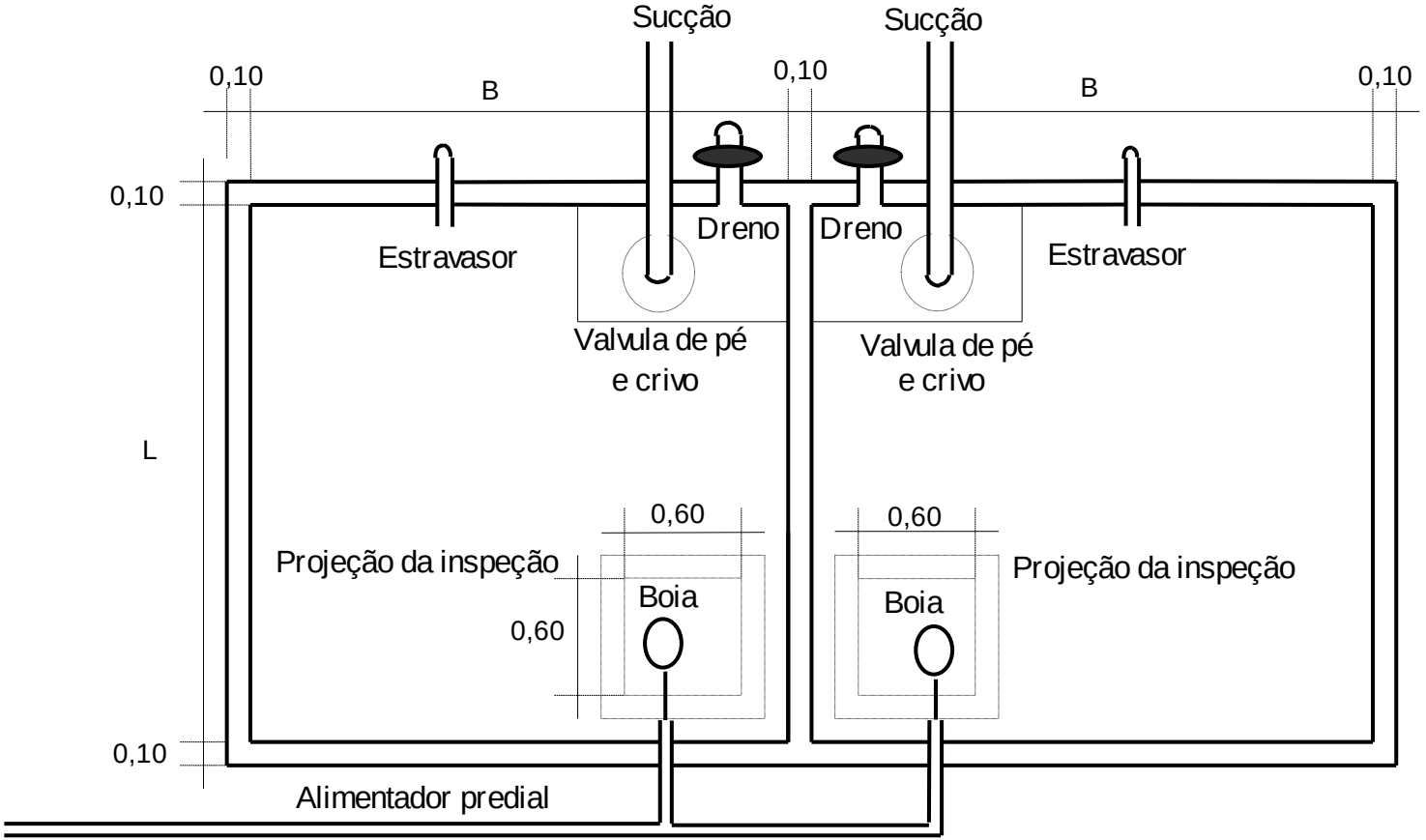
DIMENSÕES E DETALHAMENTO DO RESERVATÓRIO INFERIOR

Perspectiva e Detalhamento do Reservatório



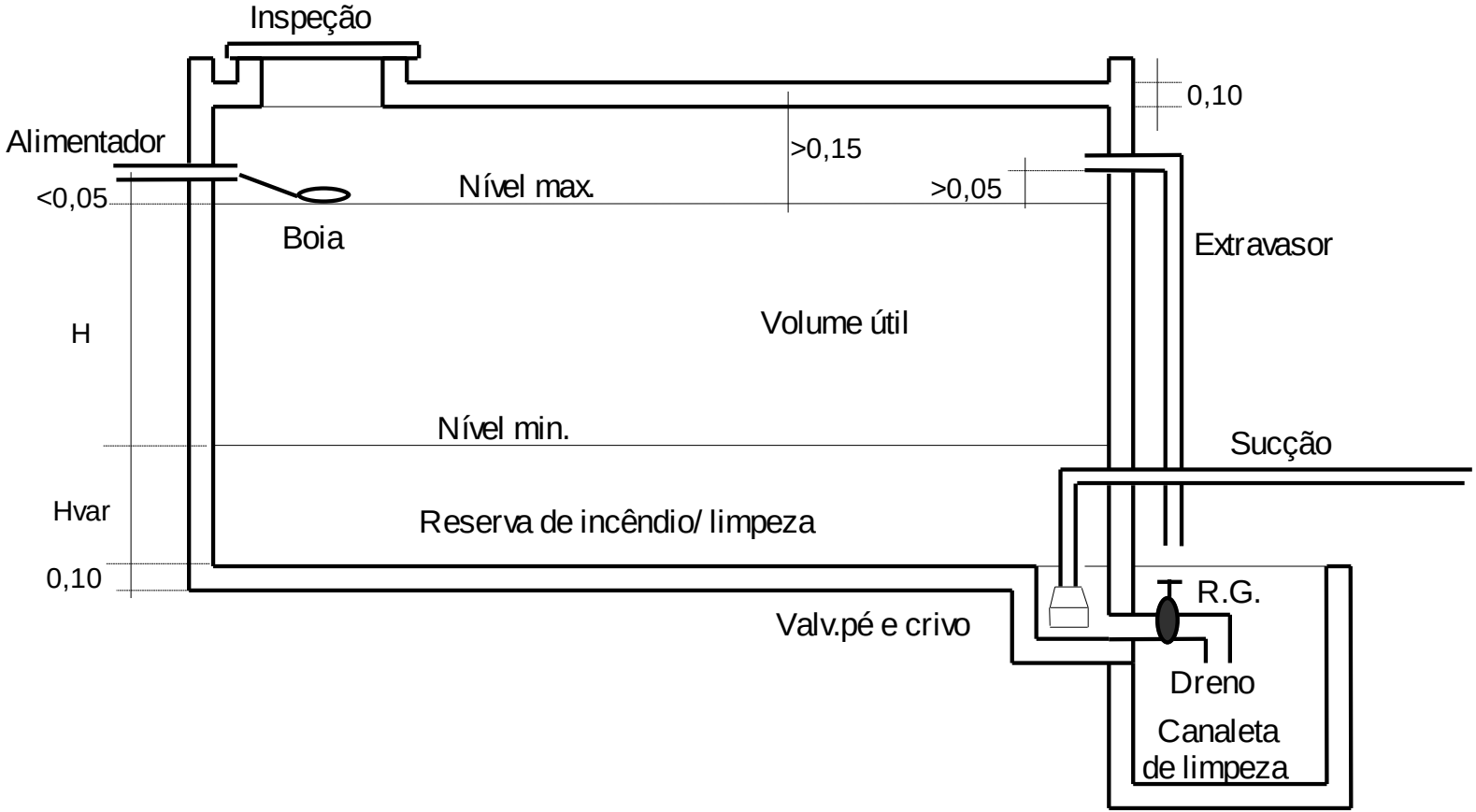
DIMENSÕES E DETALHAMENTO DO RESERVATÓRIO INFERIOR

Perspectiva e Detalhamento do Reservatório - planta baixa



DIMENSÕES E DETALHAMENTO DO RESERVATÓRIO INFERIOR-AULA 02

Perspectiva e Detalhamento do Reservatório - corte



DIMENSÕES E DETALHAMENTO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR

No dimensionamento do reservatório superior deve-se levar em conta as restrições arquitetônica e estrutural da edificação. Normalmente o arquiteto reserva área específica para localização do reservatório.

Das plantas e dos cortes da edificação pode-se dimensionar o Rs. Como exemplo, o cálculo da altura útil de armazenamento, $h_{útil}$, para um volume de 3,84 m^3 por câmara e dimensões de 2,50 m de comprimento por 1,40 m de largura, tem-se:

$$hutil = \frac{3{,}840}{2{,}50x1{,}40} = 1{,}10m$$

DIMENSÕES E DETALHAMENTO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR

Considerando todo volume de reserva de incêndio armazenada somente no Rs, estimado em torno de 15.000 l, tem-se altura da reserva de incêndio, h_{inc}:

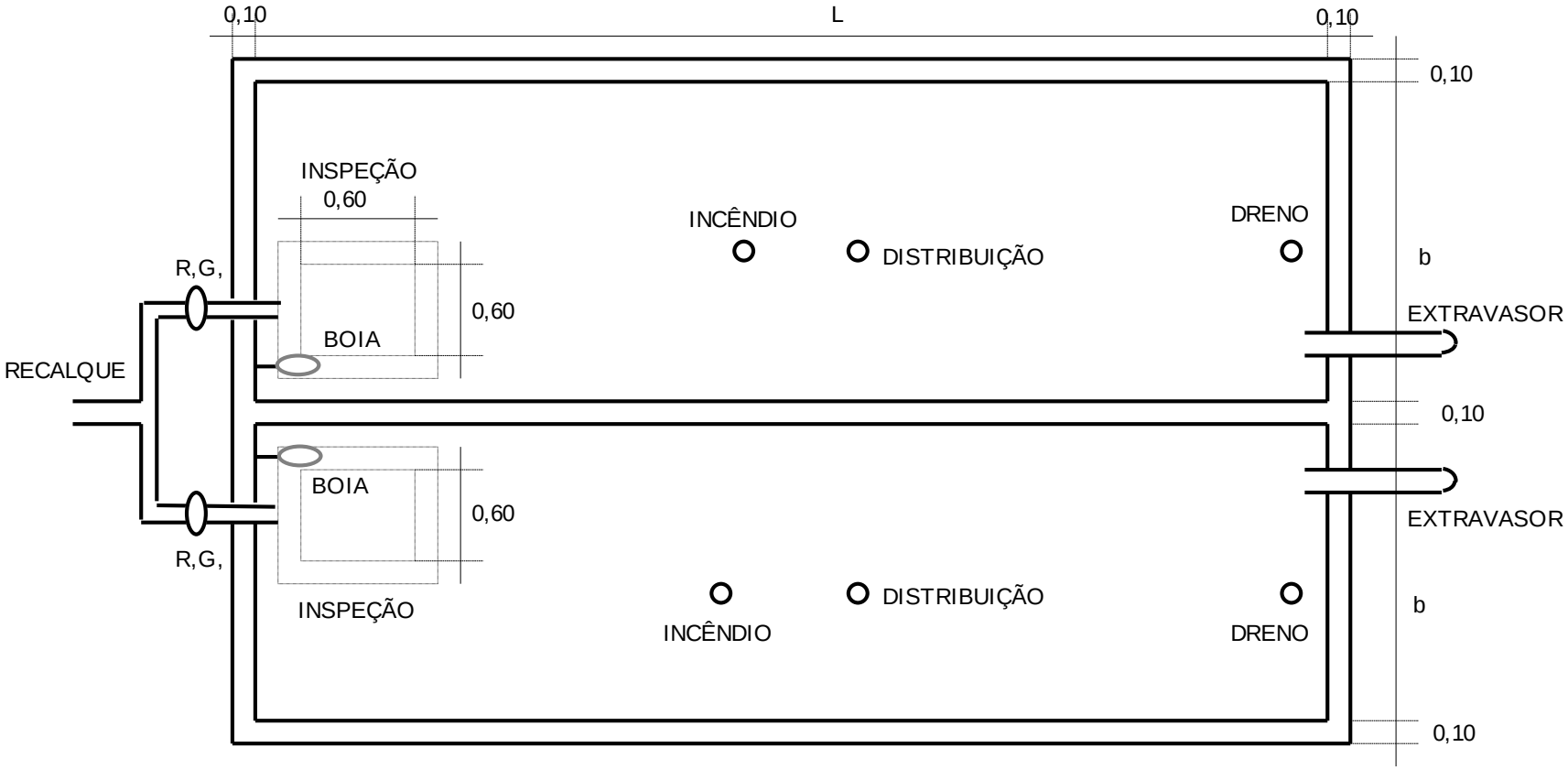
R.s. = 15.000/2 = 7.500 l = 7,5m^3

$$hinc = \frac{7,50}{2,50x1,40} = 2,14m$$

Adotado *hinc* = 2,15 *m*

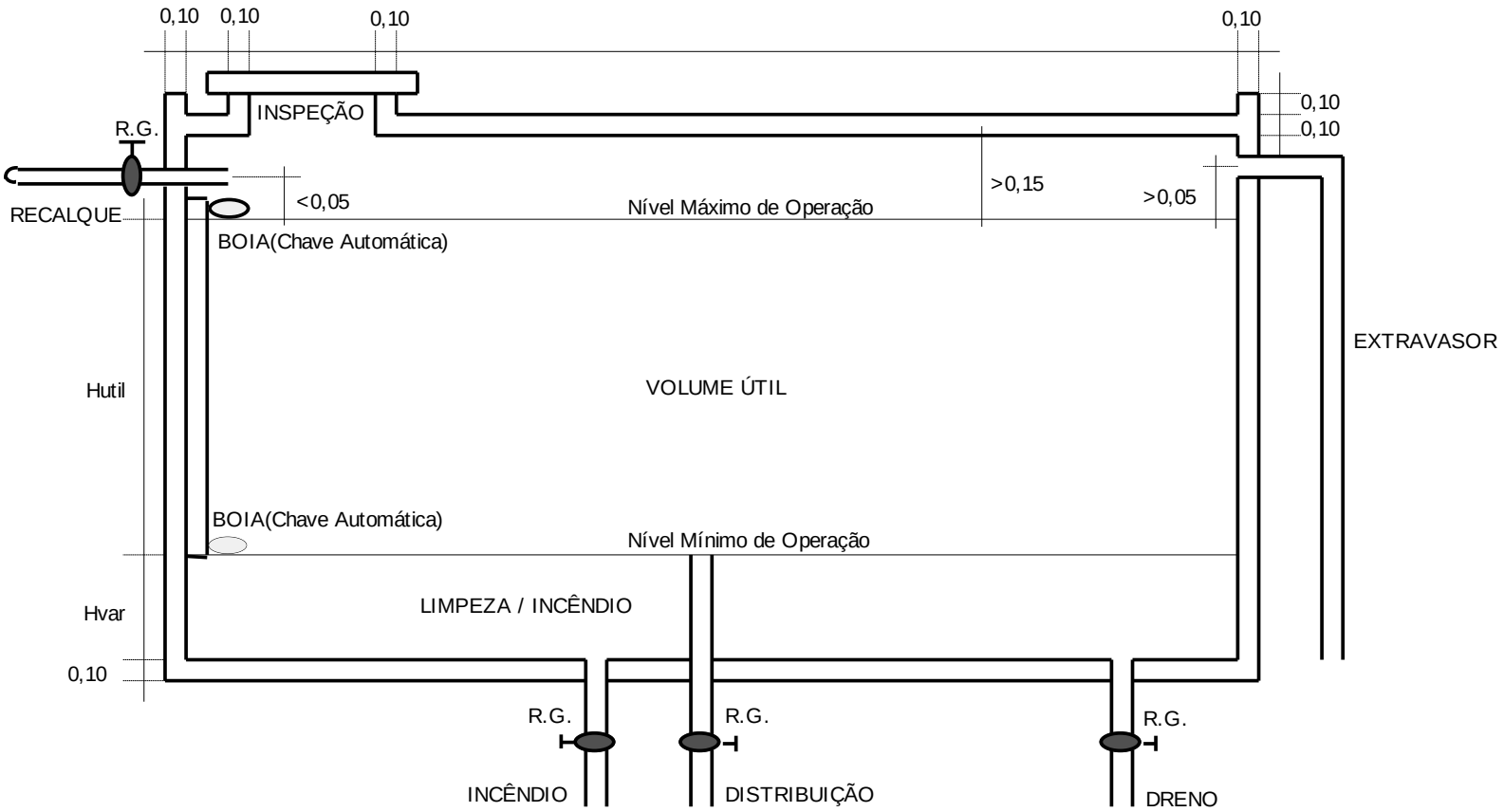
DIMENSÕES E DETALHAMENTO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR

Planta baixa



DIMENSÕES E DETALHAMENTO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR

Corte



DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES DE DRENO E EXTRAVASORES DOS RESERVATÓRIOS.

DRENO

A tubulação de drenagem dos reservatórios devem ser calculados levando em consideração o tempo máximo de esvaziamento de 2 horas, através das seguintes equações:

$$S = \frac{A}{(4.850)(t)}\sqrt{h}$$

$$D = \sqrt{(S)\left(\frac{4}{\pi}\right)}$$

RESERVATÓRIO INFERIOR (RI)

- $$S = \frac{2{,}95x2{,}50}{(4.850)(2)}\sqrt{0{,}90}$$

S = 7,21x10^{-4} m^2 ➔ D=(4S/π)^{0,5} .

D = 0,030 m, adotar diâmetro comercial D = 32 mm ou maior.

RESERVATÓRIO SUPERIOR(RS)

- $$S = \frac{2{,}50x1{,}40}{(4.850)(2)}\sqrt{3{,}25}$$

S = $6{,}50x10^{-4}$ m^2 ➔ $D=(4S/\pi)^{0,5}$.

D = 0,029 m, adotar diâmetro comercial D = 32 mm ou maior.

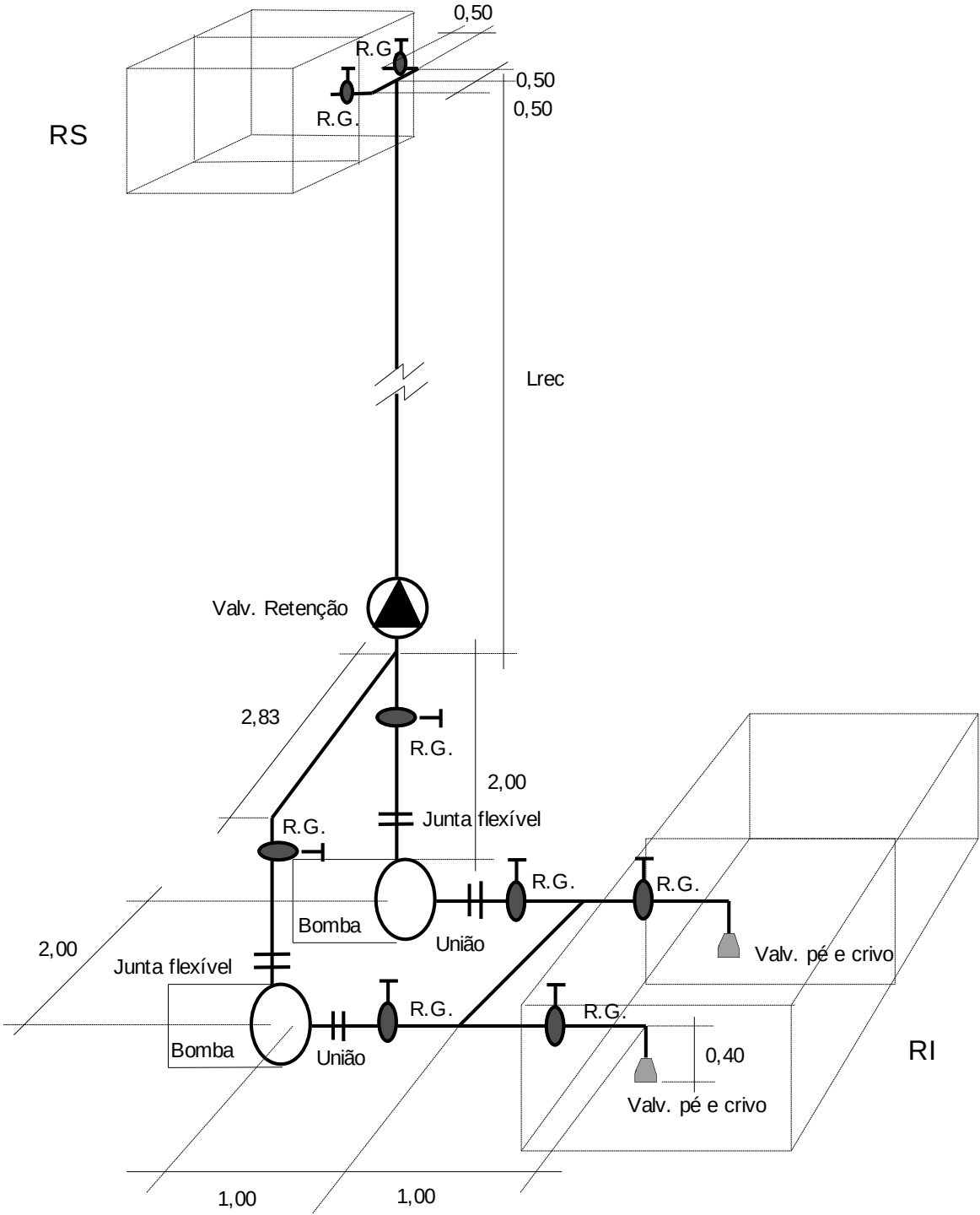
EXTRAVASOR

Normalmente adota-se um diâmetro comercial acima dos alimentadores dos reservatórios. Então tem-se:

- para R.I. D = 25 mm
- para R.S. D = 32 mm(ver cálculo do recalque).

DIMENSIONA-MENTO DA BOMBA DE RECALQUE

A instalação de recalque deve ser dimensionada para vazão de recalque mínima equivalente a 15% do consumo diário(CD), para tanto, são necessárias 6,66 horas de trabalho do conjunto moto-bomba escolhido.



CANALIZAÇÃO DE RECALQUE

Utiliza-se a fórmula de Bresse modificada, considerando C = 1,3 para determinar o diâmetro:

$$\varnothing rec = 1{,}3.\sqrt[4]{x}.\sqrt{Q}$$

- $\varnothing$ diâmetro da tubulação, (m)
- X é o N° de horas trabalhadas/24
- Q é a vazão, (m^3/s)

CANALIZAÇÃO DE SUCÇÃO

Para o diâmetro de sucção adota-se um diâmetro comercial acima do de recalque. Para o exemplo dado, calcular os diâmetros das canalizações de recalque e sucção.

CD = 12.800 l / dia. Admitindo a vazão mínima igual a 15% CD = 1,92m^3, por hora:

Qr = (1,92/3600) = 5,33.10^{-4} m^3 /s.

X=(1/0,15)/24 = 6,66/24 =0,2778 ➔ $\phi rec = 1{,}3\sqrt[4]{0{,}2778}\sqrt{5{,}33x10^{-4}}$

- d_{rec} = 0,022 m = 22mm interno, adotar Φ comercial de 1” ou 32mm.
- d_{suc} = Um *Φ* comercial acima = 1¼” ou 40mm.

Normalmente, no comercial, polegadas é diâmetro interno e milímetros diâmetro externo (descontar paredes para cálculo).

CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA

$Hm = Hg + hl_{suc} + hl_{rec,}$ para Hg = 34,10 m.

Cálculo da perda de carga (hl) utilizando tubo de aço galvanizado

a) Sucção - (na situação mais desfavorável) – Φ 1 ¼”

Comprimento desenvolvido	=	4.00 m.
Comprimentos equivalentes		
1 válvula de pé com crivo	=	10.00
2 registros de gaveta	=	0.40
2 Tê passagem lateral	=	3.42
1 curva	=	0.84
comp. total	=	18.66 m (de tubo equivalentes).

- Tubulações de aço galvanizado são em polegadas.

CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA

Usando a vazão de do exemplo e fórmula de Fair - Whipple - Hsiao, dada em livros mais recentes $Q = 27{,}113 J^{0{,}632} D^{2{,}596}$

ou dada pela Norma NBR – 5626 $Q = 27{,}113 J^{0{,}532} D^{2{,}596}$

tem-se: $J = 0{,}0494 m/m$

Fair-Whipple-Hisiao		
Q(m3/s)	D(m)	J(m/m)
0,000533	0,032	0,0494

NBR 5626		
Q(m3/s)	D(m)	J(m/m)
0,000533	0,032	0,0281

$hl_{suc} = J \times L = 0{,}0494 \times 18{,}66 = 0{,}92\ m$

CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA

Recalque (caso mais desfavorável) – Φ 1” (DI=25mm).

Comprimento desenvolvido :	= 36,83 m.
Comprimento equivalente.	
2 registros de gaveta	= 0,40
1 válvula de retenção	= 2,10
2 joelhos de	= 1,88
1 joelho de	= 0,43
1 Tê passagem lateral	= 1,37
1 junção	= 0,88
comp. total	= 43,89 m

CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA

Recalque (caso mais desfavorável) – Φ 1” (DI=25mm).

$hl_{rec} = J \times L_{rec} = 0{,}136 \times 43{,}89 = 5{,}97m$

$Hm = 34{,}10 + 0{,}92 + 5{,}97$

$Hm = 40{,}99 \sim 41{,}0\ m$

Fair-Whipple-Hisiao		
Q(m3/s)	D(m)	J(m/m)
0,000533	0,025	0,1362

NBR 5626		
Q(m3/s)	D(m)	J(m/m)
0,000533	0,025	0,0936

CÁLCULO DA POTÊNCIA DA BOMBA-AULA3

Recalque (caso mais desfavorável) – Φ 1” (DI=25mm).

$hl_{rec} = J \times {}_{Lrec} = 0{,}136 \times 43{,}89 = 5{,}97m$

$$Pot = \frac{\gamma QHm}{75} = \frac{1000x5{,}33x10^{-4}x41}{75} = 0{,}29CV$$

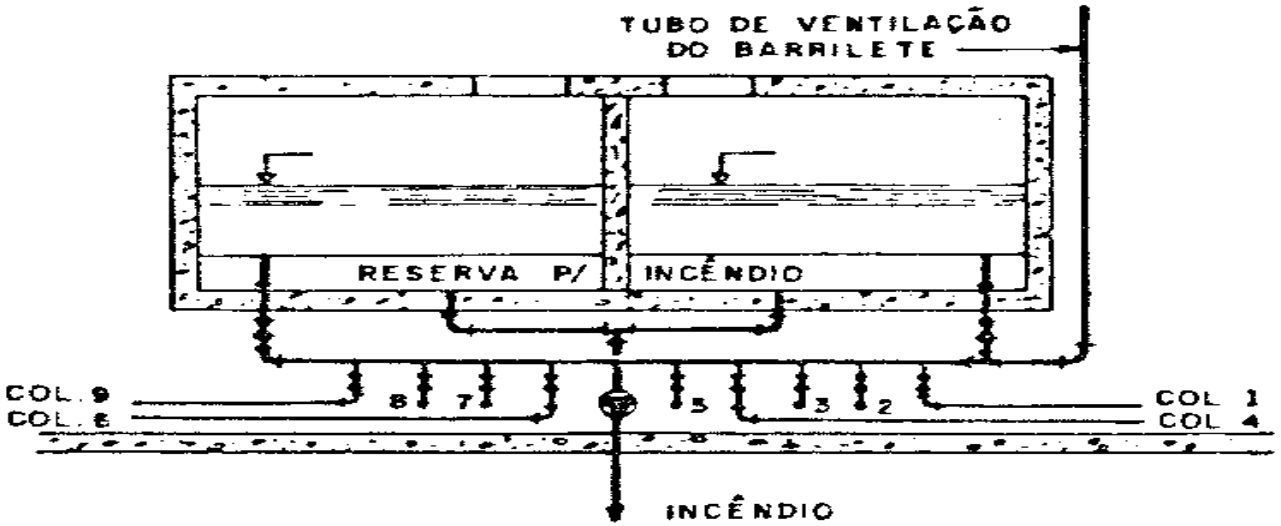
Característica da bomba :

- Q = 1,92 m^3 /h
- Hm = 41,0 *m.c.a* *Pot* ½ CV

DIMENSIONAMENTO DO BARRILETE, COLUNAS, RAMAIS E SUB-RAMAIS DE DISTRIBUIÇÃO

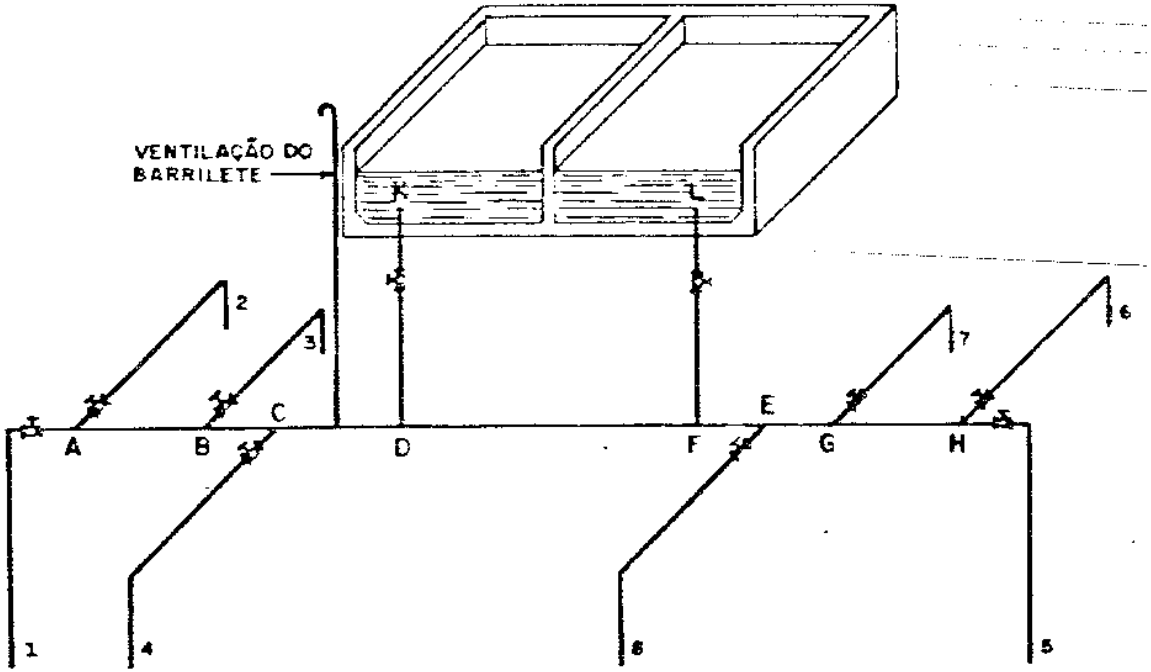
É a tubulação que interliga as duas seções do reservatório superior e da qual partem as derivações correspondentes às diversas colunas de alimentação.

UNIFICADO: as ramificações para cada coluna partem diretamente da tubulação que liga as duas seções do reservatório.



DIMENSIONAMENTO DO BARRILETE, COLUNAS, RAMAIS E SUB-RAMAIS DE DISTRIBUIÇÃO

RAMIFICADO: da tubulação que interliga as duas seções, saem ramais, que dão origem a derivações secundárias para as colunas de alimentação.



ROTEIRO DE DIMENSIONAMENTO

Depende exclusivamente da localização das colunas de distribuição;

As colunas devem ser localizada de comum acordo com a equipe envolvida no projeto global do edifício (arquiteto, calculista, elétrica, etc...):

a) determine para cada trecho da coluna a $\sum P$, pesos (tab.2);

b) calcular a vazão nos trechos da coluna $Q = 0{,}3\sqrt{\sum P}$

Essa é a máxima vazão provável, pois nem todos os aparelhos estão em uso simultâneo. Nos casos em que realmente todos os aparelhos funcionam simultaneamente, deve-se dimensionar as canalizações através da soma de razões (Tabela 2);

c) localizar registro no início de cada coluna;

d) determine a para cada trecho do barrilete e em seguida, as vazões nos respectivos trechos.

ROTEIRO DE DIMENSIONAMENTO

e) adota-se um J = 0,08 m/m $\Rightarrow$ Q $\Rightarrow$ d $\Rightarrow$ J.real

f) após estimativa dos diâmetros e verificações de que o caso mais desfavorável é atendido, determinar a altura mínima da água no reservatório (determinar as pressões em todas as derivações do barrilete.

g) determinar a pressão dinâmica mínima = pressão efetiva), no início de cada coluna. Deve-se levar em conta a alimentação do aparelho que apresente a condição mais favorável. (ver pressões de funcionamento das peças de utilização na Tabela 3 e vazões das peças de utilização Tabela 2);

Tab.02 - Pontos de utilização - vazões de projetos e pesos relativos

Pontos de Utilização	Vazão (litro/s)	Peso
Bebedouro	0,05	0,1
Bica de banheira	0,30	1,0
Bidê	0,10	0,1
Caixa de descarga para peça não aspirante	0,15	0,3
chuveiro	0,20	0,5
Máquina de lavar prato ou roupa	0,30	1,0
Torneira ou misturador de lavatório - Água fria	0,20	0,5
Torneira ou misturador de pia de cozinha - Água fria	0,25	0,7
Torneira de pia de despejos ou de tanque	0,30	1,0
Válvula de descarga para bacia sanitária	1,90	40,0
Válvula de descarga para mictório auto aspirante	0,50	2,8
Válvula de descarga para mictório não aspirante	0,15	0,3

Tab.03 - Pontos de utilização - pressões dinâmicas e estáticas

Pontos de Utilização	Pressão [Kpa] (A)			
	Dinâmica		Estática	
	Mín	Máx	Mín	Máx
Aquecedor a gás	20			
Aquecedor elétrico de alta pressão	5	400	10	400
Aquecedor elétrico de baicha pressã	5	40	10	50
Bebedouro	20	400		
Chuveiro de diâmetro nominal 15 mm	20	400		
Chuveiro de diâmetr nominal 20 mm	10	400		
Torneira de água fria	5	400		
Torneira de água quente	10			
Torneira de bóia para caixa de descarga com diâmetro nominal 20 mm	5	400		
Torneira de bóia para reservatorios	5	400		
Válvula e descarga de alta pressão	(B)	(B)	(C)	400
Válvula de descarga de baixa pressão	12		20	(C)

a-kPa = 10^{-1}m.c.a. = 10^{-2} kgf/cm^2

b-O fabricante deve especificar a faixa de pressão dinâmica que garanta uma vazão mínima de1,7l/s e máxima de 2,4l/s nas válvulas de descarga de sua fabricação.

c-O fabricante deve definir esses valores para a válvula de descarga de sua produção,respeitando as normas específicas.

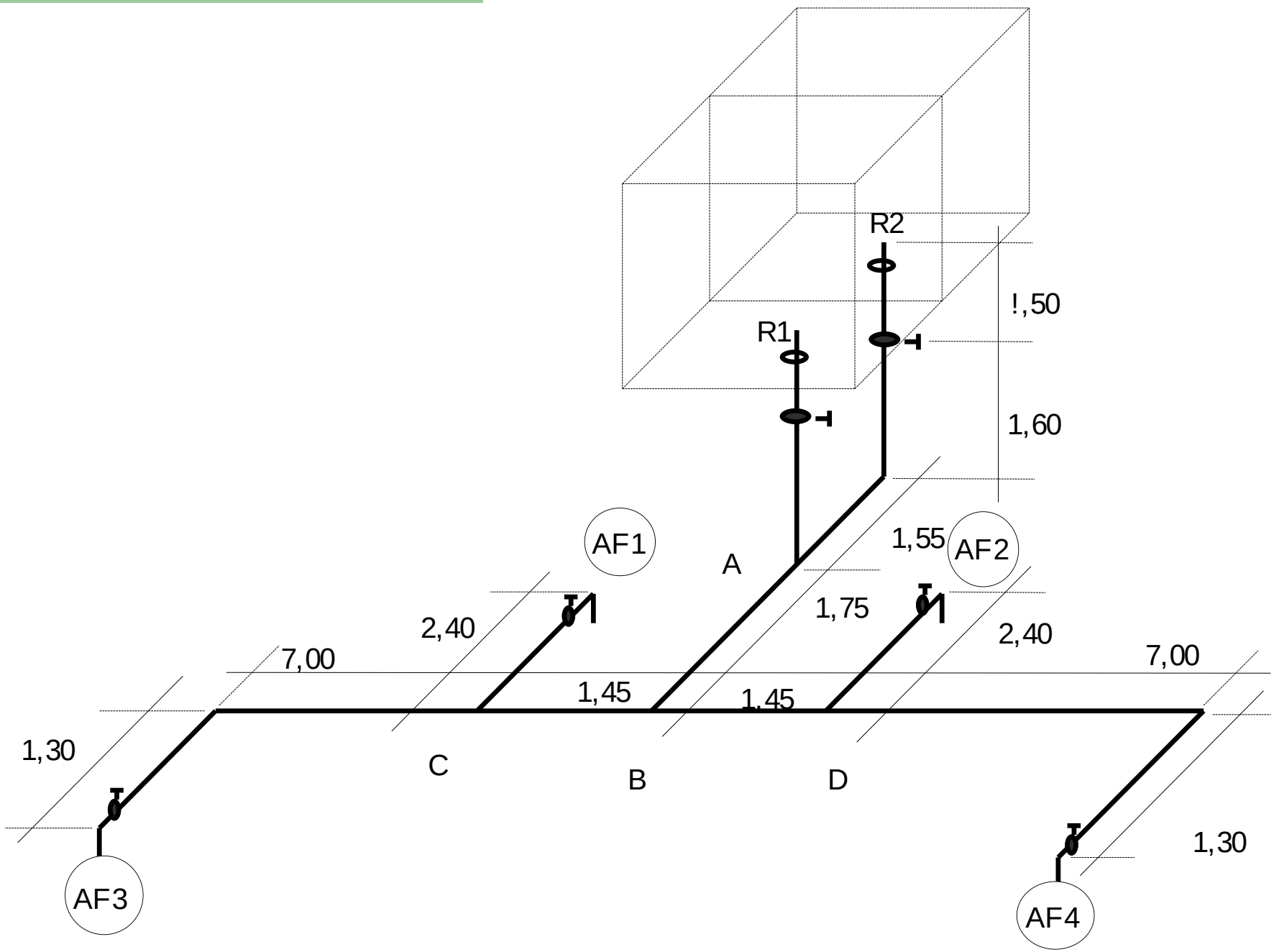
EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO:

Estimativa de vazão $Q = 0,3\sqrt{\sum p}$

Estimativa de perda de carga, máxima de $J = 0,08 m/m$

Coluna	Contribuições		Peso
Af1	A. serviço	1 tq	1,0
	Cozinha	1 pia	0,7
		Total	**1,7**
Af2	A. serviço	1 tq	1,0
	Cozinha	1 pia	0,7
		Total	**1,7**
Af3 = Af4	**Banheiro**	1 lav.	0,5
		1 bid.	0,1
		1 vs- cx.desc	0,3
		1 ch	0,5
		Total	**1,4**

Esquema isométrico do barrilete:



Vazão de Contribuição de Cada Coluna de Distribuição da Edificação:

- Coluna Af1

Ep = 1,7 x 8 = 13,6

Q = $0{,}3\sqrt{13{,}6}$ = Q = 1,11 l/s

Pontuais

- Coluna Af2

Ep = 1,7 x 8+1,6 = 13,6 + 1,6 = 15,2

Q = $0{,}3\sqrt{15{,}2}$ = Q = 1,17 l/s

- Coluna Af3 e Af4

Ep = 1,4 x 8 = 11,2

Q = $0{,}3\sqrt{11{,}2}$ = Q = 1,00 l/s

Cálculo da Vazão de Contribuição por Trecho

Trecho - R1 - A = R2 - A = A -B

$$Q = 0,3\sqrt{(13,6 + 15,2 + 2x11,2}$$

Q = 2,15 l/s

Trecho B - C

$$Q = 0,3\sqrt{(11,2 + 13,6)}$$

Q = 1,49 l/s

Trecho B - D

$$Q = 0,3\sqrt{(13,6 + 15,2)}$$

Q = 1,61 l/s

Trecho C - Af1

$$Q = 0,3\sqrt{13,6}$$

Q = 1,11 l/s

Trecho C - Af3

$$Q = 0,3\sqrt{11,2}$$

Q = 1,00 l/s

Trecho D - Af2

$$Q = 0,3\sqrt{15,2}$$

Q = 1,17 l/s

Trecho D - Af4

$$Q = 0,3\sqrt{11,2}$$

Q = 1,00 l/s

PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS CANALIZAÇÕES

Adotando J = 0,08 m/m.

Utilizando a fórmula de Fair - Whipple - Hsiao para a aço galvanizado e planilha eletrônica EXCEL, pode-se estimar rapidamente os valores dos diâmetros das tubulações a serem utilizadas no barrilete. Os valores podem ser conferidos na Tabela a seguir.

Trecho	Peso Unitário	Peso Acum.	Vazão (l/s)	J (adotado) (m/m)	Diâm. calc. (mm)	Diâm. com. (mm)	J (corrigido) (m/m)
R1 - A		51.2	2.15	0.08	49	50	0.0715
R2 - A		51.2	2.15	0.08	49	50	0.0715
A - B		51.2	2.15	0.08	49	50	0.0715
B - C		24.8	1.49	0.08	42	50	0.0403
B - D		26.4	1.54	0.08	43	50	0.0424
C - Af1	13.6	13.6	1.11	0.08	38	38	0.0774
C - Af3	11.2	11.2	1.00	0.08	36	38	0.0664
D - Af2	15.2	15.2	1.17	0.08	39	50	0.0274
D - Af4	11.2	11.2	1.00	0.08	36	38	0.0664

PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS CANALIZAÇÕES

Adotando J = 0,08 m/m.

Utilizando a fórmula de Fair - Whipple - Hsiao para a aço galvanizado e planilha eletrônica EXCEL, pode-se estimar rapidamente os valores dos diâmetros das tubulações a serem utilizadas no barrilete. Os valores podem ser conferidos na Tabela a seguir.

Trecho	Peso Unitário	Peso Acum.	Vazão (l/s)	J (adotado) (m/m)	Diâm. calc. (mm)	Diâm. com. (mm)	J (corrigido) (m/m)
R1 - A		51.2	2.15	0.08	49	50	0.0715
R2 - A		51.2	2.15	0.08	49	50	0.0715
A - B		51.2	2.15	0.08	49	50	0.0715
B - C		24.8	1.49	0.08	42	50	0.0403
B - D		26.4	1.54	0.08	43	50	0.0424
C - Af1	13.6	13.6	1.11	0.08	38	38	0.0774
C - Af3	11.2	11.2	1.00	0.08	36	38	0.0664
D - Af2	15.2	15.2	1.17	0.08	39	50	0.0274
D - Af4	11.2	11.2	1.00	0.08	36	38	0.0664

VERIFICAÇÃO QUANTO A PRESSÃO DINÂMICA (MÍNIMA 0,5 M.C.A. OU 5 KPA)

Considerar sempre o percurso mais desfavorável para a verificação da pressão. Desta forma estará dimensionando a favor da segurança. Os valores da tabela abaixo foram obtidos através da planilha eletrônica. Os valores adotados como comprimentos desenvolvidos e equivalentes são apresentados na sequência.

Trecho	Peso Unit.	Peso Acum.	Vazão (l/s)	Diâm. (mm)	Veloc. (m/s)	Compr. Desenv (m)	Compr. Equiv. (m)	Compr. Total (m)	Perda Carga Unitário (m/m)	Perda Carga Total (mca)	Desn. (m)	Pressão Disp. (mca)	Pressão Jusante (mca)
R2 -A		51.2	2.15	50	1.09	4.65	4.11	8.76	0.0715	0.63	3.10	0	2.47
A - B		51.2	2.15	50	1.09	1.75	3.33	5.08	0.0715	0.36	0.00	2.47	2.11
B - C		24.8	1.49	50	0.76	1.45	3.33	4.78	0.0403	0.19	0.00	2.11	1.92
B - D		26.4	1.54	50	0.79	1.45	3.33	4.78	0.0424	0.20	0.00	2.11	1.91
C -Af1	13.6	13.6	1.11	38	0.98	2.40	1.71	4.11	0.0774	0.32	0.00	1.92	1.60
C - Af3	11.2	11.2	1.00	38	0.89	8.30	3.12	11.42	0.0664	0.76	0.00	1.92	1.16
D - Af2	15.2	15.2	1.17	50	0.60	2.40	2.28	4.68	0.0274	0.13	0.00	1.91	1.78
D - Af4	11.2	11.2	1.00	38	0.89	8.3	3.12	11.42	0.0664	0.76	0	1.91	1.15

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE

OBJETIVOS

A instalação de Água Quente em uma residência destina-se a banhos, cozinhas (lavagem de utensílios e confecção de alimentos), lavagem de roupas, etc. Tem finalidades também em hospitais e indústrias. Para uma instalação predial de Água Quente estar bem projetada, de acordo com a NBR 7198/93, é necessário que:

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE

OBJETIVOS

- seja contínuo o fornecimento de água aos usuários, em quantidade suficiente, armazenando ao máximo a um custo, o mais baixo possível ;
- limite as pressões e as velocidades a valores adequados ao perfeito funcionamento das peças de utilização;
- conserve a temperatura adequada, e preserve a qualidade da água. Para tanto as temperaturas utilizadas são :
- uso pessoal em banhos e higiene 35 a 50 °C
- em cozinhas 60 a 70 °C
- em lavanderias 75 a 85 °C
- em finalidades médicas 100 °C ou mais.

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE - NBRs

- ABNT NBR 7198:1993-Projeto e execução de instalações prediais de água quente.
- ABNT NBR 15884-3:2010-Sistema de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria — Policloreto de vinila clorado (CPVC)-Parte 3: Montagem, instalação, armazenamento e manuseio.
- ABNT NBR 14011:1997-Aquecedores instantâneos de água e torneiras elétricas – Requisitos.
- NBR 12483:1992-Chuveiros elétricos - Padronização

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE

SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

- O abastecimento de água quente, desde os aquecedores até os pontos de utilização, é feito através de tubulações completamente independente do sistema de distribuição de água fria. Podem ser realizados de três maneiras distintas:
- **a- *Aquecimento Individual*** (local): quando o sistema aquecedor atende um único aparelho ou a apenas um compartimento sanitário. Como exemplo podemos citar o chuveiro e a torneira elétrica, ou um aquecedor que atenda um banheiro unicamente.

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE

- **b- *Aquecimento Central Privado***: quando o sistema aquecedor atende a uma unidade residencial, ou seja, alimenta os mais diversos pontos de utilização localizados em banheiros, lavanderias , cozinhas, etc.

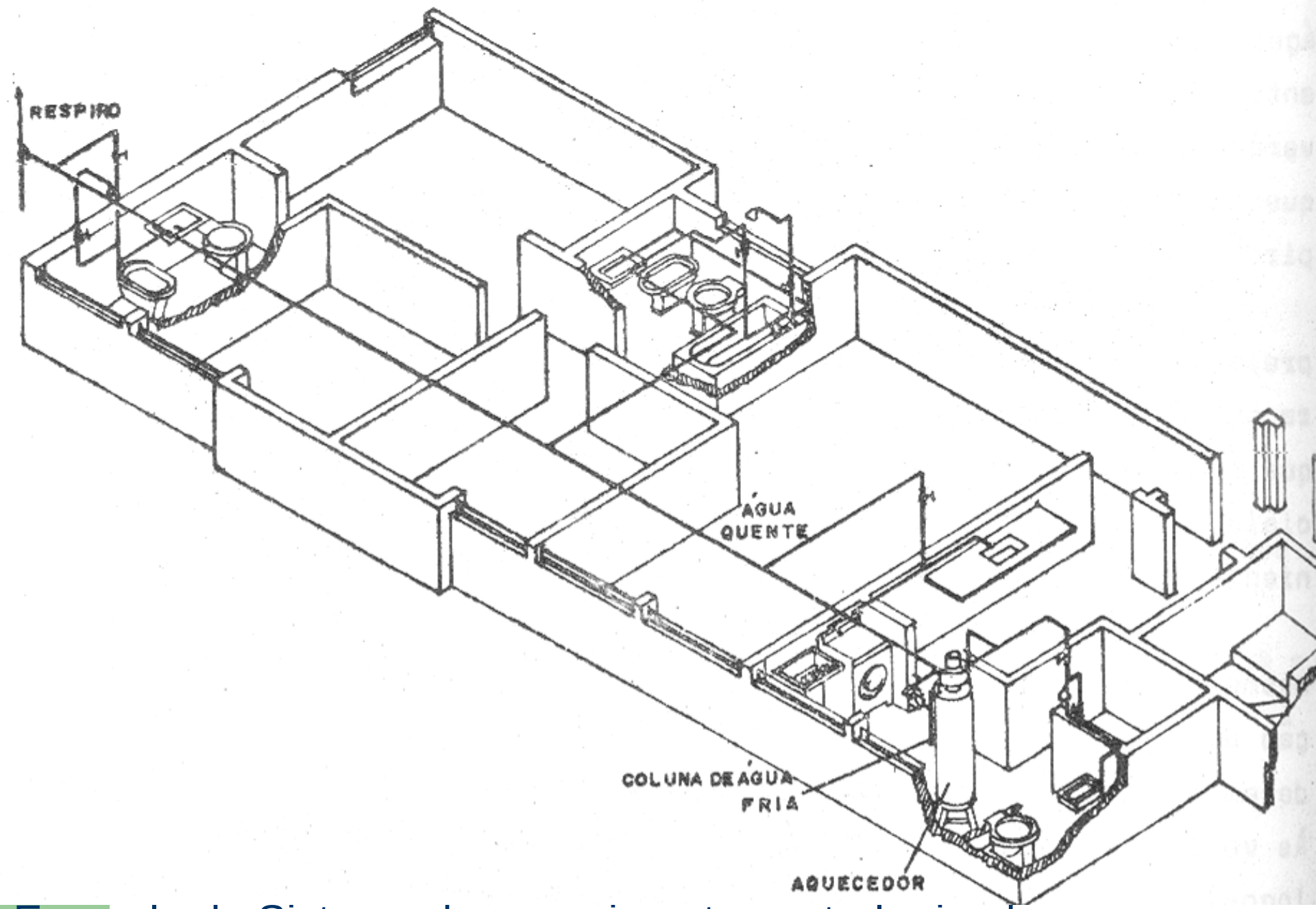
Existem no comércio vários tipos e marcas de aquecedores, que podem ser empregados cabendo ao projetista a escolha do mais adequado, considerando fatores como:

- Segurança;
- Capacidade;
- Custo de instalação e operação;
- Custo e facilidade de manutenção;
- Durabilidade;
- Espaço e local necessários a sua instalação, etc.

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE

A figura da sequência mostra uma unidade residencial dotada de aquecimento central privado. De acordo com a norma, alguns detalhes para a instalação do aquecedor devem ser observados:

- A canalização de alimentação de água fria deve ser derivada da coluna de distribuição em cota superior ao aquecedor, devendo entrar no mesmo pela parte inferior;
- Na canalização de alimentação de água fria deve-se colocar um registro de gaveta e válvula de segurança , sendo proibida a instalação de válvula de retenção;
- A canalização de água quente deverá sair pela parte superior oposta, desaconselhando a sua ligação a um respiro conjugado para todos os pavimentos.



Exemplo de Sistema de aquecimento central privado

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE

- **c- *<u>Aquecimento Central Coletivo</u>*:** quando um único sistema aquecedor alimenta conjuntos de aparelhos de várias unidades de um edifício.(quartéis, hospitais, hotéis, prédios residenciais, etc.).
- No caso de aquecimento central coletivo, a vazão de utilização de água quente varia continuamente e de uma maneira imprevisível, desta maneira utilizam-se aquecedores de acumulação, que permitem o armazenamento da água aquecida durante as horas de consumo mínimo, atendendo assim, ao abastecimento de água quente, durante as horas de consumo máximo("vazão de pico"). Pode-se distribuir nos edifícios a água aquecida de duas maneiras:

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE

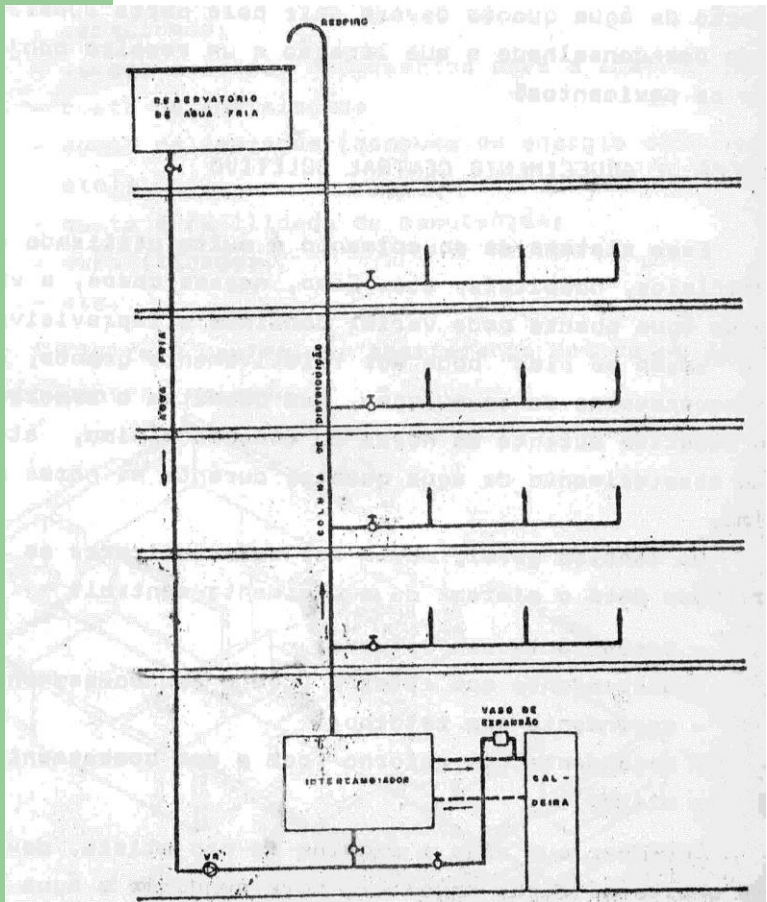
- c.1) **Distribuição simples** (sem retorno): Pode ser ascendente ou descendente. Apresenta como inconveniente ter de esperar um momento até ter água quente no registro da unidade que se quer abastecer, o que resulta em desperdício de água, no entanto economiza-se em canalização. As figuras 02 e 03 apresentam um esquema desta distribuição.
- c.2) **Distribuição com retorno:** Neste caso a água quente circula constantemente na tubulação podendo ser de duas formas:
- c.2.1) Termossifão: utiliza o principio de que a água quente é menos densa o que faz com que tenha a tendência de elevar-se. Neste caso consome-se mais energia pois a temperatura tem que ser mais elevada para provocar tal efeito e a distribuição é ascendente.

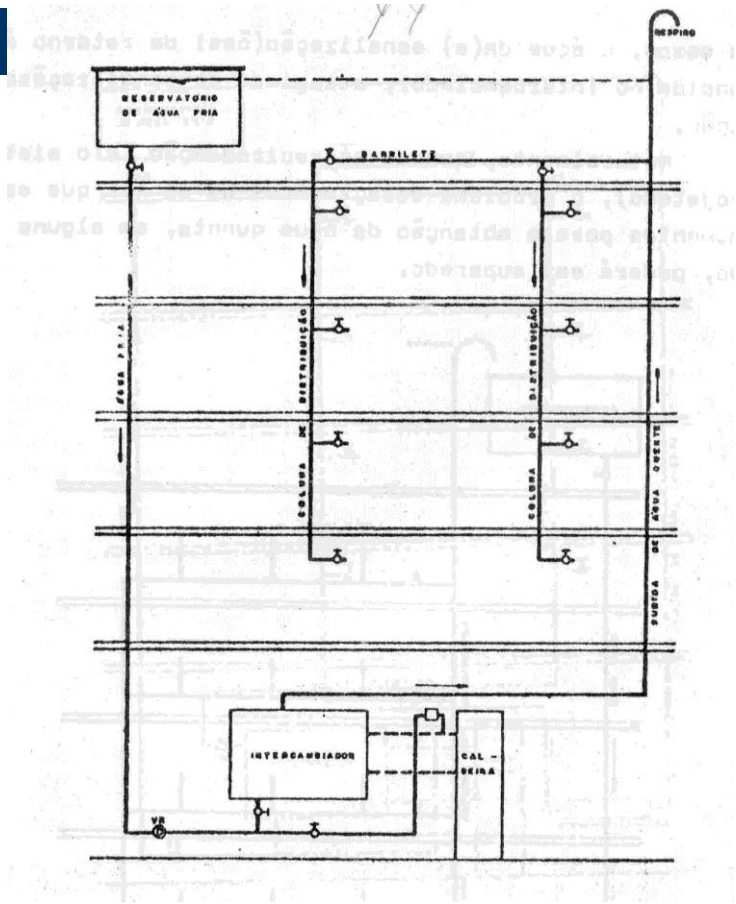
INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE

- c.2.2) Por bombeamento: utiliza um sistema de recalque, fazendo que a água quente que sai do reservatório de aquecimento(storage) suba por uma coluna até o barrilete na cobertura , onde desce em *prumadas* que alimentarão os diversos aparelhos de cada andar. As *prumadas* se reúnem no pavimento onde se encontra o storage , alimentando-o novamente com a água não consumida.
- c.2.3) Distribuição Mista : a distribuição de água quente é feita nos ramos ascendentes e descendentes em andares alternados. Requer cuidados especiais e por isso so recomendada em grandes edifícios.

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE

Sistema ascendente sem retorno

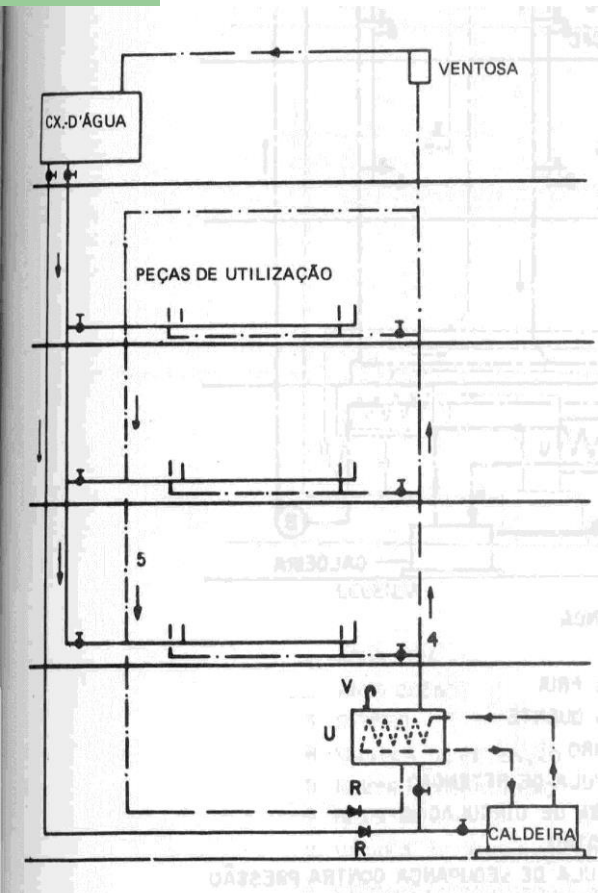


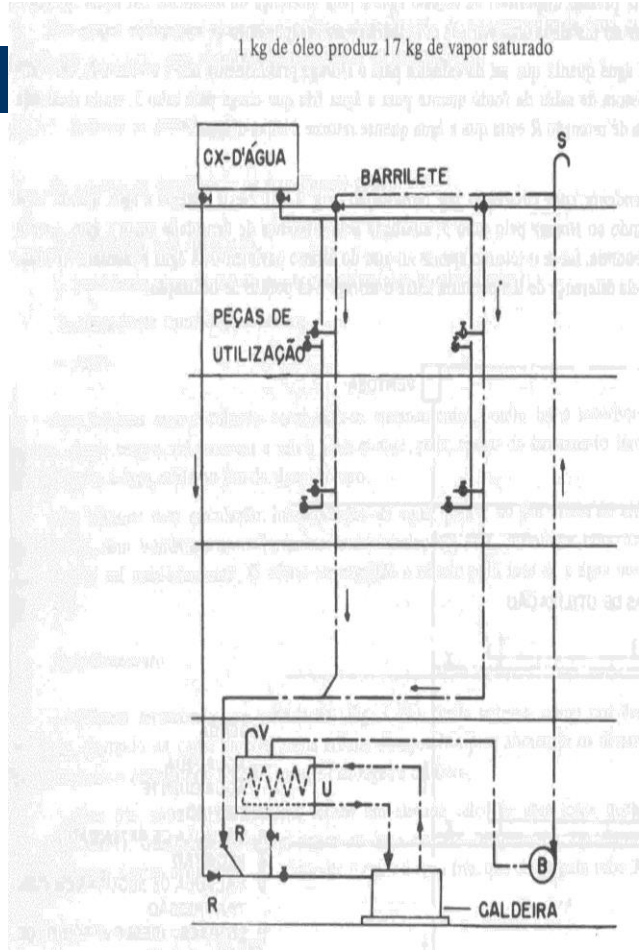


Sistema descendente sem retorno

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE

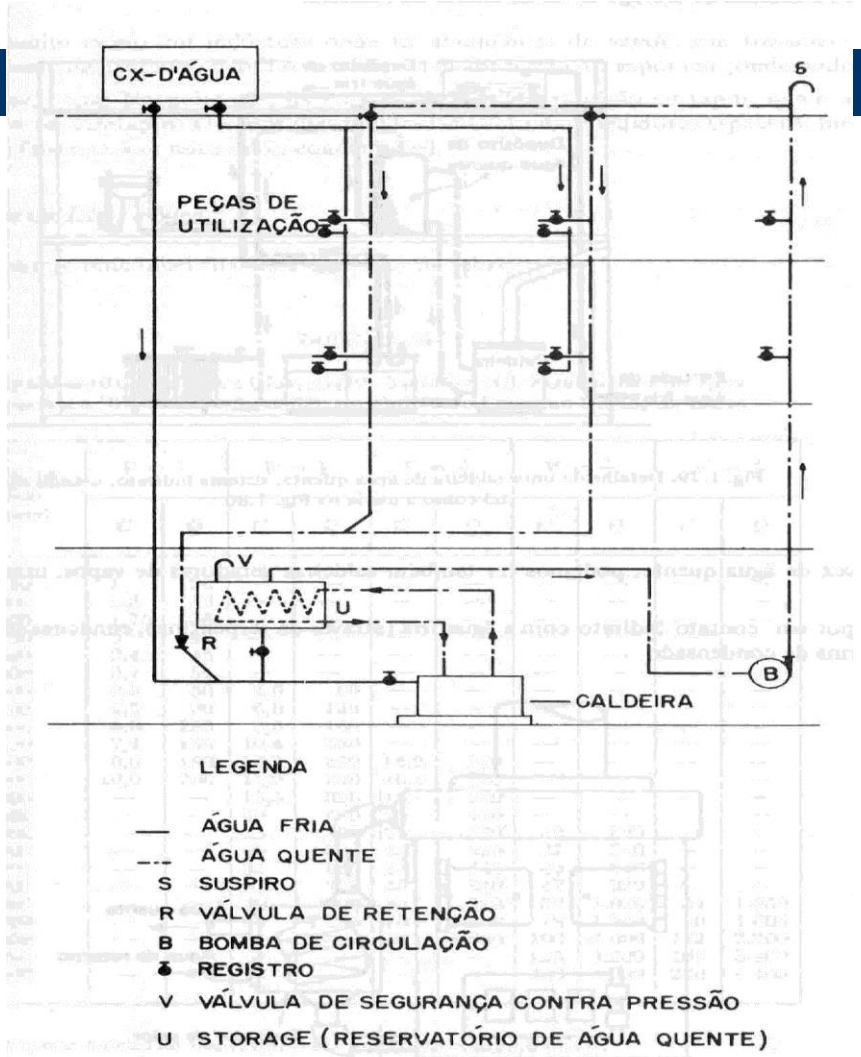
Sistema ascendente com circulação por termo sifão





Sistema descendente com bombeamento

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE - Sistema misto



2° BIM- PARTES CONSTITUINTES DE UMA INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA QUENTE

A NBR-7198 define as mesmas partes constituintes de uma instalação predial de água fria, ou seja barrilete, coluna, ramal e sub - ramal.

CONSIDERAÇÕES GERAIS: MATERIAL E PRESSÃO

Os tubos e conexões que constituem uma instalação predial de água quente podem ser de cobre, aço carbono galvanizado, CPVC, etc. e respeitados os valores mínimos de pressão de serviço, tal como uma instalação de água fria.

- sobrepressão :<20m.c.a (200kPa)
- pressão estática máxima :<40m.c.a (400kPa)
- pressão mínima de serviço :>0,5m.c.a (5kPa)

VELOCIDADE

Não poderá a canalização ter velocidade superior a $14xD^{0,5}$ ou 4,0m/s a fim de não se produzirem ruídos excessivos. Quanto à velocidade mínima nada se recomenda. Os valores calculados pela equação acima nos diâmetros comerciais apresenta-se na tabela a seguir.

Velocidades e vazões máximas para água quente

Diâmetro		Velocidades max.	Vazões max
(mm)	(pol)	m/s	l/s
15	1/2	1,60	0,20
20	3/4	1,95	0,55
25	1	2,25	1,15
32	1 1/4	2,50	2,00
40	1 1/2	2,75	3,10
50	2	3,15	6,40
65	2 1/2	3,55	11,20
80	3	3,85	17,60
100	4	4,00	32,50

Estimativa de Consumo

A estimativa de consumo de água quente depende de alguns fatores tais como:

- Hábitos da população;
- Clima local;
- Destinação da edificação (residencial, hotel, escritórios).

Nas condições brasileiras segue-se as prescrições contidas na Norma Brasileira NBR – 7198/93, de “Instalações Prediais de Água Quente. Os valores sugeridos apresentam-se na tabela abaixo.

Estimativa de consumo de água quente

Prédio	**Consumo litros/dia**
Alojamento provisório de obra	24 /pessoa
Casa popular ou rural	36 /pessoa
Residência	45 /pessoa
Apartamento	60 /pessoa
Quartel	45 /pessoa
Escola (internato)	45 /pessoa
Hotel (sem incluir cozinha e lavanderia)	36 /hóspede
Hospital	125 /leito
Restaurantes e similares	12 /refeição
Lavanderia	15 /Kgf de roupa seca

Estimativa de Consumo

Pode-se também estimar o consumo de água quente em função do número de pessoas e do número de aparelhos. As tabelas a seguir apresentam os valores de consumo baseadas no Guia Americano, sendo os valores reduzidos para 1/3 do original, justificado pelo menor padrão de nossas instalações e clima menos rigoroso.

Consumo de água quente nos edifícios, em função do número de pessoas

Tipo de edifício	Água quente necessária, a 60°C	Consumo nas ocasiões de Pico (l/s)	Duração do Pico – Horas de Carga	Capacidade do reservatório em função do CD	Capacidade horária de aquecimento, em função do uso diário
Residência Apartamentos Hotéis	50 l / pess.dia	1/7	4	1/5	1/7
Edifícios de escritórios	2,5 l / pess.dia	1/5	2	1/5	1/6
Fábricas	6,31 / pess.dia	1/3	1	2/5	1/8
Restaurante 3ª classe 2ª classe 3ª classe	 1,9 l / refeic. 3,2 l / refeic. 5,6 l / refeic.			1/10	1/10
Restaurante 3 refeiçoes por dia		1/10	8	1/5	1/10
Restaurante 1 refeição por dia		1/5	2	2/5	1/6

Consumo de água quente nos edifícios, em função do número de aparelhos, em l / h a 60ºC

Aparelhos	Aptºs	Clubes	Ginásios	Hospitais	Hotéis	Fábricas	Escritórios	Resid.	Escolas
Lavatório privado	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Lavatório publico	5,2	7,8	10,4	7,8	10,4	15,6	7,8		19,5
Banheiras	26	26	39	26	26	39		26	
Lavador de pratos	19,5	65		65	65	26		19,5	26
Lava – pés	3,9	3,9	15,6	3,9	3,9	15,6		3,9	3,9
Pia de cozinha	13	26		26	26	26		13	13
Tanque de lavagem	26	36,4		36,4	36,4	36,4		26	
Pia de copa	6,5	13		13	13			6,5	13
Chuveiros	97,5	195	292	97,5	97,5	292		97,5	292
Consumo máximo provável %	30	30	10	25	25	40	30	30	40
Capacidade do reservatório%	125	90	100	60	80	100	200	70	100

EXEMPLOS

a) Aquecimento para uma residência de 8 pessoas:

1. consumo diário(CD) = 50 l / pess $\times$ 8 pess = 400 l
2. consumo de Pico = 400 $\times$ 1/7 = 57 l/h
3. capacidade do reservatório = 400 $\times$ 1/5 = 80 l
4. capacidade de aquecimento = 400 $\times$ 1/7 = 57 l/h a 60°C.

EXEMPLOS

b) Edifício de apartamentos, com 10 unidades residências, Com os seguintes aparelhos, por unidade: bidê, lavatório, chuveiro e pia de cozinha.

1. 10 bidês (=lavatório) $\times$ 2,6 = 26
2. 10 lavatórios $\times$ 2,6 = 26
3. 10 chuveiros $\times$ 97,5 = 975
4. 10 pias de cozinha.... $\times$ 13 = 130
5. Total = 1157 l/h
6. Consumo máximo provável = 0,30 $\times$ 1157 = 347 l/h
7. Capacidade do reservatório = 1,25 $\times$ 347 = 434 l

VAZÃO DAS PEÇAS DE UTILIZAÇÃO

Para dimensionar as tubulações é necessário o conhecimento da vazão das peças de utilização, tal como realizado nas instalações de água fria. A tabela abaixo fornece a descarga e o peso correspondente para cada peça.

Peças de utilização	Vazão l/s	Peso
Banheira	0,30	1,0
Bidê	0,10	0,1
Chuveiro	0,20	0,5
Lavatório	0,20	0,5
Pia de cozinha	0,25	0,7
Pia de despejo	0,30	1,0
Lavadora de roupa	0,30	1,0

FUNCIONAMENTO DAS PEÇAS DE UTILIZAÇÃO

Deve-se considerar o funcionamento máximo provável das peças sanitárias. Desta forma para a estimativa da vazão de dimensionamento das tubulações utiliza-se a equação abaixo.

$$Q = C \times \sqrt{\sum P}$$

sendo:

- Q = vazão em l/s
- C = coeficiente de descarga (neste caso 0,30 l/s)
- $\sum$P = soma das peças suscetíveis de utilização

DIÂMETRO MÍNIMO DOS SUB-RAMAIS

Peças de utilização	Diâmetro (mm)
Banheira	15
Bidê	15
Chuveiro	15
Lavatório	15
Pia de cozinha	15
Pia de despejo	20
Lavadora de roupa	20

PERDAS DE CARGA

Para estimativa das perdas de carga, adota-se o mesmo procedimento descrito para instalação de água fria. Recomenda-se para os tubos de aço galvanizado, cobre e latão o emprego das fórmulas de Fair-Whipple-Hsiao.

PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE

Produzir água quente significa transferir de uma fonte as calorias necessárias para que a água atinja uma temperatura desejada. A transferência de calor pode ser:

- Direto: pelo contato do agente aquecedor com a água;
- Vapor saturado: nos sistemas de mistura vapor – água;
- Indiretamente: por efeito de condução térmica mediante o aquecimento de elementos que ficarão em contato com a água (vapor no interior de serpentinas imersas em água).

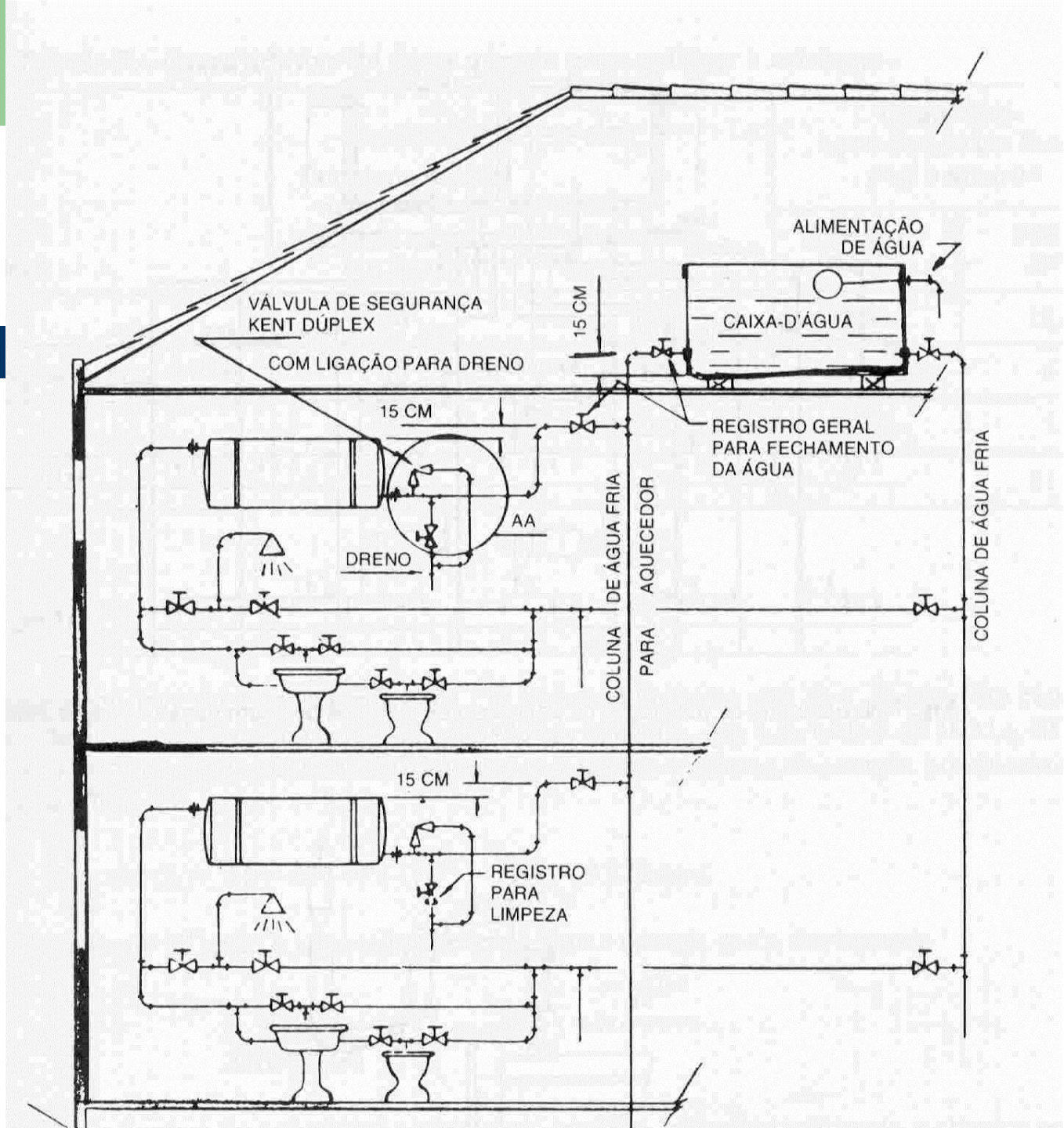
AQUECIMENTO ELÉTRICO

Normalmente é feito por meio de resistências metálicas de imersão, que dão bom rendimento na transferência de calor. Os aquecedores elétricos podem ser do tipo:

-Aquecimento instantâneo da água em sua passagem pelo aparelho (chuveiros elétricos);

-Acumulação: chamados boilers; devem ser alimentados por colunas independentes das que servem os aparelhos sanitários. O ramal de alimentação que liga a coluna ao boiler deve derivar da coluna em cota superior ao aquecedor, entrando nos mesmos pela parte inferior

-A figura seguinte demonstra o esquema de instalação do aquecedor elétrico em uma residência.


ALIMENTAÇÃO
DE ÁGUA
CAIXA-D'ÁGUA
15 CM
VÁLVULA DE SEGURANÇA
KENT DÚPLEX
COM LIGAÇÃO PARA DRENO
15 CM
REGISTRO GERAL
PARA FECHAMENTO
DA ÁGUA
AA
DRENO
COLUNA DE ÁGUA FRIA
PARA AQUECEDOR
COLUNA DE ÁGUA FRIA
15 CM
REGISTRO
PARA
LIMPEZA

Dimensionamento indicado para aquecedores elétricos de acumulação

Consumo diário a 70^0C (litros)	Capacidade do aquecedor (litros)	Potência (kW)
60	50	0,75
95	75	0,75
130	100	1,0
200	150	1,25
260	200	1,5
330	250	2,0
430	300	2,5
570	400	3,0
700	500	4,0
850	600	4,5
1150	750	5,5
1500	1000	7,0
1900	1250	8,5
2300	1500	10,0
2900	1750	12,0
3300	2000	14,0
4200	2500	17,0
5000	3000	20,0

Para uma temperatura de água gelada qualquer, pode-se também utilizar as equações clássicas para mistura, dada pela equação abaixo.

$$t_1 \times V_1 + t_2 \times V_2 = t_3 \times V_3$$

onde:

-t_1 = temperatura da água no aquecedor: 70^0C

-t_2 = temperatura da água fria

-t_3 = temperatura média da mistura (considere em torno de 40^0C)

-V_1 = volume de água quente no aquecedor (capacidade do aquecedor)

-V_2 = volume de água fria misturada no aparelho (sendo $V_2 = V_3 – V_1$)

-V_3 = volume de água morna final no aparelho

DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA E CONSUMO DE ENERGIA

A quantidade de calor para que uma massa de calor específico c e de temperatura t_1 eleve-se a uma temperatura t_2 é representada pela seguinte equação:

$$Q = m \times c \times (t_2 - t_1)$$

sendo:

- m = massa do líquido (em litros)
- c = calor específico (em kcal/^{o}C; igual a 1)
- t_2 = temperatura final (em ^{o}C)
- t_1 = temperatura inicial (em ^{o}C)
- lembrando que 1kwh = 860 kcal.

EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO

Dimensionar um aquecedor elétrico que irá atender um apartamento com 2 quartos, supondo 2 pessoas por dormitório.

Capacidade do aquecedor = 60 l/pessoa $\times$ 4 pessoas = 240 litros

Entretanto devemos considerar que a água a ser utilizada terá uma temperatura inferior a 70^0C, devendo observar então o valor estimado de consumo na tabela padrão, portanto:

Capacidade do aquecedor = 29 l/pessoa $\times$ 4 pessoas = 116 litros

Pela tabela de aquecedores, utiliza-se capacidade de 150 litros e potência de 1,25 kWh.

<u>Observação</u>: Pode-se determinar a capacidade do aquecedor utilizando a equação da mistura, vista nos itens anteriores.

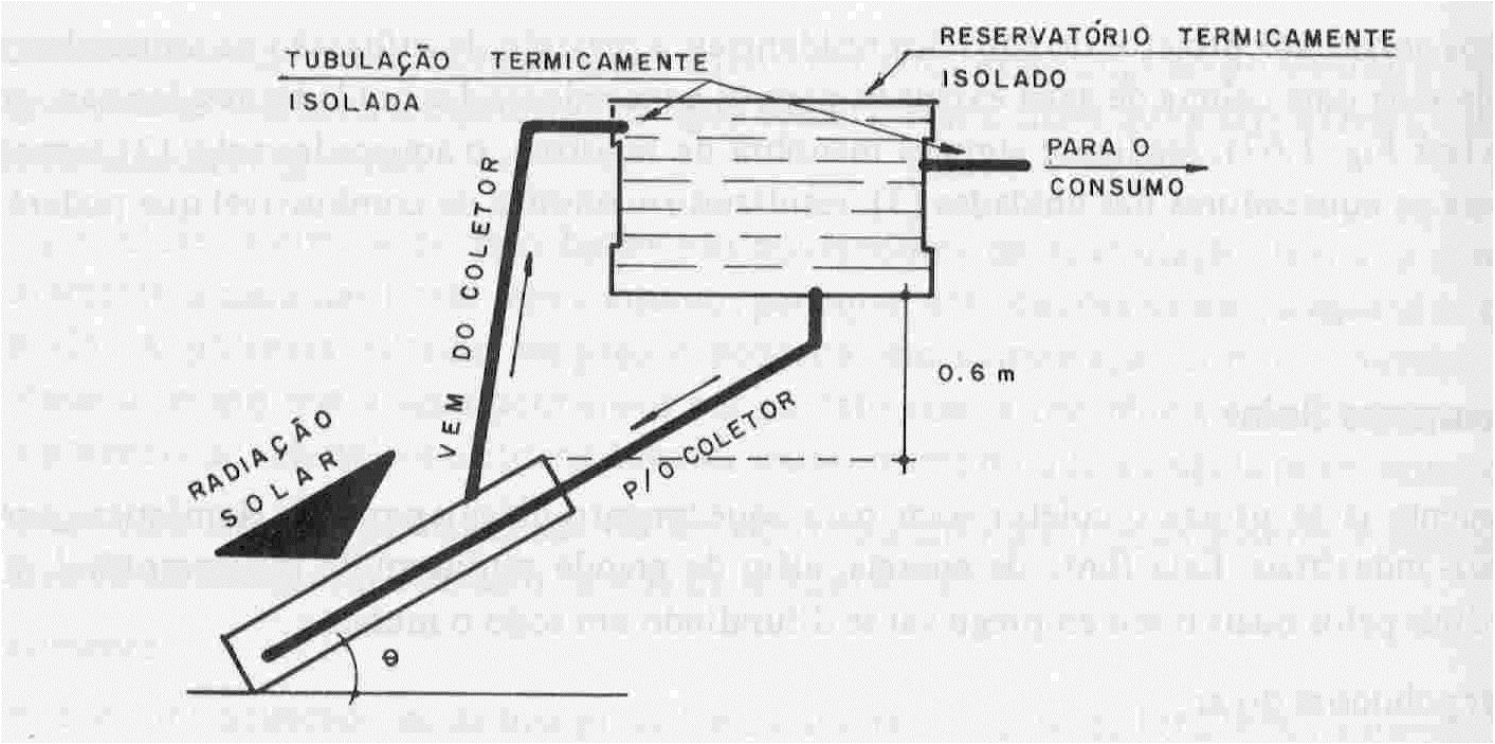
AQUECIMENTO SOLAR

Utiliza-se o coletor solar para aquecimento d'água para uso doméstico, piscinas e em processos industriais. Apresenta a vantagem de ser uma fonte de energia inesgotável aliada a outras razões pelos quais o seu emprego vai se difundindo, tais como:

- não ser poluidora do ar;
- ser auto suficiente;
- ser completamente silenciosa;
- ser fonte de energia alternativa.

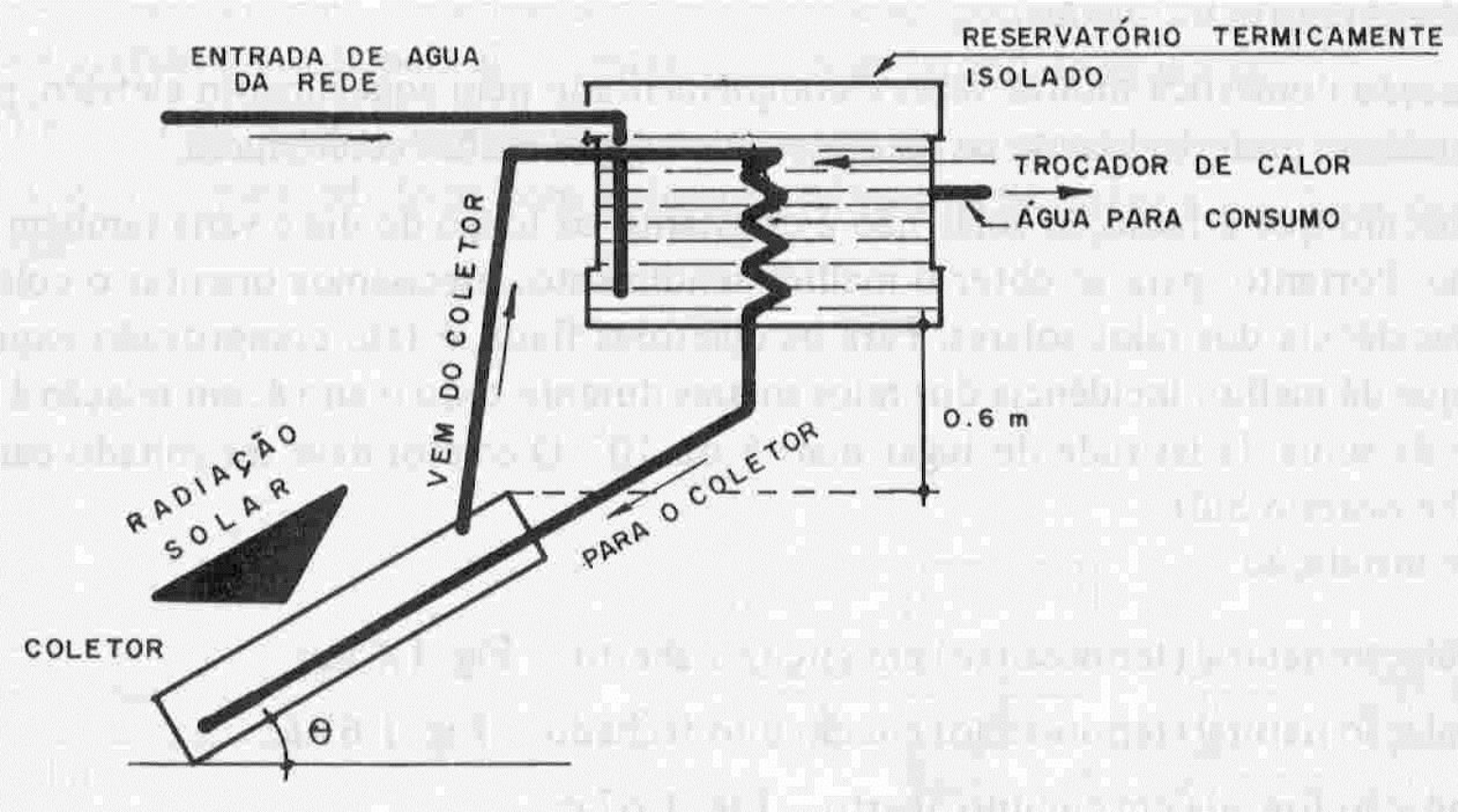
TIPOS DE INSTALAÇÕES

Circulação natural (termossifão) em circuito aberto



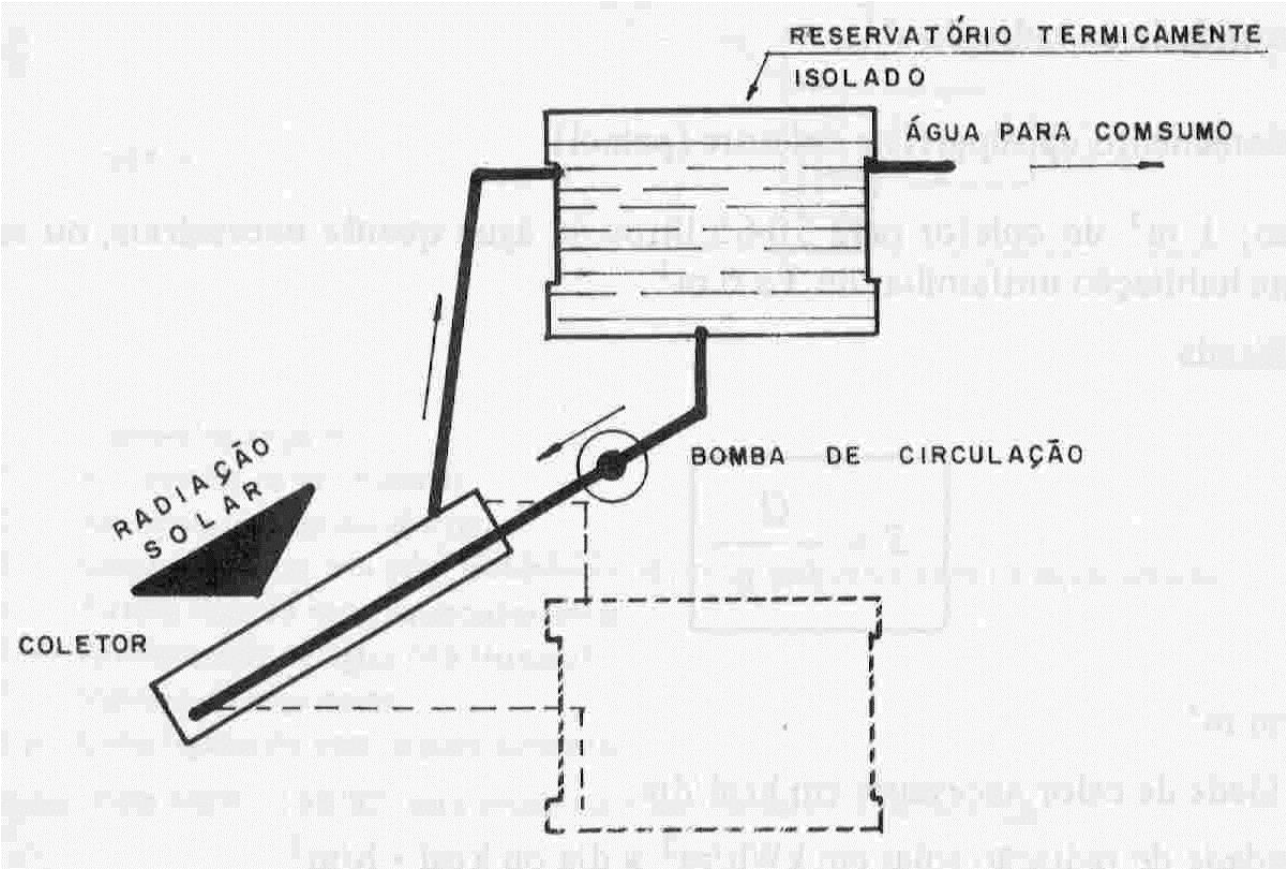
TIPOS DE INSTALAÇÕES

Circulação natural (termossifão) em circuito aberto



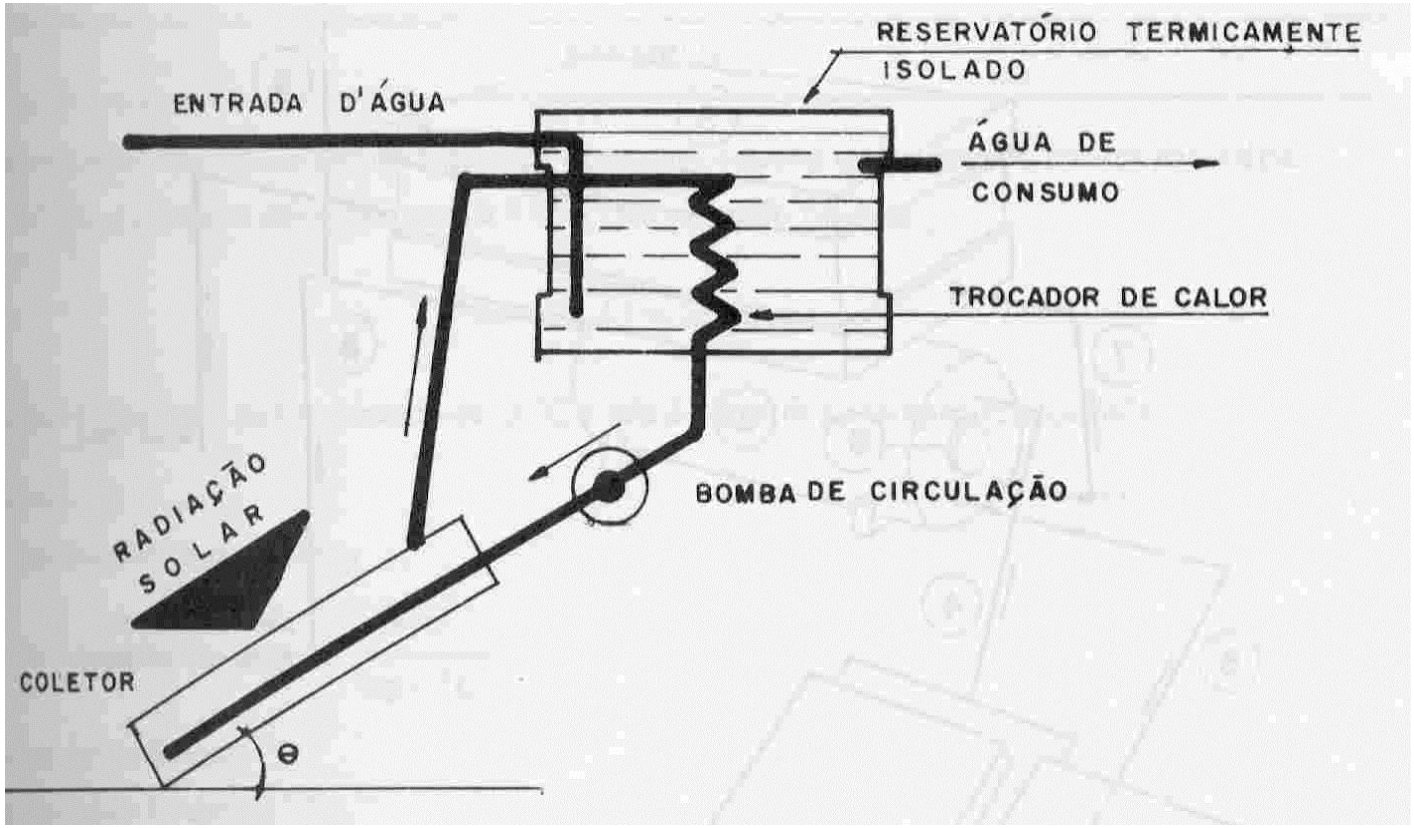
TIPOS DE INSTALAÇÕES

Circulação forçada em circuito aberto



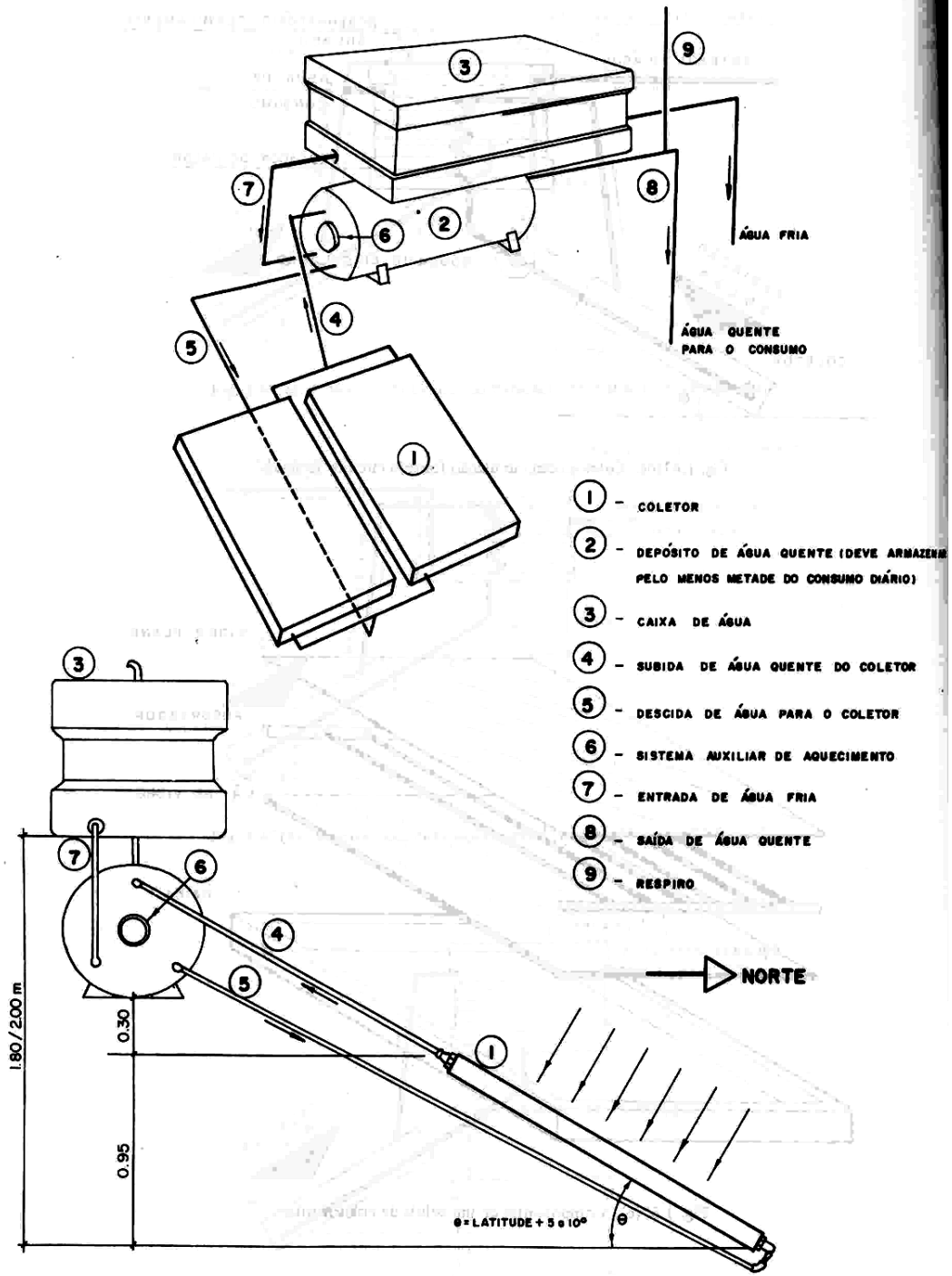
TIPOS DE INSTALAÇÕES

Circulação forçada em circuito fechado



TIPOS DE

Instalação de um coletor solar em uma residência



DIMENSIONAMENTO DA SUPERFÍCIE COLETORA

Um modo prático de dimensionamento da superfície coletora é considerar 1 m^2 de coletor para 50 a 65 litros de água quente necessários ou utilizar a equação abaixo.

$$S = \frac{Q}{I \times \eta}$$

sendo:

- S = área em m^2
- Q = Quantidade de calor necessária em kcal/dia
- I = intensidade de radiação solar em kWh/m^2 ou $kcal.h/m^2$
- η = rendimento do aproveitamento da energia por painel (na prática η = 50%)

EXEMPLO

Considere uma residência com 5 pessoas. Calcular qual a área necessária de coletor solar.

- consumo diário (CD) = massa (m) = 5 $\times$ 45 = 225L=225kg
- Quantidade de calor Q = mc(t_2-t_1) = 225$\times$1$\times$(60-20) = 9000 kcal (supondo que a água entre na temperatura de 20^0C e saida do coletor a 60^0C).
- Supondo I = 4.200 kcal/m^2 $\times$ dia (Rio de Janeiro), temos:

$$S = \frac{9000}{4200 \times 0{,}5} = 4{,}3m^2$$

AQUECIMENTO A GÁS

AQUECIMENTO A GÁS DE RUA

Nos grandes centros urbanos é comum o uso de gás resultante da queima da hulha, ou gás nafta, que quando puro, pode fornecer até 5500 kcal por metro cúbico; quando misturado, 4000 kcal por metro cúbico de gás.

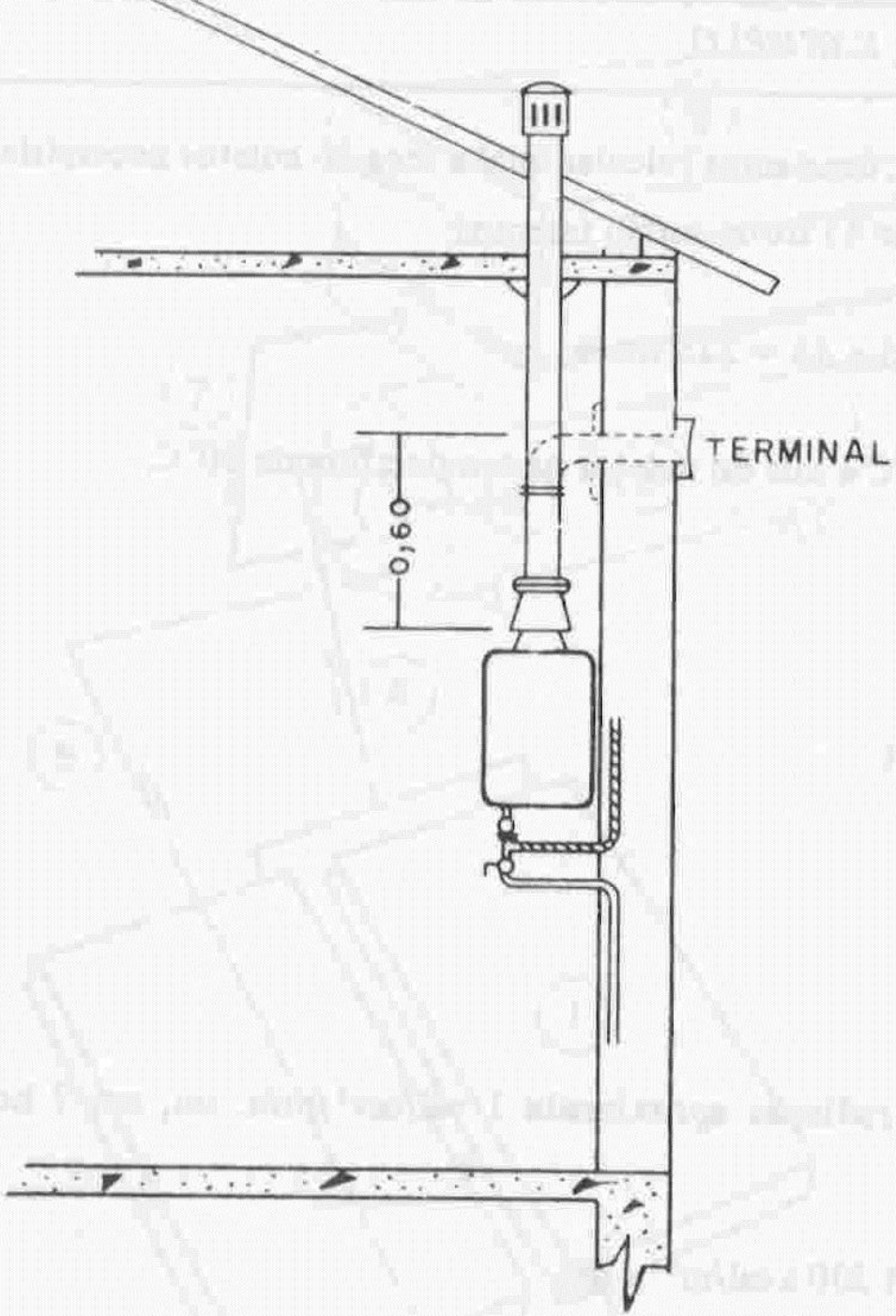
Normalmente o aquecedor a gás é instalado no banheiro ou na cozinha, sendo o aquecedor automático o mais encontrado (aquele que consta de um pequeno bico de gás). Automaticamente transmite a chama a uma série de bicos dispostos em linhas, também chamados de queimadores, bastando apenas que se abra uma torneira ou registro.

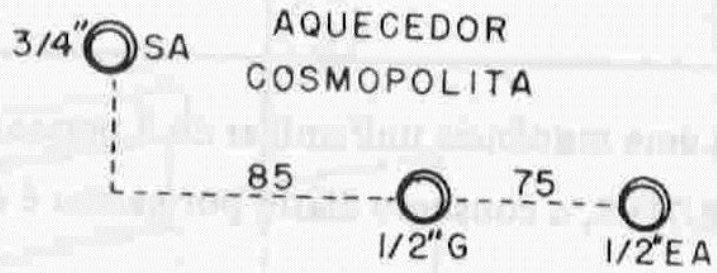
AQUECIMENTO A GÁS

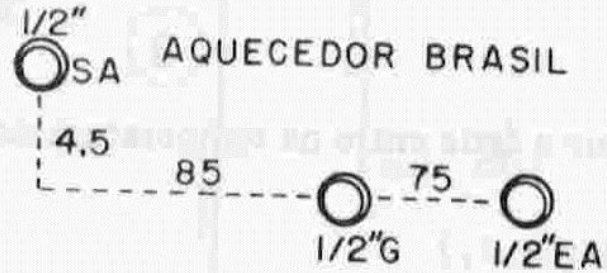
Em volta dos queimadores existe uma serpentina de água, que recebe calorias pelo contato direto com as chamas ou gases quentes. O conjunto é encerrado em uma caixa de ferro esmaltada, dispondo de um dispositivo para exaustão dos gases(chaminé). O conjunto pode ser melhor visualizado nas figuras seguintes.

Existe um tipo de aquecedor (Junkers) que dispensa o uso de chaminé, em virtude de melhor queima dos gases, mas entretanto, o volume mínimo que a dependência deve ter será de 12 m^3. O esquema a seguir traz forma de instalação desses aquecedores.

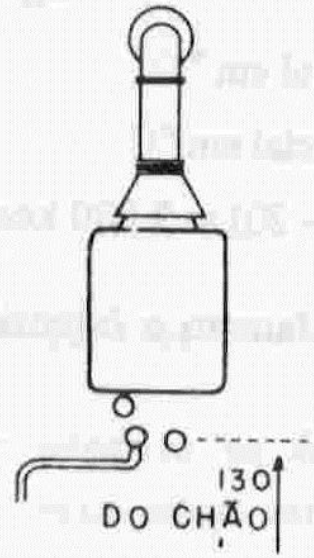
Os aquecedores devem possuir dispositivos de segurança, como: Registro de segurança, que permite somente a passagem de gás quando o piloto estiver aceso e a água passando pela serpentina; Válvulas de segurança que permitem a passagem do gás, quando a água é aberta, e obturam a passagem quando a água é fechada.



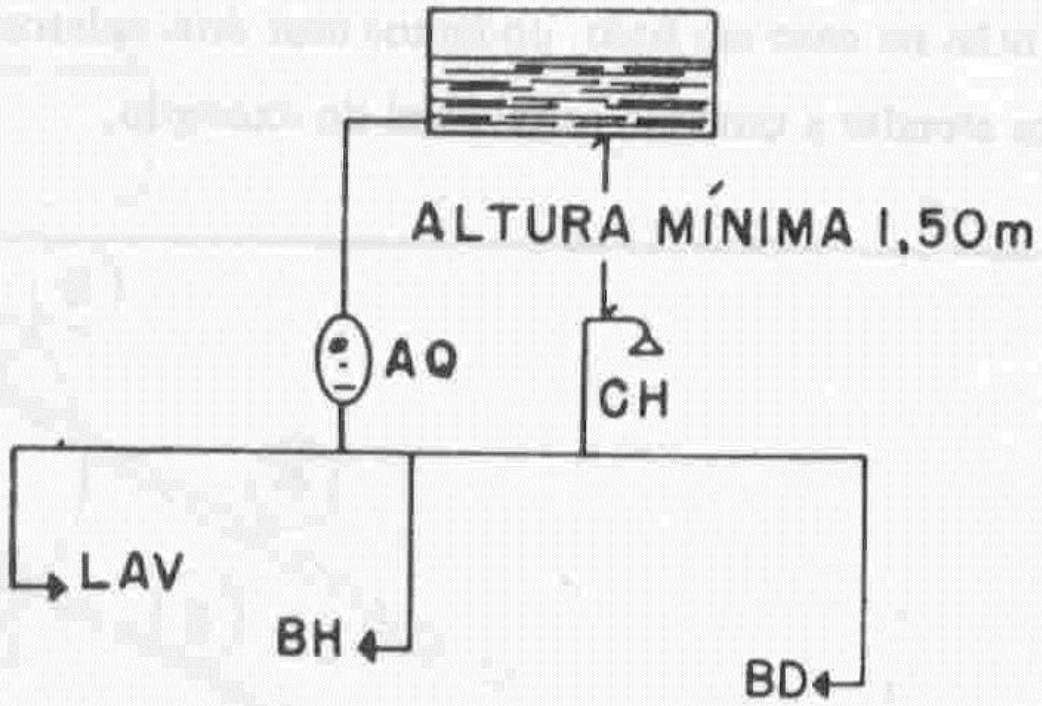


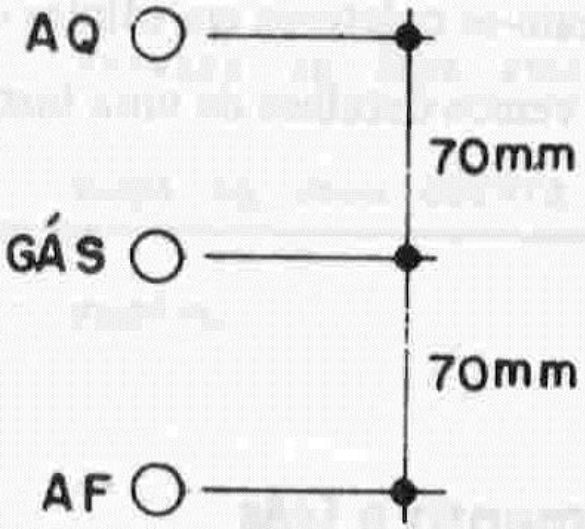


SA- SAÍDA DE ÁGUA QUENTE
EA- ENTRADA DE ÁGUA FRIA
G - ENTRADA DE GÁS



Detalhe para instalação de aquecedor Junkers



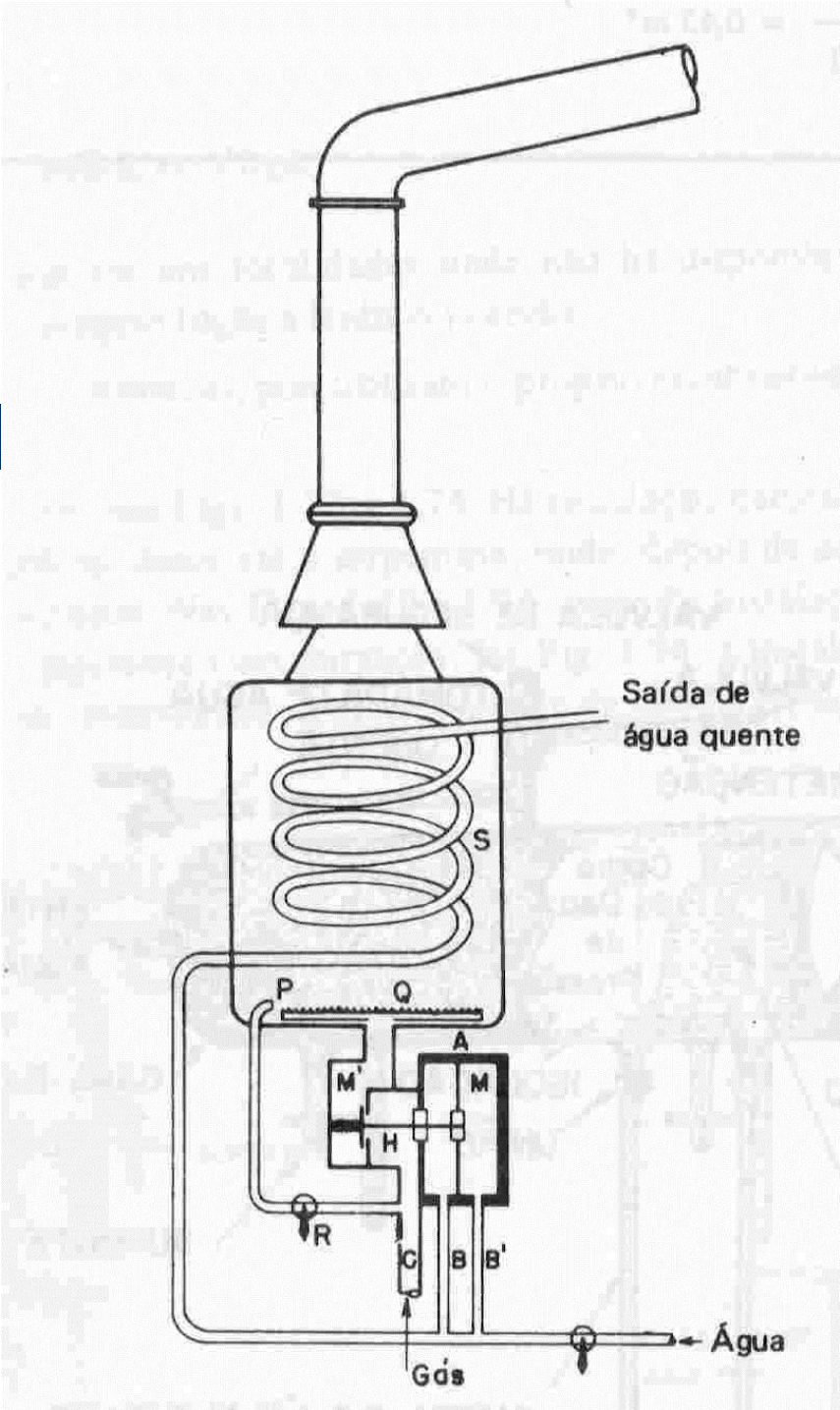


AQUECIMENTO A GÁS

Nos aquecedores Junkers existe um elemento bimetálico que é instalado próximo ao piloto e, por dilatação, faz abrir uma válvula, permitindo a passagem do gás. Na ocorrência de a chama apagar-se pela ação do vento, o elemento bimetálico comprime-se por esfriamento, fechando a passagem do gás. Na figura 15 podemos observar o esquema de um aquecedor a gás.

No ponto *A* temos a válvula automática, que é composta de uma membrana *M* que impulsiona a haste *H*. Quando há circulação de água pelo fato de se abrir uma torneira ou registro de água quente, verifica-se uma diferença de pressão entre as partes alimentadas pelos tubos *B* e *B'*.

Aquecedor a Gás



CONSUMO DE GÁS

Admite-se que 1 m^3 de gás pode produzir em média 4000 kcal; admitimos que o rendimento médio dos aquecedores seja de 70%.

AQUECIMENTO A GÁS LIQÜEFEITO DE PETRÓLEO

O G.L.P pode ser utilizado na instalação de aquecedores, exigindo mais cuidado na instalação, em virtude de ser mais pesado que o ar e altamente nocivo. O aquecedor é praticamente do tipo observado na figura a seguir.

EXEMPLO

Calcular o consumo de gás par um banho em que o consumo de água seja 25 litros, na temperatura de 50^0C. Considere a temperatura da água fria a 20^0C.

-Calorias úteis = 30 $\times$ (50-20) = 750 kcal

-Calorias efetivas = $\frac{750}{0,70} = 1072 kcal$

-Consumo = $\frac{1072}{4000} = 0,27 m^3$

PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE NAS INSTALAÇÕES CENTRAIS

Anteriormente foram mencionados alguns sistemas empregados na distribuição de água quente em instalações centrais coletivas. Consideraremos agora as formas mais comuns de produção de água quente em sistemas centrais coletivos.

-Aquecimento direto de água com gás de rua ou engarrafado: há aquecedores para instalação privada e centrais coletivas;

-Aquecimento direto de água com óleo: possuem uma câmara de aquecimento onde a chama de um queimador de óleo pulverizado aquece o ar insuflado por um soprador. Aquecido o ar este passa por uma serpentina imersa na água do storage, a qual se pretende aquecer;

PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE NAS INSTALAÇÕES CENTRAIS

-Aquecimento da água com vapor: a produção de água quente pode ser realizada utilizando-se o vapor gerado na caldeira Do barrilete de vapor deriva-se um ramal a um reservatório, onde o vapor é misturado à água nele contida ou se conduz o vapor a uma serpentina colocada no aquecedor de água. Neste segundo caso, cedendo calor à água, o vapor se condensa na serpentina e o condensado, recolhido, pode ser devolvido à caldeira por uma bomba de condensado.

CAPACIDADE DO STORAGE E DA POTÊNCIA DA CALDEIRA

O storage deve acumular uma quantidade de água quente tal que durante o período de consumo máximo não venha a faltar água quente. Vale ressaltar aqui que enquanto se está consumindo água, a caldeira continua fornecendo calorias que vão sendo transferidas à água do storage.

Considera-se que a água quente a ser utilizada esteja em torno dos 40^0C (como visto nos itens anteriores), e que no storage ela seja aquecida em torno dos 70^0C ou mais, dependendo é claro das condições climáticas locais. A graduação da temperatura é feita nos aparelhos, pela mistura com a água fria.

CAPACIDADE DO STORAGE E DA POTÊNCIA DA CALDEIRA

Antes de começar a utilização de água quente, pela manhã, dispõe-se de um período de 2 horas para efetuar o primeiro aquecimento da água do storage. Quanto maior for o tempo que se admitir para esse primeiro aquecimento, tanto menor deverá ser a potência calorífica da caldeira. A determinação do consumo de sua duração não é fácil de se fazer com exatidão em certos casos, como apartamentos, hotéis e hospitais. No caso de colégios, pela maneira como funcionam esses estabelecimentos, pode-se calcular, com certa exatidão, o consumo médio e o tempo de duração da demanda máxima.

CAPACIDADE DO STORAGE E POTÊNCIA DA CALDEIRA (PRÉDIOS DE APARTAMENTOS E HOTÉIS)

Para o cálculo da capacidade do storage pode-se utilizar os métodos descritos anteriormente, ou seja:

-Considerando a equação da mistura;

-Utilizando os valores descritos nas tabelas.

Pode-se utilizar o método simplificado aplicável a prédios residenciais, considerando a relação entre o volume teórico do reservatório de água quente e o consumo total diário. Pela equação abaixo temos:

$$\frac{Vteórico}{CD} = A$$

-sendo: A = 1/3 (residências grandes);

A = 1/5 (apartamentos para 5 pessoas); A= 1/7 (apartamentos muito grandes)

CAPACIDADE DO STORAGE E POTÊNCIA DA CALDEIRA (PRÉDIOS DE APARTAMENTOS E HOTÉIS)

Para se obter o volume real do storage, basta mutiplicar $V_{teórico}$ pelo fator 1,33

A potência da caldeira pode ser determinada mediante a utilização da equação abaixo:

$$P = Vstorage \times \frac{(t_2 - t_1)}{\Delta T}$$

Sendo:

- t_1 = temperatura da água fria
- t_2 = temperatura que se pretende elevar a água (em torno de 70^0C)
- ΔT = tempo para efetuar o primeiro aquecimento da água no storage (considera-se 2h)

EXEMPLO (MÉTODO SIMPLIFICADO)

Considere um prédio de 30 apartamentos, com 4 pessoas por apartamento e temperatura da água igual a 20^0C. Calcular a capacidade do storage e potência da caldeira.

-Consumo diário = 30×4×60 l/dia = 7200 l/dia

-Volume teórico = 1/5×7200 = 1440 l

-Volume storage = 1,33×1440 =1915 l.

Potência da caldeira = $1915 \times \frac{(70-20)}{2} + 15\% de perdas$

= 55056 kcal/h

CAPACIDADE DO STORAGE E POTÊNCIA DA CALDEIRA (COLÉGIOS INTERNOS E ESTABELECIMENTOS ANÁLOGOS)

Neste caso tem-se o conhecimento do tempo de duração de demanda máxima e a quantidade de água que será consumida.

O consumo diário em colégios deve ser estimado em função do número de aparelhos que este estabelecimento possui, cujo horário de funcionamento costuma estar perfeitamente regulamentado nesse gênero de estabelecimento.

As equações necessárias para o dimensionamento estão descritas abaixo:

$$P(m+n) = k + (t_3 - t_1) \times V_{storage}$$

$$(t_2 - t_1) \times V_{storage} = m \times P$$

CAPACIDADE DO STORAGE E POTÊNCIA DA CALDEIRA (COLÉGIOS INTERNOS E ESTABELECIMENTOS ANÁLOGOS)

sendo: $P(m+n) = k + (t_3 - t_1) \times V_{storage}$ $\quad (t_2 - t_1) \times V_{storage} = m \times P$

-V = capacidade do storage em litros

-P = potência calorífica da caldeira em kcal/hora

-m = tempo disponível para o aquecimento até o início do funcionamento dos aparelhos

-n = tempo de duração do funcionamento dos aparelhos

-k = quilocalorias recebidas pela quantidade total de água gasta nos aparelhos durante o tempo n para passar de t_1 t_2

-t_1 = temperatura da água que alimenta a instalação (15 a 20^0C)

-t_2 = temperatura máxima atingida no storage (65 a 70^0C)

-t_3 = temperatura que a água deverá ter no fim do tempo n

EXEMPLO (INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS – MACINTYRE)

Considere um colégio com 150 alunos, em que há 15 chuveiros e 30 lavatórios. Admita que apenas 2/3 dos alunos tomem banho quente e que este banho se realize em dois turnos (metade toma banho de manhã e a outra metade a tarde), e m=2h e n=0,50h. Calcular o volume do storage e a potência calorífica da caldeira ➔Vamos supor que o tempo do banho para cada grupo de $150 \times 2/3 \times 1/2 = 50$ alunos seja de 30 minutos. Adotando para consumo em cada banho de chuveiro 30 litros de água a 40^0C, e para o lavatório 10 litros, teremos:

-Chuveiros: 50×30litros = 1.500 litros

-Lavatórios: 100×10litros = 1.000 litros

-Total = 2.500 litros

MATERIAL DOS ENCANAMENTOS

Os encanamentos devem ser de preferência de cobre recozido com conexões de bronze ou latão. Os tubos em PVC devem ser evitados pois possuem um coeficiente de linear elevado e ainda amolecem facilmente a uma temperatura de 100^0C. Sob uma temperatura de 60^0C sua pressão de serviço fica reduzida a valores de apenas 2kgf/cm^2.Tubos em ferro galvanizado apresentam baixa resistência à corrosão.

Recomenda-se utilizar CPVC, desenvolvido especialmente para instalações de água quente.

MATERIAL DOS ENCANAMENTOS

Os encanamentos devem ser de preferência de cobre recozido com conexões de bronze ou latão. Os tubos em PVC devem ser evitados pois possuem um coeficiente de linear elevado e ainda amolecem facilmente a uma temperatura de 100^0C. Sob uma temperatura de 60^0C sua pressão de serviço fica reduzida a valores de apenas 2kgf/cm^2.Tubos em ferro galvanizado apresentam baixa resistência à corrosão.

Recomenda-se utilizar CPVC, desenvolvido especialmente para instalações de água quente.

DILATAÇÃO DOS ENCANAMENTOS

Deve-se levar em consideração a dilatação dos encanamentos de uma instalação de água quente, permitindo que a dilatação se dê livremente evitando assim o surgimento de tensões internas nos tubos e empuxos consideráveis.

Como solução aos efeitos da dilatação nas tubulações pode-se usar os seguintes recursos:

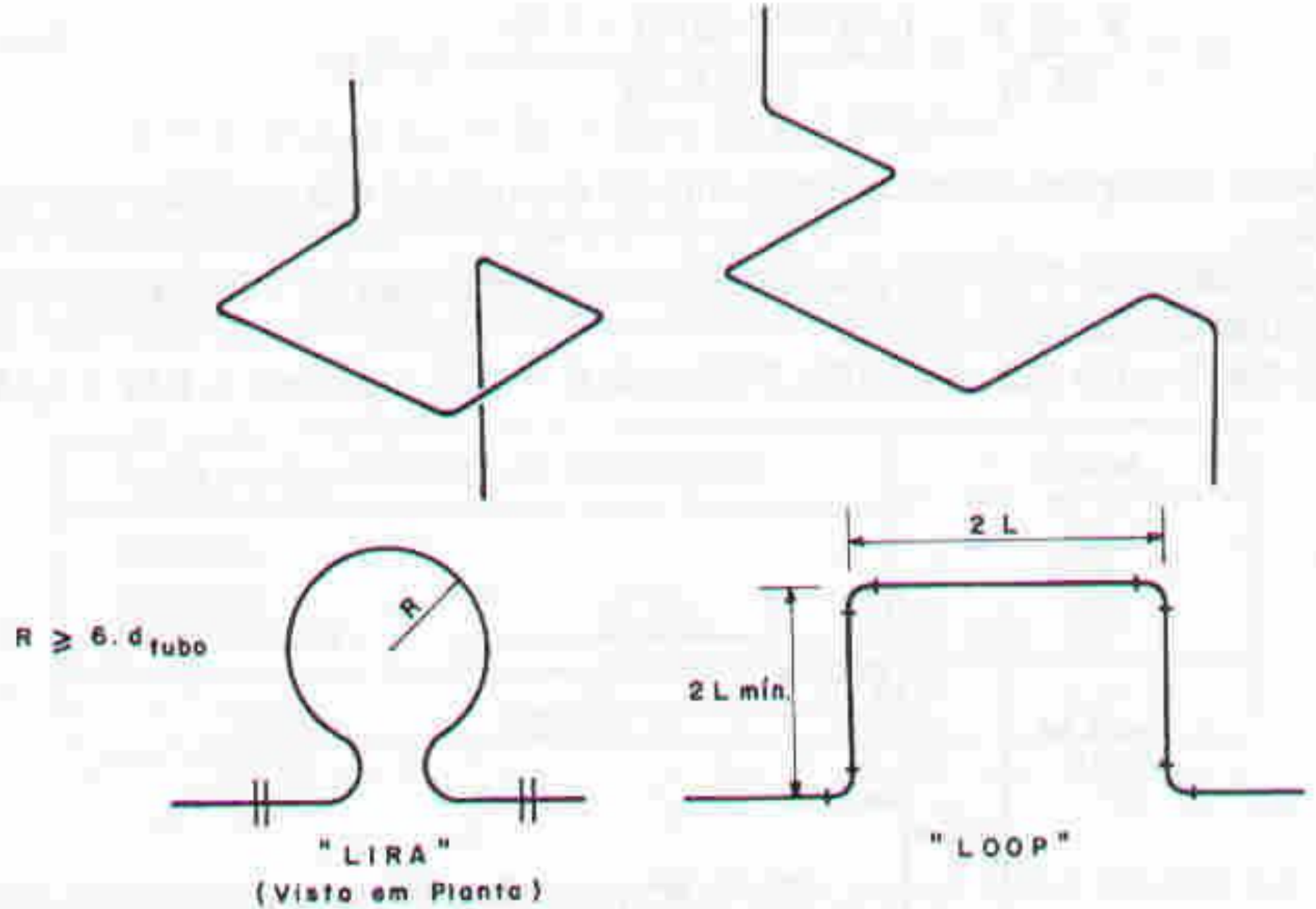
- Usar um traçado não retilíneo para a tubulação, isto é, realizar desvios angulares no plano ou no espaço, dando assim condições para o tubo absorver as dilatações. Podemos observar estas soluções na figura 16. Usando tubo de cobre e conexão de latão, pela tabela 09 pode-se obter as dimensões a serem dadas ao loop, quando se conhece a dilatação e o diâmetro do tubo;

DILATAÇÃO DOS ENCANAMENTOS

- Em trechos retilíneos longos , fazer um loop ou colocar uma peça conhecida como lira;
- Havendo pouco espaço para realizar o loop, usar a juntas de dilatação especiais,
- As tubulações de água quente devem poder dilatar-se sem romper o isolamento térmico. Deve-se evitar embutir as linhas alimentadoras na alvenaria. Sempre que possível instalá-las em um nicho ou em um shaft.

Dimensões do loop para absorver diversos valores do deslocamento

Diâmetro externo do tubo em polegadas	Comprimento L (polegadas) para deslocamento de (m)								
	1/2"	**1”**	**1 1/2"**	**2”**	**2 1/2"**	**3”**	**4”**	**5”**	**6”**
7/8	10	15	19	22	25	27	30	34	38
1 1/8	11	16	20	24	27	29	33	38	42
1 3/8	11	17	21	26	29	32	36	42	47
1 5/8	12	18	23	28	31	35	39	46	51
2 1/8	14	20	25	31	34	38	44	51	57
2 5/8	16	22	27	32	37	42	47	56	62
3 1/8	18	24	30	34	39	45	53	60	67
4 1/8	20	28	34	39	44	48	58	66	75
5 1/8	22	31	39	44	49	54	62	70	78
6 1/8	24	34	42	48	54	59	68	76	83


R ≥ 6. d tubo
R
"LIRA"
(Visto em Planta)
2 L
2 L mín.
"LOOP"

ISOLAMENTO DOS ENCANAMENTOS

As tubulações deverão ser de cobre ou de ferro puro especial. O isolamento deve ser com material de baixa condutibilidade térmica, afim de não dissipar o calor antes da água atingir os sub-ramais. Os materiais a seguir são empregados no isolamento, quando tenham mais de 5 metros de comprimento:

- Produtos à base de vermiculite (mica expandida sob ação do calor); Lã de rocha ou lã mineral, sílica, em fios. É bom material, mas de manuseio perigoso; Silicato de cálcio hidratado com fibras de amianto. É um material excelente e muito empregado, sendo especificado na norma P.N.B.-141; Silicato de magnésio hidratado. Ótimo isolante, tem cedido espaço ao silicato de cálcio hidratado. Possui fraca resistência à umidade.

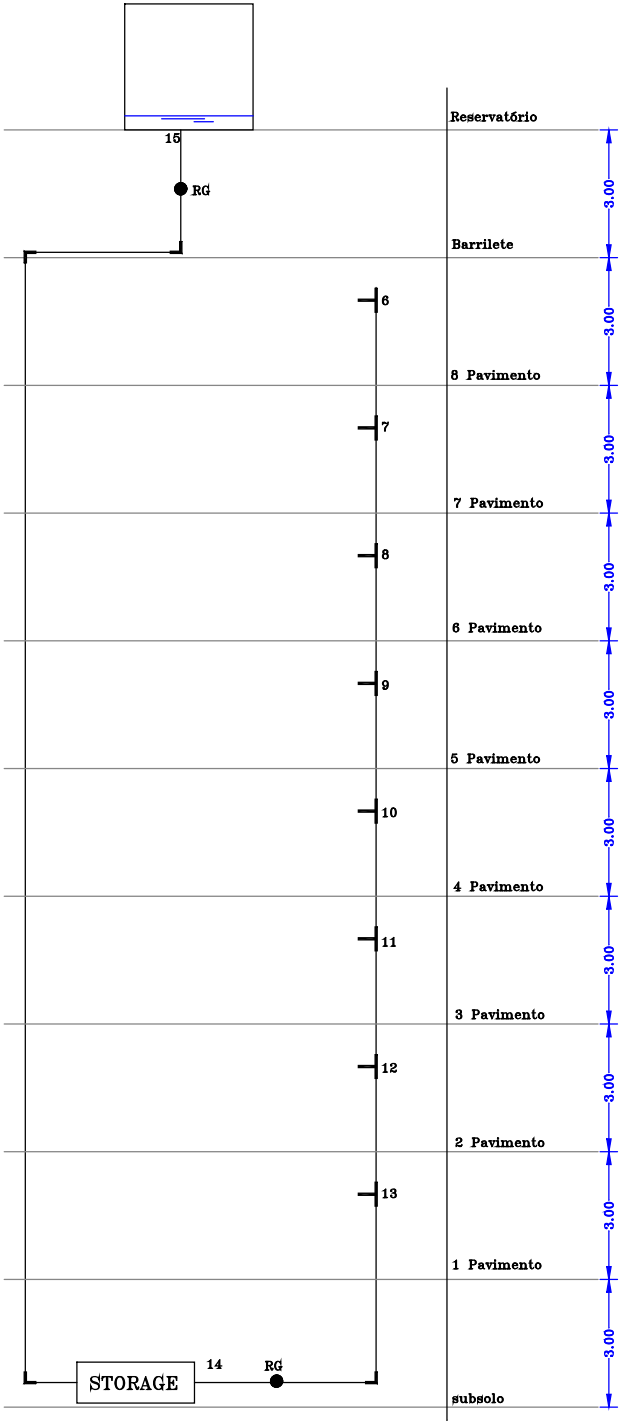
ISOLAMENTO DOS ENCANAMENTOS

Os isolantes são fornecidos sob a forma de calhas que se adaptam aos tubos. Nas conexões e válvulas emprega-se argamassa sobre tela recobrindo as peças, ou aplicam-se mantas do mesmo material. A camada de isolamento térmico pode ser protegida com pano de algodãozinho, o qual deve ser pintado depois.

Quando a tubulação for instalada em locais úmidos, pode-se protegê-la com película de alumínio adesiva. Pode-se também recobrir as calhas isolantes com papelão betuminoso colado a folhas ou lâminas finas de alumínio. O material de revestimento é preso às calhas com braçadeiras ou cintas com presilhas.

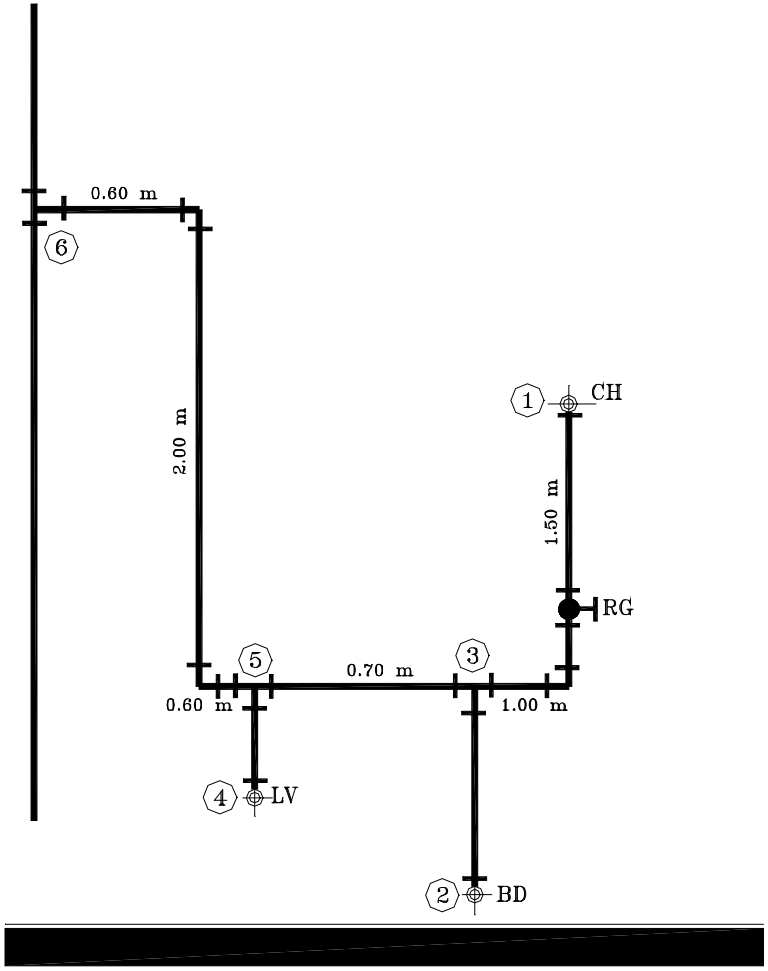
Exemplo de Dimensionamento - Esquema vertical da coluna de alimentação de água quente

Considere um edifício de 8 pavimentos, com 4 apartamento por andar, 2 dormitórios por apartamento para 2 pessoas por dormitório. Adotar pé direito de 3,00 metros assim como altura do reservatório.



Exemplo de Dimensionamento- Vista: Sub ramal do projeto

Dimensionar o sistema de água quente dado pela figura, adotando o esquema de um banheiro representado pela figura ao lado:



Solução

a) População Total

$$PopulaçãoTotal = 8 \times 4 \times 2 \times 2 = 128\,pessoas$$

b) Cálculo da Capacidade do Storage

b.1) Método Simplificado

$$ConsumoDiário = 128 \times 60l / pess(cons.perc.) = 7860l / dia$$

$$VolumeTotal = \frac{1}{5} \times 7680 = 1536\,litros$$

$$Volume\,real = \mathbf{1{,}33} \times 1536 = 2043\,litros$$

Solução

c) Cálculo dos Diâmetros das Tubulações e Perdas de Carga

c.1) Diâmetro das Tubulações (ver esquema vertical) – Sub – ramais

Diâmetros – Sub - Ramal

Trecho	Peso unitário	Peso acumulado	Vazão $Q = 0{,}30\sqrt{\sum P}$	Diâmetro Polegadas	Velocidade (m/s)
1-3	0,50	-	0,20	3/4	0,63
2-3	0,10	-	0,09	3/4	0,29
3-5	-	0,60	0,23	3/4	0,73
4-5	0,50	-	0,20	3/4	0,64
5-6	-	1,10	0,32	3/4	1,01

Solução

C2) Diâmetro das Tubulações – Coluna de Água Quente

Diâmetros - Coluna

Trecho	Peso Unitário	Peso acumulado	Vazão $Q = 0{,}30\sqrt{\sum P}$	Diâmetro Polegadas	Velocidade (m/s)
6-7	-	1,1	0,31	3/4	0,98
7-8	-	2,2	0,44	3/4	1,40
8-9	-	3,3	0,54	3/4	1,72
9-10	-	4,4	0,63	1	1,28
10-11	-	5,5	0,70	1	1,43
11-12	-	6,6	0,80	1	1,63
12-13	-	7,7	0,83	1 1/4	1,03
13-14	-	8,8	0,90	1 1/4	1,12

Solução

C3) Diâmetros das Tubulações – Coluna de Água Fria

Diâmetros - Coluna

Trecho	Peso unitário	Peso acumulado	Vazão $Q = 0{,}30\sqrt{\sum P}$	Diâmetro Polegada	Velocidade (m/s)
14-15	-	8,8	0,90	1 1/4	1,12

d) Perdas de Carga

Para calcular as perdas de carga foi empregado o método dos comprimentos equivalentes e a equação utilizada foi a fórmula universal, que será apresentada abaixo para que os alunos um pouco esquecidos ou que não leram a apostila com a devida atenção, não se sintam navegando por mares desconhecidos, utilizando a fórmula de Swamee-Jann (Universal) para o cálculo do coeficiente de atrito *f*.

Solução

.

$$\Delta h = f \times \frac{l \times V^2}{D \times 2g}$$

$$f = \frac{1{,}325}{\left[\ln\left(\frac{\varepsilon}{3{,}7 \times D} + \frac{5{,}74}{\mathrm{Re}^{0{,}9}}\right)\right]^2}$$

$$\mathrm{Re} = \frac{V \times D}{\upsilon}$$

Não será descrito os índices das equações, pois acredita-se que o aluno já tenha o conhecimento.

Solução

Os valores adotados para a viscosidade cinemática é dada a seguir:

- $\upsilon = 1\times10^{-6}$ **m²/s** a 20^0C
- $\upsilon = 0{,}416\times10^{-6}$ **m²/s** a 70^0C

d.1) Trechos

Trecho 14 –15

material = PVC
diâmetro = 1 1/4" (32 mm)
vazão = 0,90 l/s

2 entradas normais	1,20
1 registro de gaveta	0,40
3 curvas 90^0	2,10
compr. equivalente	3,47
compr. tubulação	40,00
comprimento total	43,74 m

$\therefore$ $f = 0{,}022$

$\Delta h = 1{,}95\ m$

$\therefore$ $P_{14} = P_{15} - \Delta h_{14\text{-}15} = 28{,}05$ **m.c.a**

Solução

- *Trecho 13 –14*

material = Cobre
diâmetro = 1 1/4" (32 mm)
vazão = 0,90 l/s

entrada normal	0,60
registro de gaveta	0,40
curvas 90^0	0,70
compr. equivalente	1,70
compr. tubulação	4,80
comprimento total	6,50 m

$\therefore$ ***f = 0,018***

Δh = 0,24 m $\therefore$ $\mathbf{P_{13} = P_{14} - \Delta h_{13\text{-}14} - 4{,}80 = 23{,}01}$ **m.c.a**

Solução

- *Trecho 12 –13*

material = Cobre
diâmetro = 1 1/4" (32 mm)
vazão = 0,83 l/s

Tê passagem direta	1,50
compr. equivalente	1,50
compr. tubulação	3,00
comprimento total	4,50

$\therefore$ ***f = 0,018***

Δh = 0,14 m $\therefore$ $\mathbf{P_{12} = P_{13} - \Delta h_{12\text{-}13} - 3{,}0 = 19{,}87}$ **m.c.a**

Solução

Trecho 11 –12

material = Cobre
diâmetro = 1" (25 mm)
vazão = 0,80 l/s

Tê passagem direta	0,90
compr. equivalente	0,90
compr. tubulação	3,00
comprimento total	3,90

$\therefore$ ***f = 0,018***

Δh = 0,38 m $\therefore$ $\mathbf{P_{11} = P_{12} - \Delta h_{11\text{-}12} - 3{,}0 = 16{,}49}$ **m.c.a**

Solução

- *Trecho 10 –11*

material = Cobre
diâmetro = 1" (25 mm)
vazão = 0,70 l/s

Tê passagem direta	0,90
compr. equivalente	0,90
compr. tubulação	3,00
comprimento total	3,90

$\therefore$ ***f = 0,018***

Δh = 0,30 m $\therefore$ $\mathbf{P_{10} = P_{11} - \Delta h_{10\text{-}11} - 3{,}0 = 13{,}19}$ **m.c.a**

Solução

- *Trecho 9 – 10*

material = Cobre
diâmetro = 1" (25 mm)
vazão = 0,63 l/s

Tê passagem direta	0,90
compr. equivalente	0,90
compr. tubulação	3,00
comprimento total	3,90

$\therefore$ ***f = 0,018***

Δh = 0,24 m $\therefore$ $\mathbf{P_9 = P_{10} - \Delta h_{9\text{-}10} - 3{,}0 = 9{,}95}$ **m.c.a**

Solução

- *Trecho 8 –9*

material = Cobre
diâmetro = 3/4" (20 mm)
vazão = 0,54 l/s

Tê passagem direta	0,80
compr. equivalente	0,80
compr. tubulação	3,00
comprimento total	3,80

$\therefore$ ***f = 0,018***

Δh = 0,53 m $\therefore$ $\mathbf{P_8 = P_9 - \Delta h_{8\text{-}9} - 3{,}0 = 6{,}42}$ **m.c.a**

Solução

- *Trecho 7 – 8*

material = Cobre
diâmetro = 3/4" (20 mm)
vazão = 0,80 l/s

Tê passagem direta	0,80
compr. equivalente	0,80
compr. tubulação	3,00
comprimento total	3,80

$\therefore$ ***f = 0,019***

Δh = 0,37 m $\therefore$ $\mathbf{P_7 = P_8 - \Delta h_{7-8} - 3{,}0 = 3{,}05}$ **m.c.a**

Solução

- *Trecho 6 –7*

material = Cobre
diâmetro = 3/4" (20 mm)
vazão = 0,31 l/s

Tê passagem direta	0,80
compr. equivalente	0,80
compr. tubulação	3,00
comprimento total	3,80

$\therefore$ ***f = 0,02***

Δh = 0,20 m $\therefore$ $\mathbf{P_6 = P_7 - \Delta h_{6\text{-}7} - 3{,}0 = -\ 0{,}15}$ **m.c.a**

Solução

Pode-se verificar que, para que a carga mínima nas peças sanitárias sejam atendidas (no caso mais crítico, o chuveiro), a carga no ponto 6 deveria apresentar um valor maior que 1 m.c.a (pois a este valor deverá ser computadas as perdas de carga). Então existe a necessidade de instalação de uma bomba de recalque junto a coluna de água quente próximo ao storage.

Possibilidades

Solução: Pode-se considerar duas hipóteses

1) O projetista poderia aumentar o diâmetro das colunas principais, conseguindo diminuir as perdas de carga. Desta maneira, poderia-se obter um ligeiro acréscimo de carga no ponto 6 a um valor compatível ao requerido pelas peças sanitárias.

2) Com o conhecimento da carga necessária no ponto 6 e com o valor da pressão disponível neste ponto o projetista conseguiria obter a altura manométrica, para a escolha da bomba mais conveniente ao problema.

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTOS SANITÁRIOS

ABNT-NBR 8160/1999: Sistemas Prediais de Esgotos Sanitários - Projeto e Execução.

OBJETIVOS

Uma instalação predial de Esgotos Sanitários visa atender às exigências mínimas de habitação em relação à higiene, segurança, economia e conforto dos usuários.

Projetos mal elaborados de instalações de esgotos sanitários, resultam em diversos problemas tais como: refluxo dos esgotos, aparecimento de espumas em ralos, mau cheiro nas instalações sanitárias.

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTOS SANITÁRIOS

Para se projetar convenientemente tais instalações, é necessário que:

- promova o rápido escoamento dos esgotos. isto é conseguido através de traçados racionais, evitando-se curvas verticais e horizontais. No caso de necessidade, as curvas devem ser preferencialmente de 45º. Quando inevitável as curvas de 90º deverão ser de raios longos, utilizando-se peças de inspeção antes e depois das mesmas. As ligações entre canalização deverão ser feitas sempre que possível através do traçado mais curto, com prioridade para a de maior diâmetro;
- vede a passagem de gases e animais das tubulações para o interior dos edifícios, com peças ou canalizações de fecho hídrico (coluna líquida de 50 mm de altura no mínimo), que deve ser mantido sob quaisquer condições de funcionamento da rede;

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTOS SANITÁRIOS

- impeça a poluição da água de consumo e de gêneros alimentícios: evitando as interconexões, bem como a passagem de canalizações de água em rebaixos de pisos ou canaletas de águas servidas. De qualquer maneira, a existência de vazamentos na canalização de esgotos, pode causar problemas de contaminação da água de abastecimento e de gêneros alimentícios;
- impeça vazamentos, escapes de gases e formação de depósitos no interior das tubulações. Para se evitar vazamentos é necessário que a instalação antes de ser posta em funcionamento, seja submetida a testes (fumaça) a fim de se detectar possíveis falhas na execução da mesma. Devem ser evitados colos que permitam a deposição de material particulado presente nos esgotos;

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTOS SANITÁRIOS

- Deve-se prover as tubulações de inspeções (peças especiais ou de inspeção) que permitam a manutenção da rede, através da introdução de equipamentos utilizados na limpeza das mesmas. Por fim a durabilidade das instalações está diretamente ligada à qualidade do material empregado, que deve ser resistente à corrosão, e da execução dos serviços, por isso a instalação não deve nunca estar solidária à estrutura do prédio;
- Permitir a ventilação contínua da rede pública coletora de esgotos através da manutenção de canalização aberta à atmosfera e ligada diretamente à rede pública sem nenhuma obstrução. Tal condição é satisfeita pelas instalações de ventilação que apresentam como único objetivo, a veiculação de gases e de ar.

ETAPAS DE PROJETO

São as mesmas que para uma instalação predial de Água Fria, no entanto as plantas e seções deverão ter escala 1:50 e os detalhes 1:20.

Além disso, devem atender objetivos propostos acima e utilizar uma convenção para os desenhos de projeto. A figura a seguir mostra uma convenção bastante utilizada.

Tubulação Primária

Tubo Ventilador

Tubulação Secundária

Tubo que Sobe

Tubo que Desce

Bidê

Vaso sanitário (VS)

Lavatório

Pia cozinha

Banheira

Tubo de Queda (TQ)

Tubo Ventilador (TV)

Tubo Operculado (TO)
(Tê de Inspeção)

Bujão (B)
(Plug ou Cap)

Válvula de Retenção (VR)

Caixa Sifonada (CS)

Ralo Sifonado ou
Caixa Sifonada com Grelha (RS)

Caixa Retentora de Gordura
Simples (CGS)

Caixa Retentora de Gordura
Dupla (CGD)

Caixa de Inspeção (CI)

Caixa de Passagem (CPs)

Sifão (S)

Ralo (R)

Poço de Visita (PV)

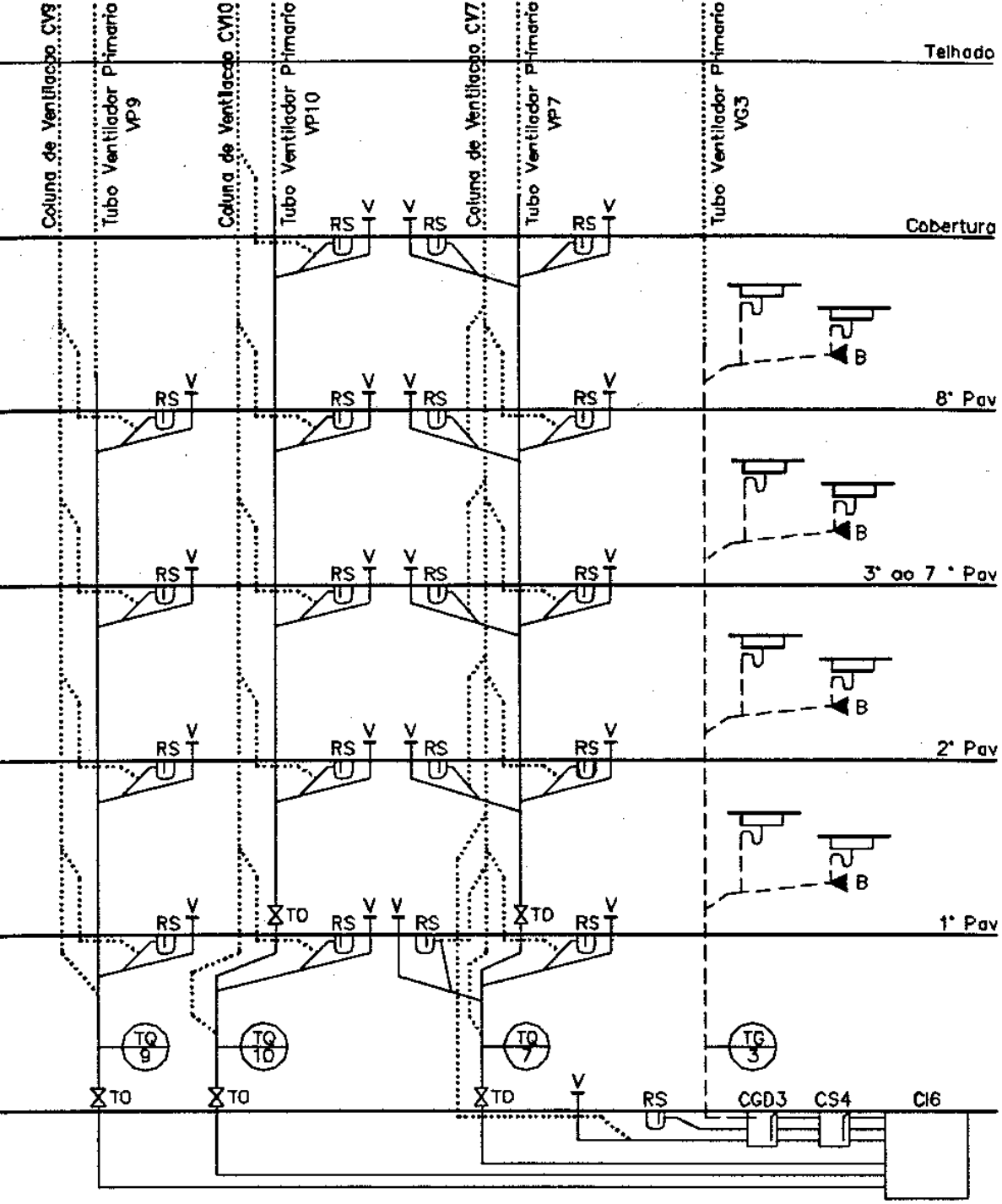
Caixa Retentora Especial
(especificar o tipo)

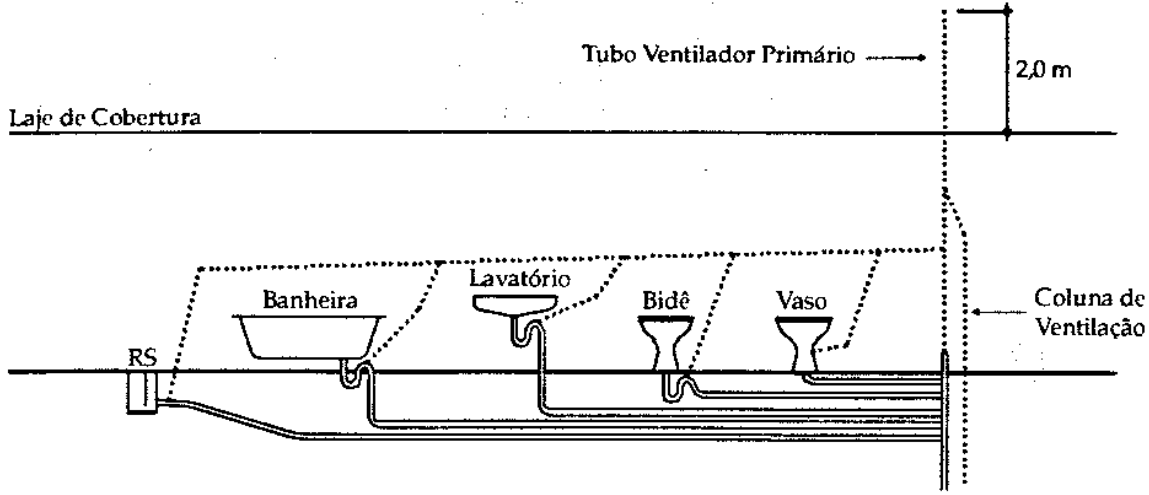
Fossa

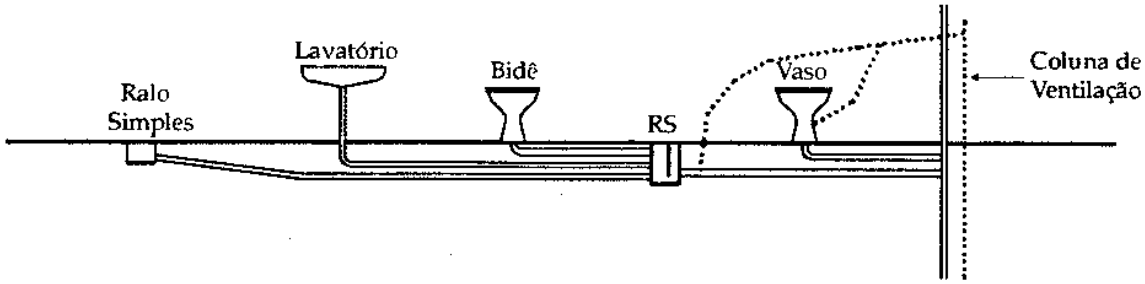
ETAPAS DE PROJETO

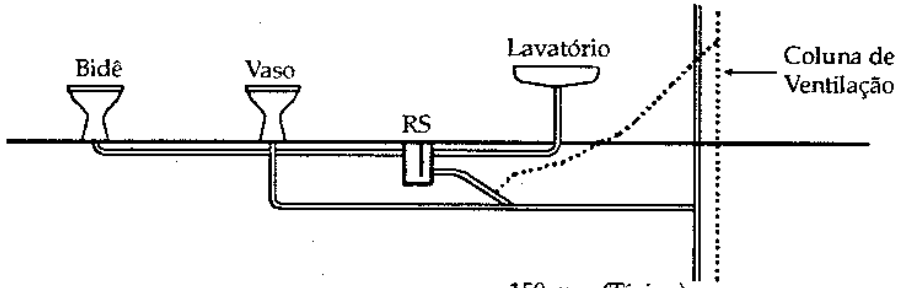
A norma obriga que todo projeto predial de esgoto sanitário deva apresentar o que se denomina de esquema vertical, onde são indicados para cada pavimento os diâmetros dos tubos de queda, tubos de gordura, tubos ventiladores e outros.

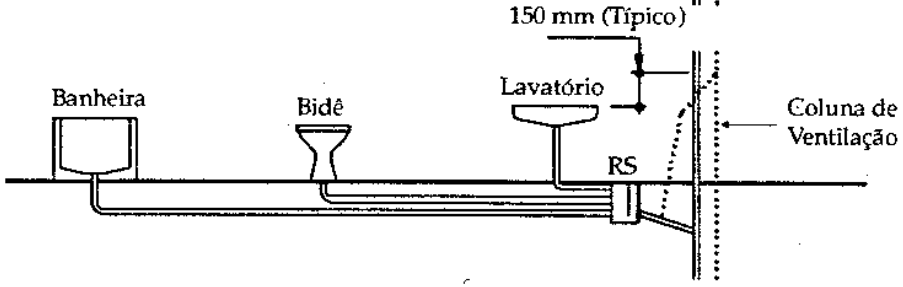
Veja figura que apresenta esquema baseado na Norma e a figura que apresenta os tipos de arranjos usualmente executados para as ligações de esgoto de um banheiro residencial.


Coluna de Ventilação CV9
Tubo Ventilador Primario VP9
Coluna de Ventilação CV10
Tubo Ventilador Primario VP10
Coluna de Ventilação CV7
Tubo Ventilador Primario VP7
Tubo Ventilador Primario VG3
Telhado
Cobertura
8° Pav
3° ao 7 ° Pav
2° Pav
1° Pav
RS
V
B
TO
TG 9
TG 10
TG 7
TG 3
CGD3
CS4
CI6


Tubo Ventilador Primário
2,0 m
Laje de Cobertura
Banheira
Lavatório
Bidê
Vaso
Coluna de Ventilação
RS


Lavatório
Bidê
Vaso
Coluna de Ventilação
Ralo Simples
RS


Bidê
Vaso
Lavatório
Coluna de Ventilação
RS


150 mm (Típico)
Banheira
Bidê
Lavatório
Coluna de Ventilação
RS

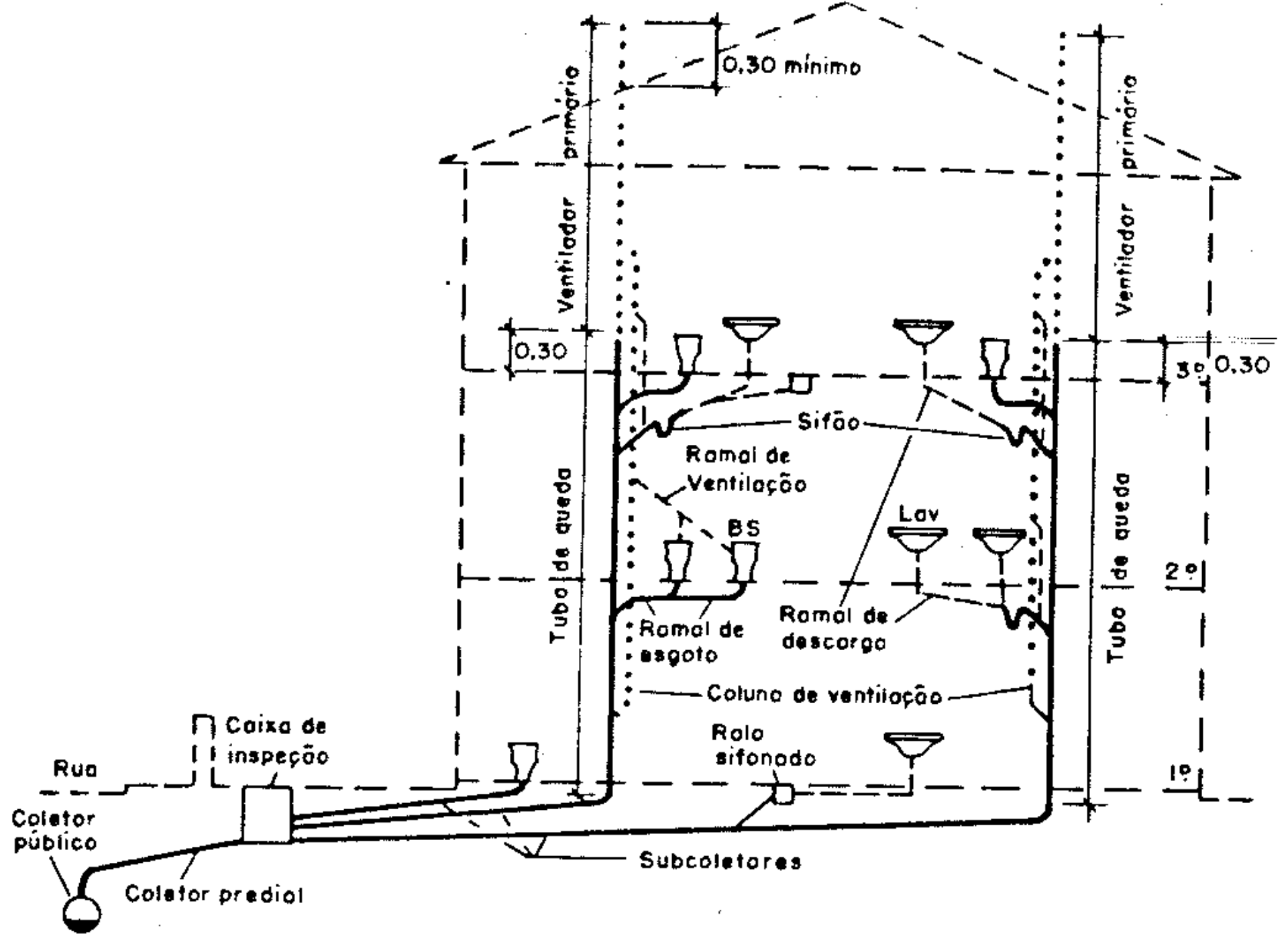
PARÂMETROS

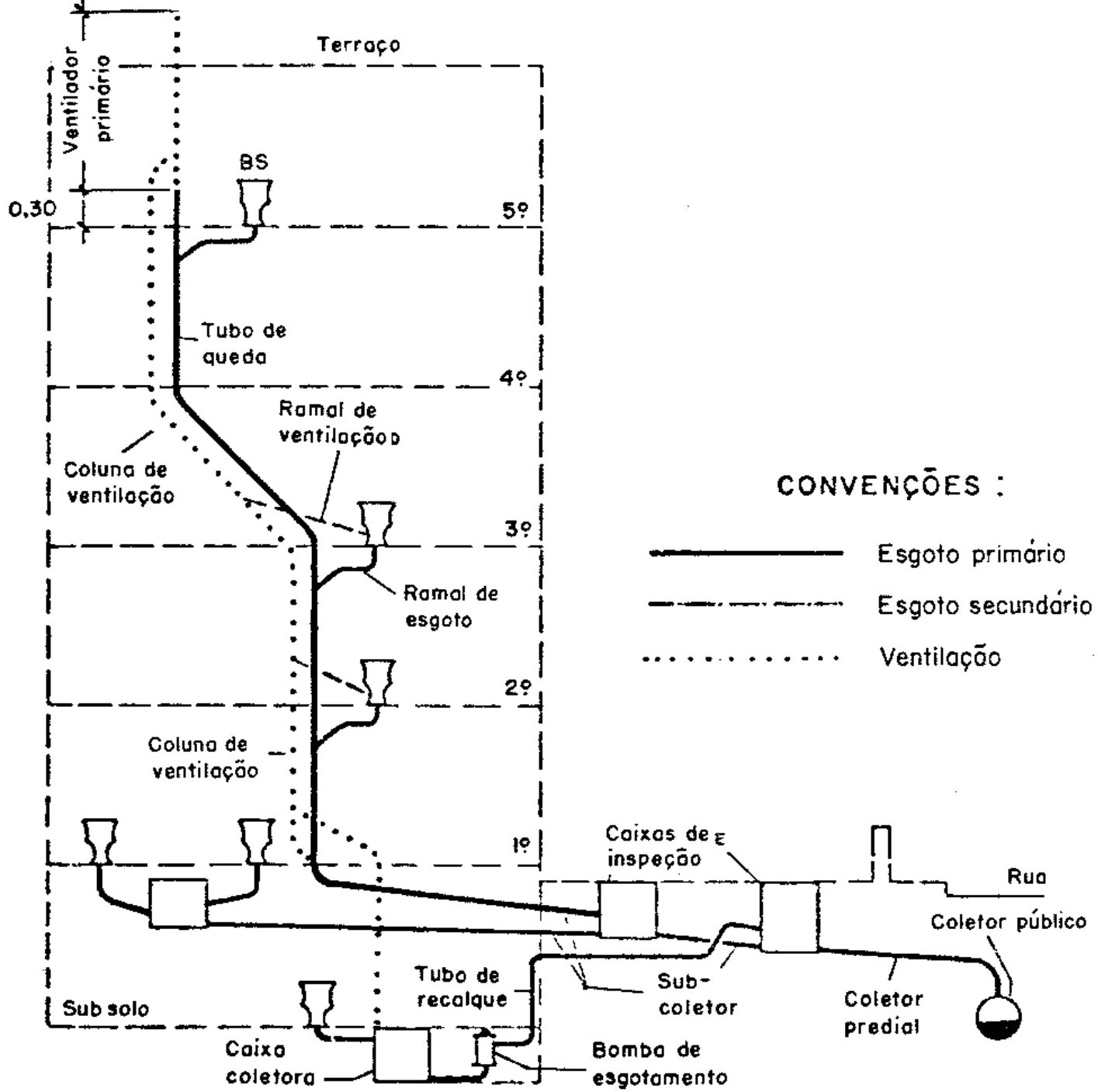
A tabela a seguir indica as declividades mínimas preconizadas pela norma, para as denominada tubulações horizontais de esgotos sanitários.

Tubulações Horizontais (1)	
DN(2) (mm)	Declividade (%)
≤75	2
100	1
1): Tubulação instalada em posição horizontal ou que faça ângulo menor que 45 graus com a horizontal. 2): Diâmetro nominal da tubulação	

PARTES CONSTITUINTES E TERMINOLOGIA DE UMA INSTALAÇÃO PREDIAL DE ESGOTOS SANITÁRIOS

Para uma melhor compreensão, transcreve-se a seguir as terminologias mais utilizadas pela NBR8160 e as figuras seguntes, tiradas de Hélio Creder, para uma melhor visualização destas.


0,30 mínimo
primário
Ventilador
0,30
Tubo de queda
Sifão
Ramal de Ventilação
BS
Lav
Ramal de esgoto
Ramal de descarga
Coluna de ventilação
Ralo sifonado
Caixa de inspeção
Rua
Coletor público
Coletor predial
Subcoletores
primário
Ventilador
3º
0,30
Tubo de queda
2º
1º


Terraço
Ventilador primário
BS
0,30
5º
Tubo de queda
4º
Ramal de ventilação
Coluna de ventilação
3º
Ramal de esgoto
2º
Coluna de ventilação
1º
Caixas de inspeção
Rua
Coletor público
Tubo de recalque
Sub-coletor
Coletor predial
Sub solo
Caixa coletora
Bomba de esgotamento
CONVENÇÕES :
Esgoto primário
Esgoto secundário
Ventilação

- APARELHO SANITÁRIO: Aparelho ligado à instalação predial e destinado ao uso da água para fins higiênicos ou a receber dejetos e águas servidas.
- CAIXA COLETORA (CC): Caixa onde se reúnem os refugos líquidos que exigem elevação mecânica.
- CAIXA DE INSPEÇÃO (CI): Caixa destinada a permitir a inspeção, limpeza e desobstrução das tubulações.
- CAIXA DE PASSAGEM (CP): Caixa dotada de grelha ou tampa cega destinada a receber água de lavagem de pisos e afluentes de tubulação secundária de uma mesma unidade autônoma.
- COLETOR PREDIAL: Trecho de tubulação compreendido entre a última inserção de subcoletor, ramal de esgoto ou de descarga e o coletor público ou sistema particular.
- COLETOR PÚBLICO: Tubulação pertencente ao sistema público de esgotos sanitários e destinada a receber e conduzir os efluentes dos coletores prediais.
- DESCONECTOR: Dispositivo provido de fecho hídrico destinado a vedar a passagem dos gases.
- ESGOTO: Refugo líquido que deve ser conduzido a um destino final.

- ESGOTOS SANITÁRIOS: São os despejos provenientes do uso da água para fins higiênicos.
- FECHO HÍDRICO: Camada líquida que, em um desconector, veda a passagem de gases.
- INSTALAÇÃO PRIMÁRIA DE ESGOTOS: Conjunto de tubulações e dispositivos onde têm acesso gases provenientes do coletor público ou dispositivos de tratamento.
- INSTALAÇÃO SECUNDÁRIA DE ESGOTOS: Conjunto de tubulações e dispositivos onde não têm acesso gases provenientes do coletor público ou dos dispositivos de tratamento.
- RAMAL DE DESCARGA (RD): Tubulação que recebe diretamente efluentes de aparelhos sanitários
- RAMAL DE ESGOTO (RE): Tubulação que recebe efluentes de ramais de descarga.

- RAMAL DE VENTILAÇÃO (RV): Tubo ventilador interligando o desconector ou ramal de descarga um ou mais aparelhos sanitários a uma coluna de ventilação ou a um tubo ventilador primário.
- SUBCOLETOR (SC): Tubulação que recebe efluentes de um ou mais tubos de queda ou ramais de esgoto.
- TUBO DE QUEDA (TQ): Tubulação vertical que recebe efluentes de subcoletores, ramais de esgoto e ramais de descarga.
- TUBO OPERCULADO (TO): Peça de inspeção em forma de tubo provida de abertura com tampa removível.
- TUBO VENTILADOR (TV): Tubo destinado a possibilitar o escoamento de ar da atmosfera para a instalação de esgoto e vice-versa ou a circulação de ar no interior da instalação com a finalidade de proteger o fecho hídrico dos desconectores de ruptura por aspiração ou compressão e encaminhar os gases emanados do coletor público para a atmosfera.

- TUBO VENTILADOR DE ALÍVIO: Tubo ventilador secundário ligando o tubo de queda ou ramal de esgoto ou de descarga à coluna de ventilação.
- TUBO VENTILADOR DE CIRCUITO (VC): Tubo ventilador secundário ligado a um ramal de esgoto e servindo a um grupo de aparelhos sem ventilação individual, ver Tubo Ventilador Secundário.
- TUBO VENTILADOR INVERTIDO (VIn): Tubo ventilador individual em forma de cajado, que liga o orifício existente no colo alto do desconector do vaso sanitário ao respectivo ramal de descarga, ver Tubo Ventilador Individual.
- TUBO VENTILADOR PRIMÁRIO (VP): Prolongamento do tubo de queda acima do ramal mais alto a ele ligado e com extremidade superior aberta à atmosfera situada acima da cobertura do prédio.
- TUBO VENTILADOR SECUNDÁRIO (VSe): Prolongamento do tubo de queda nas mesmas condições descritas para o do ventilador primário, porém sem nenhum aparelho sanitário ligado a ele.
- TUBO VENTILADOR SUPLEMENTAR (VSu): Tubulação ligando um ramal de esgoto ao tubo ventilador de circuito correspondente.

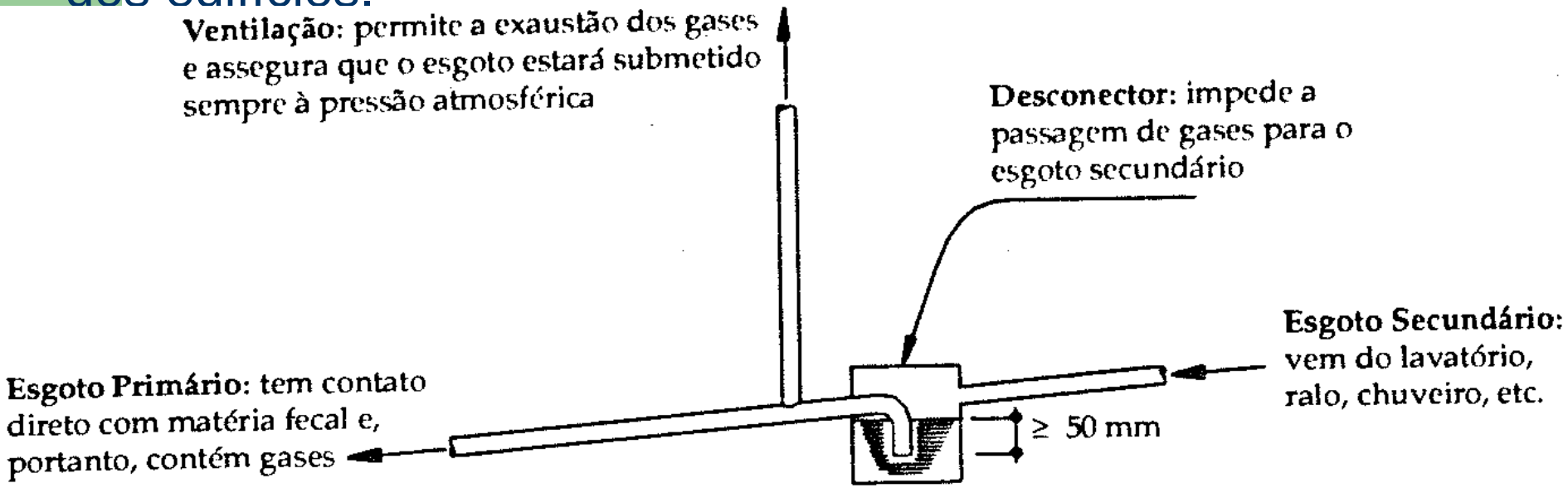
- TUBULAÇÃO PRIMÁRIA: Tubulação a qual têm acesso gases provenientes do coletor público ou dos dispositivos de tratamento.
- TUBULAÇÃO SECUNDÁRIA: Tubulação protegida por desconector contra o acesso de gases das tubulações primárias.
- UNIDADE AUTÔNOMA: Parte da edificação vinculada a uma fração ideal de terreno, sujeita às limitações da lei, constituída de dependências e instalações de uso privativo, destinada a fins residenciais ou não, assinalada por designação especial numérica ou alfabética de identificação e discriminação.
- UNIDADE HUNTER DE CONTRIBUIÇÃO (UHC): Fator probabilístico numérico que representa a frequência habitual de utilização associada à vazão típica de cada uma das diferentes peças de um conjunto de aparelhos.

CANALIZAÇÕES PARA COLETA E AFASTAMENTO DAS ÁGUAS SERVIDAS

Estas podem ser primárias ou secundárias. Nas canalizações primárias tem acesso os gases provenientes do coletor público, e as secundárias estão protegidas por desconector, contra esses gases. Constituem estas canalizações ramal de descarga, ramal de esgoto, tubo de queda, subcoletões, coletor predial, caixa de inspeção ou passagem e as peças de inspeção (vide figura).

DESCONECTOR

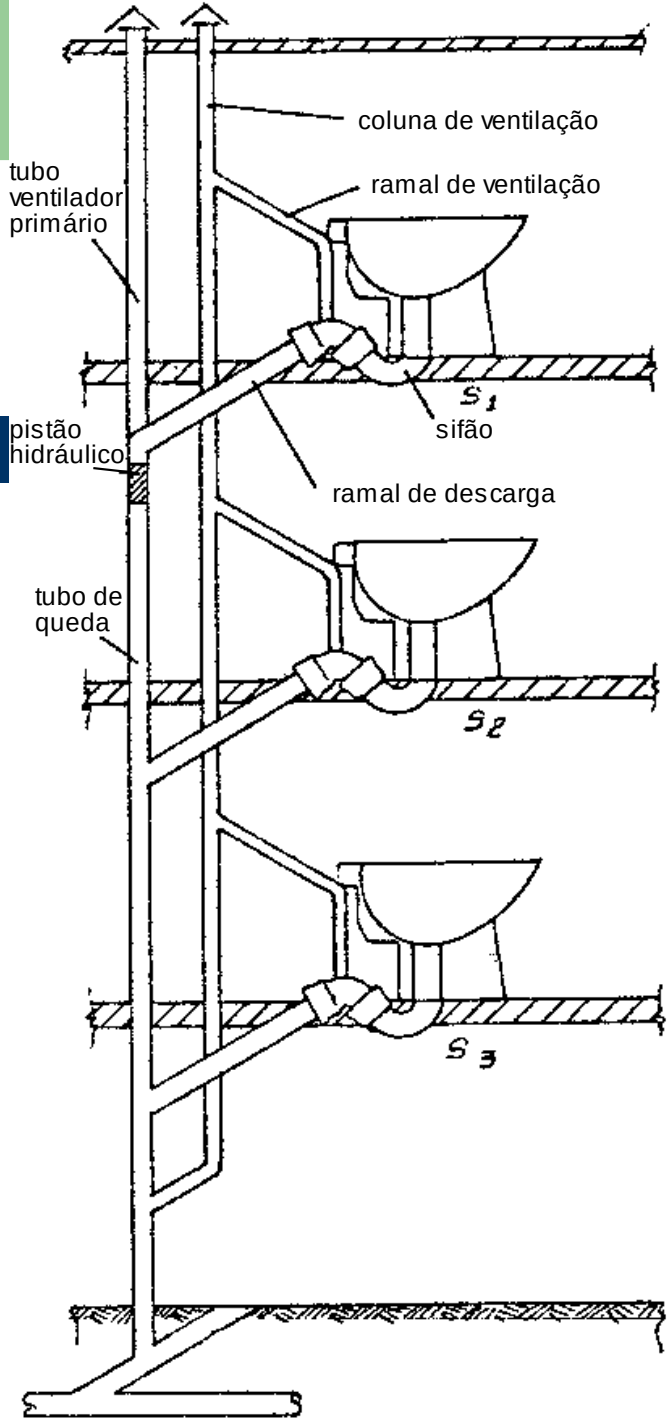
É todo sifão sanitário ligado a uma canalização primária, ou seja, é um dispositivo hidráulico destinado a vedar a passagem de gases do interior das canalizações de esgoto para o interior dos edifícios.



DESCONECTOR

A ventilação dos desconectores evita também o rompimento do fecho hídrico por sucção, que poderá ocorrer, caso a canalização de esgoto primário funcione como conduto forçado, mesmo que por um breve momento.

Veja figura que mostra ilustrativamente como isto pode ocorrer:


coluna de ventilação
ramal de ventilação
tubo ventilador primário
sifão
pistão hidráulico
ramal de descarga
tubo de queda

DESCONECTOR

A norma brasileira faz ainda, várias recomendações, algumas merecendo destaque e por isto , listadas a seguir:

- as pias de copa e de cozinha devem ser dotadas de sifões mesmo quando forem ligadas à caixas retentoras de gordura.
- não devem ser usados sifões, ralos sifonados ou caixa sifonadas cujo fecho hídrico dependa da ação de partes móveis ou de divisões internas removíveis que, em caso de defeito, possam deixar passar gases.

DESCONECTOR

- todo desconector deve satisfazer às seguintes condições:

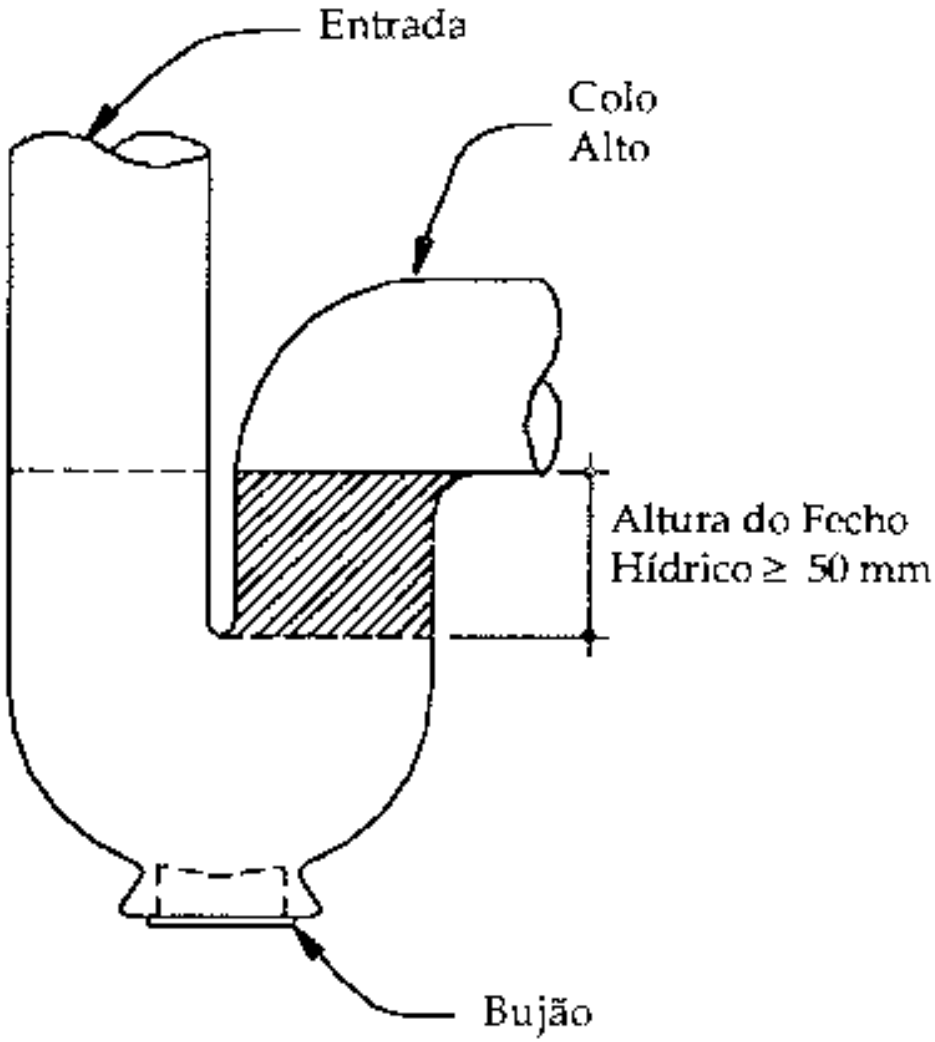
a) Apresentar fecho hídrico com altura mínima de 50 mm.

b) Apresentar orifício de saída com diâmetro igual ou maior ao do ramal de descarga a ele ligado.

- os sifões devem ter fecho hídrico com altura mínima de 50 mm e devem ser munidos de bujões com rosca na parte inferior ou de qualquer outro meio para fácil limpeza e inspeção.

De maneira geral, utiliza-se sifão sanitário individual apenas em mictórios, bacias sanitárias, pias de cozinha, pias de despejo e tanques de lavar.

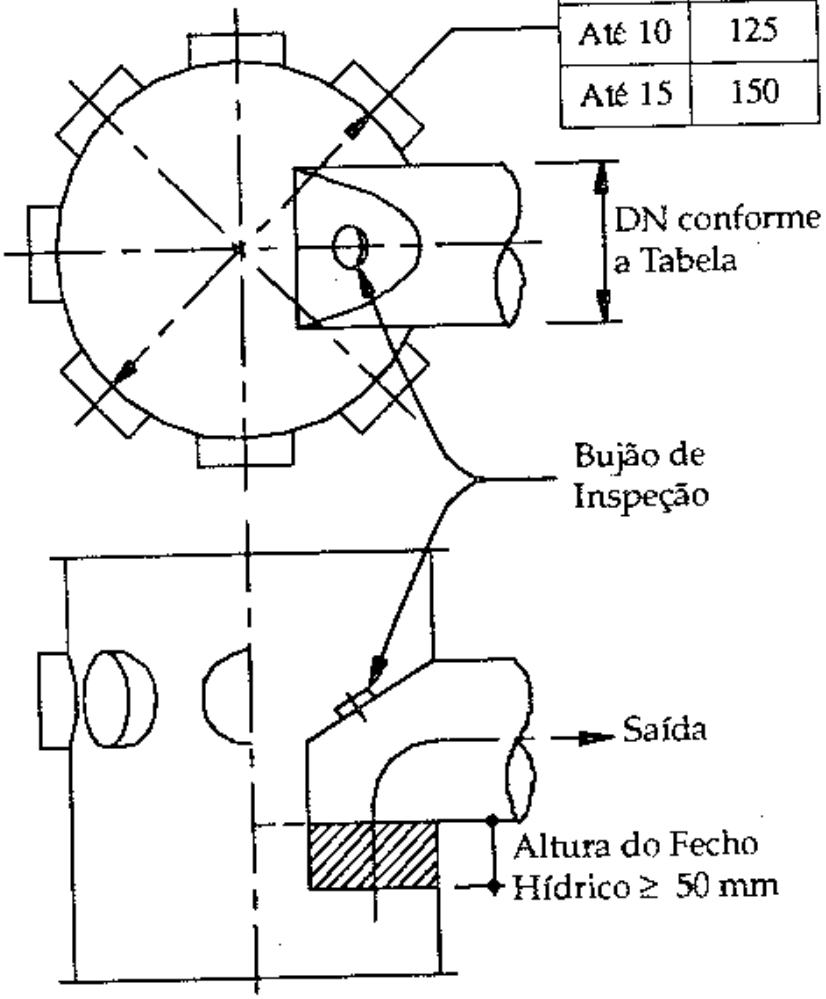
O tipo de instalação, mais comumente utilizado, consiste na ligação dos ramais de descarga de lavatórios, banheiras, bidês e ralos (de boxes de chuveiros, ou de coleta de água de pisos), a caixas sifonadas.



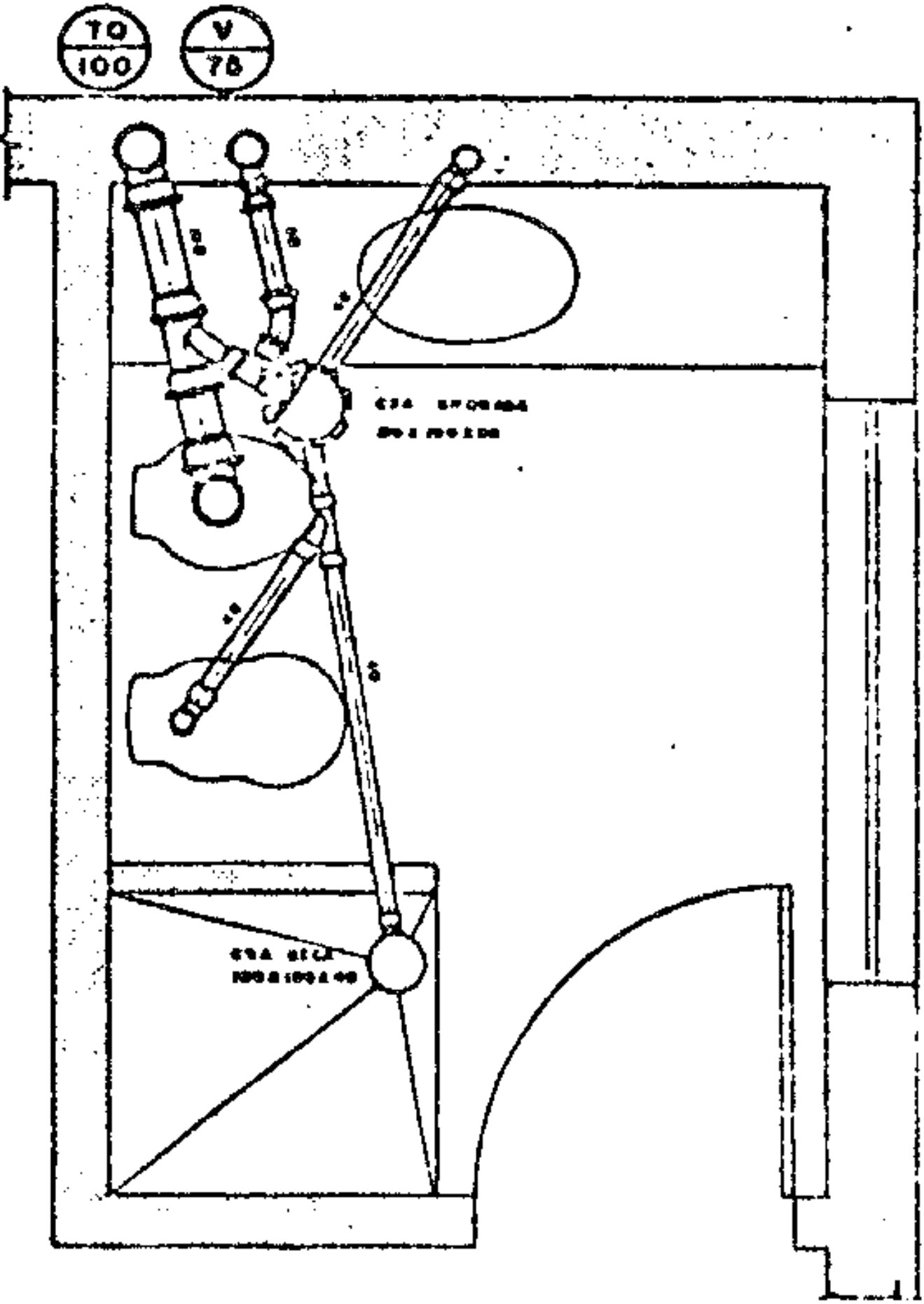
Caixa ou Ralo Sifonado com Grelha

(conforme NBR 8160)

UHC	DN
Até 6	100
Até 10	125
Até 15	150



As caixas sifonadas só podem receber despejos da própria unidade autônoma na qual estiverem ligadas

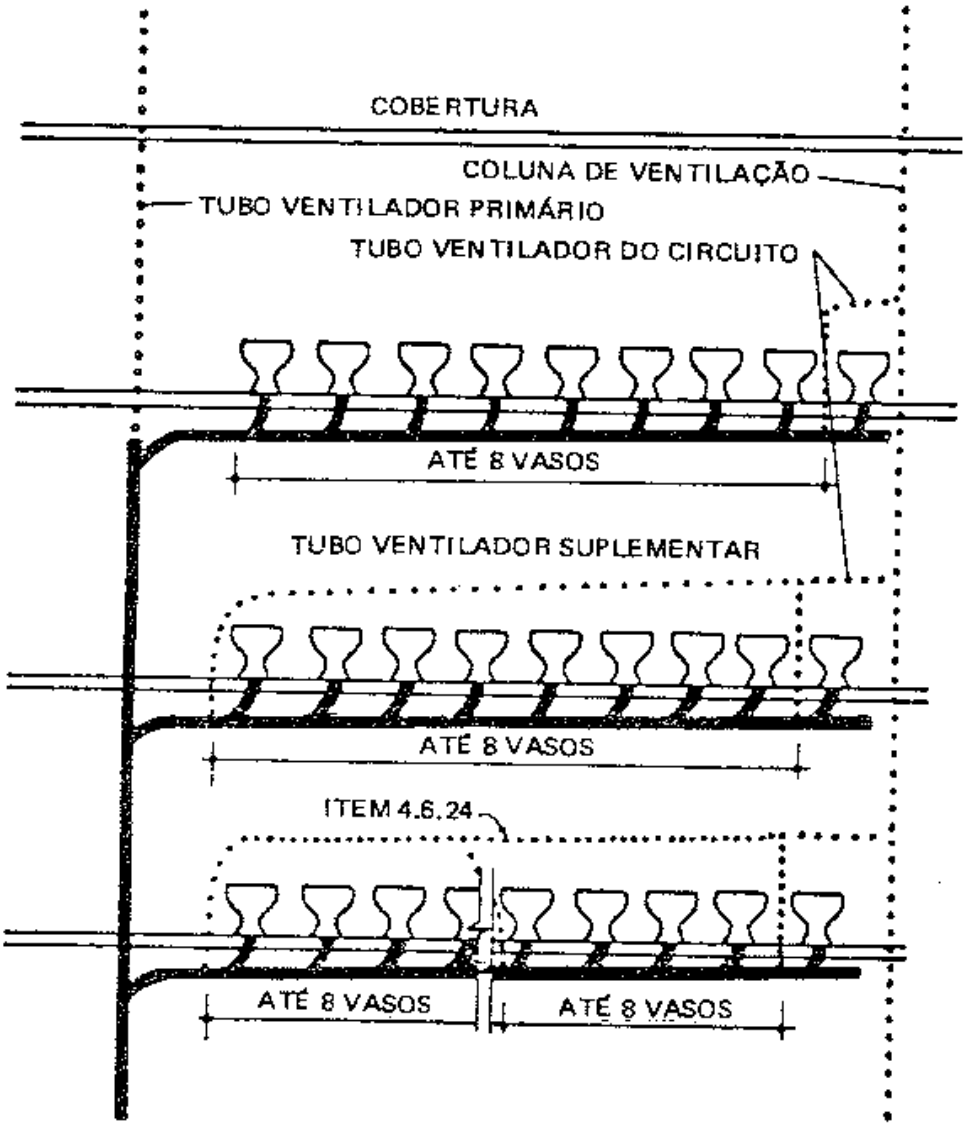


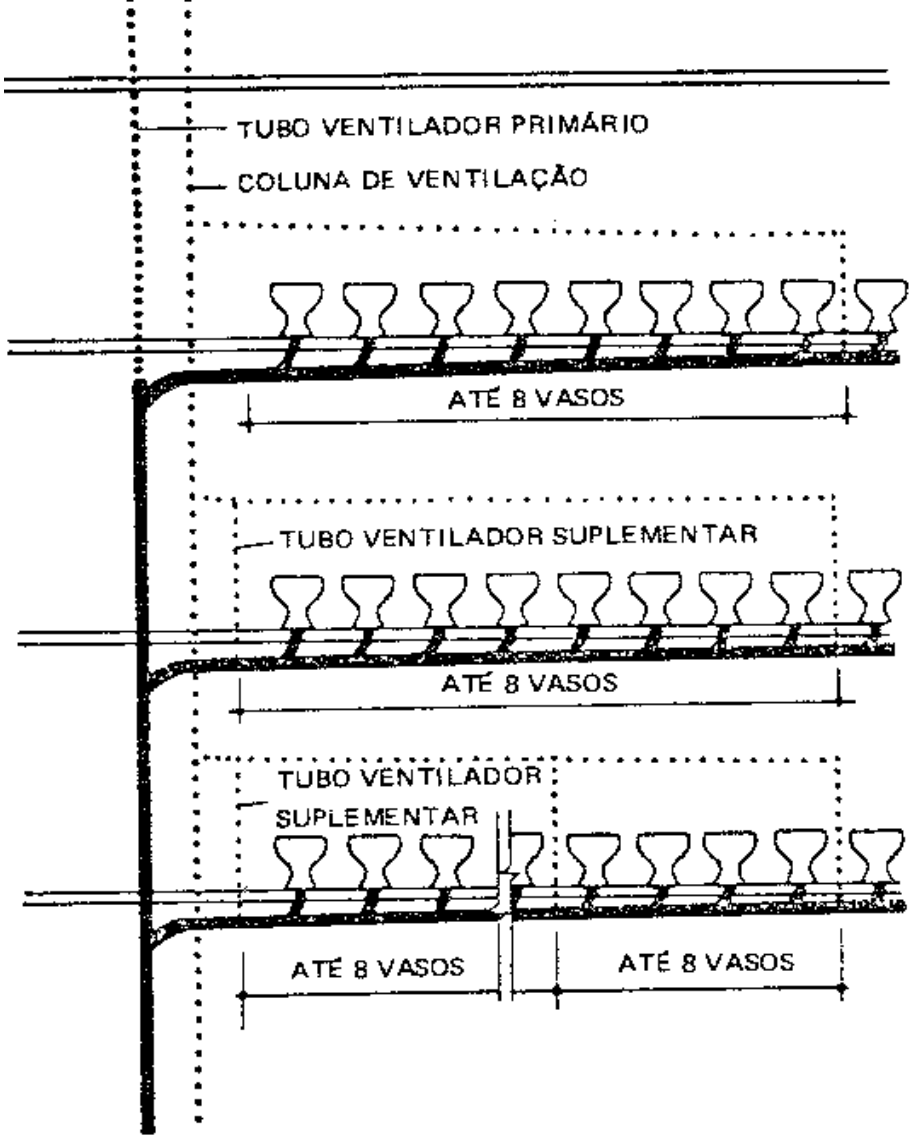
DESCONECTOR

Dessa maneira, o ramal de esgoto do efluente da caixa sifonada seria uma canalização primária, enquanto que os ramais de descarga seriam canalizações secundárias.

CANALIZAÇÕES PARA VENTILAÇÃO

A rede de ventilação é constituída por canalizações que se iniciam próximas aos sifões e que terminam abertas ao exterior, possibilitando, assim, a veiculação de ar e gases pelas mesmas. Constituem estas canalizações tubo de ventilação primário e secundário, ramal de ventilação, colunas de ventilação, etc.


COBERTURA
COLUNA DE VENTILAÇÃO
TUBO VENTILADOR PRIMÁRIO
TUBO VENTILADOR DO CIRCUITO
ATÉ 8 VASOS
TUBO VENTILADOR SUPLEMENTAR
ATÉ 8 VASOS
ITEM 4.6.24
ATÉ 8 VASOS
ATÉ 8 VASOS


TUBO VENTILADOR PRIMÁRIO
COLUNA DE VENTILAÇÃO
ATÉ 8 VASOS
TUBO VENTILADOR SUPLEMENTAR
ATÉ 8 VASOS
TUBO VENTILADOR
SUPLEMENTAR
ATÉ 8 VASOS
ATÉ 8 VASOS

ÓRGÃOS ESPECIAIS

Entende-se elementos que, eventualmente, podem ser necessários, embora não sejam comuns à maioria das instalações.

Cita-se como exemplo, o caso de existirem aparelhos instalados em cota inferior ao da via pública, não sendo possível que os dejetos sejam lançados por gravidade no coletor público, é necessário então a reunião de todos estes despejos em uma caixa coletora ,para posterior recalque dos mesmos até a cota favorável ao lançamento por gravidade na rede pública de esgotos.

TRAÇADO DAS INSTALAÇÕES DE ESGOTOS E VENTILAÇÃO

O traçado adequado das instalações prediais de esgotos e de ventilação é conseguido pela obediência dos princípios básicos, são eles:

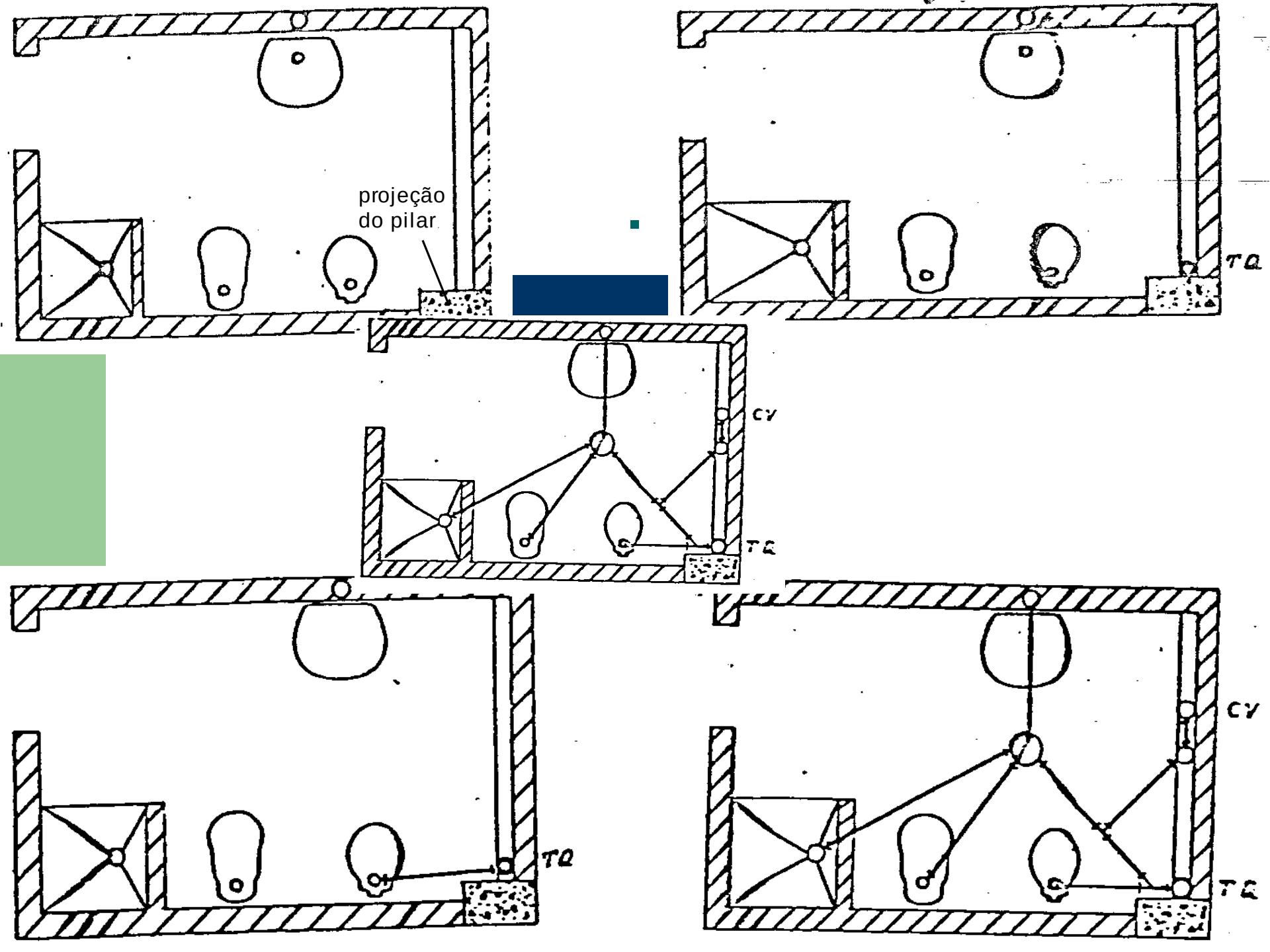
- utilização adequada das conexões e demais elementos que devem compor a instalação. Desta maneira, toda mudança de direção deve ser executado de maneira correta, utilizando conexões ou caixas de passagem.
- Depois do estudo em escala reduzida, o projetista deve apresentar a instalação definitiva em escala maior (1:20), pois ao não se levar em conta o tamanho das conexões, pode-se inviabilizar a execução da instalação projetada por falta de espaço para a colocação de todas as conexões necessárias.
- canalizações embutidas, que não devem estar solidárias às peças estruturais do edifício. Isto condiciona a escolha de pontas de descida dos tubos de queda, para o mais próximo possível dos pilares ou da projeção dos pilares e paredes do térreo.

TRAÇADO DAS INSTALAÇÕES DE ESGOTOS E VENTILAÇÃO

- Com este princípios o traçado das instalações transformam-se em estudos geométricos, estabelecendo-se desta maneira algumas regras, conforme listadas a seguir:
- localização do tubo de queda: o tubo de queda deverá ser embutido em parede e situado próximo a projeção de pilar ou parede do térreo.
- ligação de saída da bacia sanitária com o tubo de queda: essa ligação deve ser a mais direta possível, provendo-se a necessidade eventual da colocação de junções para permitir a ligação da caixa sifonada no ramal de esgotos.
- localizações da caixa sifonada e ligação ao ramal de esgoto:
- caixa sifonada com grelha - deve-se levar em conta aspectos estéticos, já que o piso deverá apresentar declividade favorável ao escoamento das águas para a caixa.

TRAÇADO DAS INSTALAÇÕES DE ESGOTOS E VENTILAÇÃO

- caixa sifonada com tampa cega - admite-se sua localização em qualquer local do compartimento sanitário.
- ligação dos ramais de descarga à caixa sifonada: a caixa sifonada normal admite a ligação de até sete ramais da descarga.
- ligação do tubo ventilador ao ramal e à coluna de ventilação: todo sifão deve ser ventilado, então a distância entre o tubo ventilador o sifão não deve ultrapassar certas distâncias, dependendo do diâmetro do ramal de descarga.


projeção
do pilar
TQ
CV
TQ
TQ
CV
TQ

DIMENSIONAMENTO

A estimativa das descargas está associada ao número de aparelhos sanitários ligados à canalizações.

A norma NBR-8160 fixa os valores destas unidades para os aparelhos mais comumente utilizados. Esta unidade é denominada Unidade Hunter de Contribuição (UHC) e é padronizada como a unidade de descarga de um lavatório de residência e é igual a 28 l/min.

RAMAIS DE DESCARGA

Utilizam-se as tabelas seguintes:

Ramais de Descarga Diâmetro Nominal (DN) Mínimo		
Aparelho	UHC	DN (mm)
Banheira de residência	3	40
Banheira de uso geral	4	40
Banheira Hidroterápica, fluxo contínuo	6	75
Banheira de emergência, hospital	4	40
Banheira infantil, hospital	2	40
Bacia de assento, hidroterápica	2	40
Bebedouro	0,5	30
Bidê	2	30
Chuveiro de residência	2	40
Chuveiro coletivo	4	40
Chuveiro hidroterápico	4	75
Chuveiro hidroterápico, tipo tubular	4	75
Ducha escocesa	6	75
Ducha perineal	2	30
Lavador de comadre	6	100
Lavatório de residência	1	30
Lavatório geral	2	40
Lavatório quarto de enfermeira	1	30
Lavabo cirúrgico	3	40
Lava pernas, hidroterápico	3	50

Lava braço, hidroterápico	3	50
Lava pés, hidroterápico	2	50
Mictório, válvula de descarga	6	75
Mictório, caixa de descarga	5	50
Mictório, descaga automática	2	40
Mictório, de calha por metro	2	50
Mesa de autópsia	2	40
Pia de residência	3	40
Pia de serviço, despejo	5	75
Pia de laboratório	2	40
Pia de lavagem de instrumentos, hospital	2	40
Pia de cozinha industrial, preparação	3	40
Pia de cozinha industrial, lavagem de panelas	4	50
Tanque de levar roupa	3	40
Máquina de lavar pratos	4	75
Máquinas de lavar roupa até 30 Kg	10	75
Máquinas de lavar roupa de 30Kg até 60 Kg	12	100
Máquinas de lavar roupa acima de 60Kg	14	150
Vaso sanitário	6	100

RAMAIS DE DESCARGA

Para aparelhos especiais/não relacionados nas tabelas anteriores.

Ramais de Descarga (1) Diâmetro Nominal (DN) Mínimo	
UHC	DN (mm)
1	≤ 30
2	40
3	50
5	75
6	100

RAMAIS DE ESGOTO

Deve-se somar as unidades de descarga de todos os aparelhos servidos pelo ramal e após entrar na tabela.

Ramais de Descarga (1) Diâmetro Nominal (DN) Mínimo	
UHC	DN (mm)
1	30
3	40
6	50
20	75
160	100
620	150
1) O ramal de esgoto de caixa sifonada deve ser dimensionado levando-se em conta a soma das UHC dos aparelhos que contribuem para ela.	

Deve-se observar:

- as declividades mínimas;
- Lavatórios, banheiros, bidês, ralos, chuveiros e tanques lançam-se em desconectores (sifões) e, depois, nas canalizações secundárias ou primárias.
- Vasos e mictórios lançam-se nas canalizações primárias ou em suas caixas de inspeção. Os mictórios só poderão ligar-se a caixas sifonadas dotadas de tampas cegas.
- Pias de despejo lançam-se nas caixas de gordura, depois nas tubulações primárias.
- Máquinas de lavar roupa e/ou tanques, situados em pavimentos superpostos, podem descarregar em tubos de queda individuais, que se ligam a caixa sifonada colocada no pavimento térreo.

Pias de cozinha ligam-se a tubos de queda, que se lançam em caixas de gordura e, em seguida, às canalizações primárias ou caixas de inspeção. As suas caixas de gordura, conforme seja o número de unidades coletadas, devem cumprir:

a) Para 1 pia, poderá ser utilizada, conforme NBR 8160, a denominada caixa de gordura pequena com as seguintes dimensões:

Diâmetro interno.....30 cm

Parte submersa do septo..... 20 cm

Capacidade de retenção..... 18 litro

Tubulação de saída (DN).....75mm

b) Até 2 cozinhas, a caixa de gordura será simples com volume de mais de 30 litros ou:

Diâmetro .....60 cm

Altura.....60 cm

c) De 2 até 12 cozinhas, deverá ser usada caixa de gordura dupla com volume de, no mínimo, 120 litros ou:

Diâmetro .....60 cm

Altura.....80 cm

d) Para mais de 12 cozinhas o volume, em litro, da caixa de gordura deverá ser:

V = 120 +-2 x (nº de pessoas servidas)

A Norma traz outras recomendações, tais como:

-Quando for adotada caixa sifonada ou sifão para receber despejos de lavatórios, banheiras, bidês, ralos e tanques, os respectivos ramais de descarga devem ser ligados individualmente ou através de caixa de passagem à caixa sifonada ou ao sifão. Excetuam-se do disposto anterior.

a) Os conjuntos de lavatórios ou mictórios instalados em bateria nos sanitários coletivos, desde que o ramal de esgoto que reúne os ramais de descarga de cada aparelho seja facilmente inspecionável.

b) Os lavatórios e pias de cozinha com duas cubas.

-Em instalações que venham a utilizar caixas retentoras de gordura, os ramais de descarga de pias de cozinha devem ser ligados diretamente às mesmas caixas, ou a tubos de queda que nelas descarreguem.

Os ramais de descarga de vasos sanitários, caixas ou ralos sifonados, caixas retentoras e sifões, devem ser ligados, sempre que possível, diretamente a uma caixa de inspeção ou então a outra tubulação primária perfeitamente inspecionável.

Os ramais de descarga ou de esgoto, e aparelhos sanitários, caixas ou ralos sifonados, caixas retentoras e sifões não podem ser ligados a desvios de tubos de queda com declividade menor que 1% ou que recebam efluentes de mais de quatro pavimentos superpostos.

Nos casos em que forem ultrapassados os limites previstos no item anterior, as ligações dos aparelhos situados no pavimento de desvio devem ser feitas abaixo desse desvio.

Os ramais de esgoto que recebem efluentes de lavadores de comadre e de pias de despejos de hospitais, consultórios médicos, e outros devem ser tubulações primárias.

A inserção de um ramal de descarga ou de esgoto no coletor predial, sub-coletor ou em outro ramal de esgoto deve ser feita, de preferência, mediante caixa de inspeção ou então com junção simples de ângulo não superior a 45°, devendo, neste último caso, ser o mesmo ramal provido de peça de inspeção.

É vedada a ligação de ramal de descarga ou ramal de esgoto ao ramal de descarga de vaso sanitário através da inspeção existente em joelho ou curva.

TUBOS DE QUEDA

Utiliza-se a tabela ao lado:

Tubos de Queda(1) Diâmetro Nominal (DN) Mínimo			
Número de Pavimentos da Edificação			
≤3	>3		
	Em 1 pavimento	Em todo o tubo	DN
Número Máximo de UHC			(mm)
2	1	2	30
4	2	8	40
10	9	24	50
30	16	70	75
240	90	500	100
960	350	1900	150
2200	600	3600	200
3800	1000	5600	250
600	1500	8400	300
1): Deve ser usado o diâmetro nominal mínimo DN 100 para as tubulações que recebam despejos de vasos sanitários.			

Para um adequado dimensionamento, além da utilização da tabela acima, devem ser seguidas as seguintes recomendações:

- tubo de queda de gordura de pias deverá ser ventilado.
- diâmetro mínimo para tubos que recebem despejos de vasos sanitários é DN 100mm.
- Nas interligações de tubulações horizontais com verticais devem ser empregadas junções a 45° simples ou duplas. A NBR 8160 não permite que se utilize cruzetas sanitárias.
- Nenhum tubo de queda terá diâmetro inferior ao da maior tubulação a ele ligada.
- Nenhum tubo de queda que recebe descargas de pias de cozinha ou de despejo deve ter diâmetro inferior a DN 75 mm, exceto em prédios de até 2 pavimentos com o tubo de queda recebendo até 6 UHC, quando, então, o diâmetro poderá ser DN 50 mm.

Os tubos de queda devem ser prolongados com o mesmo diâmetro até acima da cobertura do prédio, dispensando-se esse prolongamento quando já existe um tubo de ventilação com DN 100 mm, tal que:

a) O comprimento deste tubo de queda não exceda 1/4 da altura total do prédio, na vertical.

b) Este tubo de queda só receba até 36 UHC.

c) Quando já tenha a coluna de ventilação prolongada até acima da cobertura ou em conexão com outra existente, respeitados os limites da Tabela de ventilação.

Quando existirem, num mesmo edifício, banheiros contíguos, situados um ao lado do outro, os ramais de esgoto de cada banheiro, poderão ligar-se ao mesmo tubo de queda, o mesmo acontecendo com os tubos de ventilação individual, que se ligam a uma mesma coluna de ventilação.

Não deve ser usado um mesmo tubo de queda para prédios distintos.

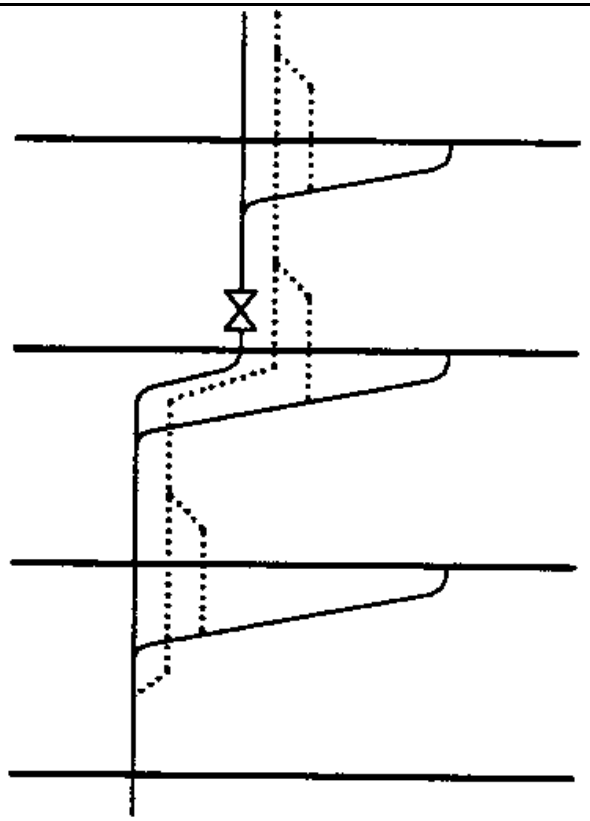
tubo de queda deve ter diâmetro uniforme e, sempre que possível, ser instalado em um único alinhamento reto. Quando houver desvios da vertical nos tubos de queda, proceder da seguinte forma:

a) Quando o desvio formar ângulo menor ou igual a 45° com a vertical, dimensionar o tubo pela Tabela 5.

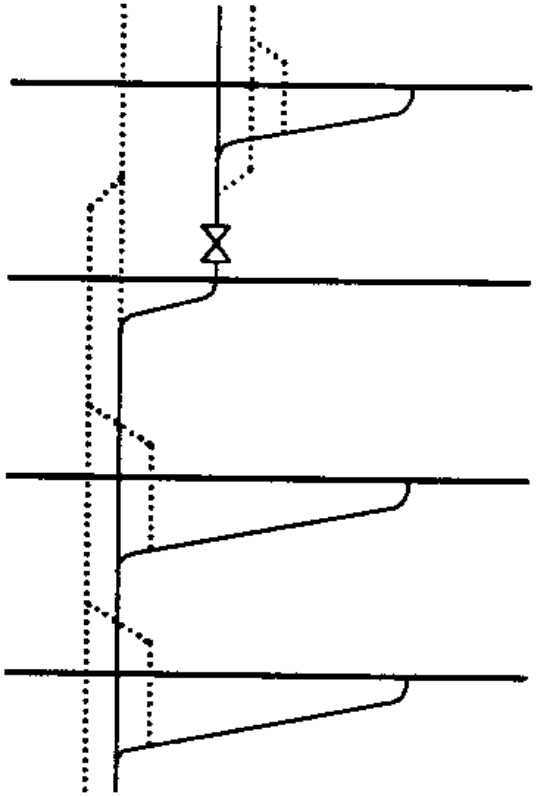
b) Quando o desvio for superior a 45° com a vertical, prever ventilação adequada, além de:

b1) Dimensionar as partes superior e inferior do tubo pela carga de UHC, considerando todos os aparelhos que nelas descarregam.

b2) Dimensionar parte horizontal pela também pela somas das UHCs, não podendo a parte de baixo do tubo desviado ter diâmetro inferior à da parte horizontal, ver Figura.



(a) Coluna de Ventilação
Acompanhando o Desvio



(b) Tubo de Ventilação
Ligado aos Ramais de Esgoto

Para diâmetro nominal dos ramais de esgoto, abaixo e acima do desvio, maiores ou iguais a 75 mm.

SUBCOLETOR E COLETOR PREDIAL

Utiliza-se a tabela ao lado:

Coletores Prediais(1) e Subcoletores Diâmetro Nominal (DN) Mínimo				
Declividades Mínimas (%)				
0,5	1	2	4	DN
Número Máximo de UHC				(mm)
-	180	216	250	100
-	700	840	1000	150
1400	1600	1920	2300	200
2500	2900	3500	4200	250
3900	4600	5600	6700	300
7000	8300	1000	12000	400
1) O coletor predial deve ter diâmetro nominal mínimo DN 100.				

Observa-se que o diâmetro mínimo deverá ser de 100 mm.

Devem ser de preferência retilíneos e nos trechos em deflexão impostas pela configuração de prédio ou de terreno, colocadas caixas de inspeção ou peças de inspeção que permitam a limpeza e desobstrução dos trechos adjacentes.

O coletor predial e os subcoletores devem ser construídos, sempre que possível, na parte não edificada do terreno. Quando inevitável sua construção em área edificada, devem ser tomados cuidados especiais para proteção aos mesmos e fácil inspeção.

Nas mudanças de direção dos coletores em que não for possível intercalar caixas de inspeção, devem ser usadas curvas de ângulo central máximo igual a 90° de raio longo, preferencialmente de 45°, desde que se usem peças de inspeção para limpeza e desobstrução dos trechos adjacentes.

A **NBR 8160** recomenda ainda:

- No dimensionamento dos coletores e subcoletores, deve ser considerado apenas o aparelho de maior descarga de cada banheiro de prédio residencial, para cômputo do número de UHC.
- Nos demais casos, devem ser considerados todos os aparelhos contribuintes para o cálculo do número de UHC.
- No coleto predial ou subcoletor não deve haver a inserção de quaisquer dispositivos ou embaraços ao natural escoamento de despejos tais como sifões, fundo de caixas de inspeção de cota inferior à do perfil do coletor predial ou subcoletor, bolsas de tubulações dentro de caixas de inspeção, etc.
- As variações de diâmetros dos coletores devem ser feitas mediante o emprego de caixas de inspeção ou de peças especiais de ampliação ou redução.

- Quando as tubulações forem enterradas, as interligações de ramais de descarga, ramais de esgoto e subcoletores devem ser feitas através de caixa de inspeção ou poços de visita. Quando as tubulações não forem enterradas, devem ser usadas junções a 45°, com peças de inspeção nos trechos adjacentes, não sendo permitido peças em (T) ou duplo (T).

CANALIZAÇÕES DE VENTILAÇÃO

As canalizações de ventilação tem como objetivo possibilitar o escoamento do ar atmosférico para a instalação de esgoto, afim de proteger o fecho hídrico dos desconectores contra rupturas.

Existem vários tipos de canalização para tal finalidade, tais como:

- Tubo ventilador primário: deverá ter o mesmo diâmetro do tubo de queda a que estiver prolongado. Sendo que o ∅ min é de 75 mm.
- Ramal de ventilação;
- Coluna e/ou barrilete de ventilação;
- Tubo ventilador de circuito;
- Tubo ventilador suplementar ou individual: diâmetro não inferior à metade do diâmetro do ramal de esgoto ao qual estiver ligado.
- Tubo ventilador de alívio: igual ao diâmetro da coluna de ventilação à qual estiver ligado.

CANALIZAÇÕES DE VENTILAÇÃO

Utiliza-se a
tabela ao lado e a seguir:

Ramais de Ventilação Dimensionamento			
Grupo de Aparelhos Sanitários			
Sem vasos		Com vasos	
UHC	DN (mm)	UHC	DN (mm)
até 2	30	até 17	50
3 a 12	40	18 a 60	75
13 a 18	50	-	-
19 a 36	75	-	-

CANALIZAÇÕES DE VENTILAÇÃO

Distância de um Desconector ao Tubo de Ventilação que o Serve	
Ramal de Descarga DN (mm)	Distância Máxima (m)
30	0,70
40	1,00
50	1,20
75	1,80
100	2,40

CANALIZAÇÕES DE VENTILAÇÃO

Além das recomendações anteriores, quanto ao diâmetro e distância máxima, a norma indica que:

- Em prédios de um só pavimento deve existir pelo menos um tubo ventilador de DN 100, ligado diretamente à caixa de inspeção ou em junção ao coletor predial, subcoletor ou ramal de descarga de um vaso sanitário e prolongado até acima da cobertura desse prédio. Se o prédio for residencial e tiver no máximo três vasos sanitários, o tubo ventilador pode ter diâmetro nominal DN 75.
- Em prédios de dois ou mais pavimentos, os tubos de queda devem ser prolongados até acima da cobertura, sendo todos os desconectores (vasos sanitário, sifões e caixas sifonadas) providos de ventiladores, individuais ligados à coluna de ventilação, de acordo com as prescrições apresentadas em seus itens específicos.

PLANILHA PARA CASOS GERAIS

Colunas e Barriletes de Ventilação
Dimensionamento

DN	UHC	DN Mínimo do Tubo de Ventilação									
		30	40	50	60	75	100	150	200	250	300
		Comprimento Máximo Permitido (m)									
30	2	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	8	15	46	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	9	30	-	-	-	-	-	-	-	-
50	12	9	23	61	-	-	-	-	-	-	-
	20	8	15	46	-	-	-	-	-	-	-
75	10	-	13	46	110	317	-	-	-	-	-
	21	-	10	33	82	247	-	-	-	-	-
	53	-	8	29	70	207	-	-	-	-	-
	102	-	8	26	64	189	-	-	-	-	-
100	43	-	-	11	26	76	299	-	-	-	-
	140	-	-	8	20	61	229	-	-	-	-
	320	-	-	7	17	52	195	-	-	-	-
	530	-	-	6	15	46	177	-	-	-	-
150	500	-	-	-	-	10	40	305	-	-	-
	1100	-	-	-	-	8	31	238	-	-	-
	2000	-	-	-	-	7	26	201	-	-	-
	2900	-	-	-	-	6	23	183	-	-	-
	1800	-	-	-	-	-	10	73	286	-	-
200	3400	-	-	-	-	-	7	57	219	-	-
	5600	-	-	-	-	-	6	49	186	-	-
	7600	-	-	-	-	-	5	43	171	-	-
	4000	-	-	-	-	-	-	24	94	293	-
250	7200	-	-	-	-	-	-	18	73	225	-
	11000	-	-	-	-	-	-	16	60	192	-
	15000	-	-	-	-	-	-	14	55	174	-
300	7300	-	-	-	-	-	-	9	37	116	287
	13000	-	-	-	-	-	-	7	29	90	219
	20000	-	-	-	-	-	-	6	24	76	186
	26000	-	-	-	-	-	-	5	22	70	152

Toda tubulação de ventilação deve ser instalada de modo que qualquer líquido que porventura nela venha a ter ingresso possa escoar-se completamente por gravidade, para dentro do tubo de queda, ramal de descarga ou desconector em que o ventilador tenha origem.

Toda coluna de ventilação deve ter:

a) Diâmetro uniforme

b) Extremidade inferior ligada a um subcoletor ou a um tubo de queda, em ponto situado abaixo da ligação do primeiro ramal de esgoto ou de descarga, ou neste ramal de esgoto ou de descarga.

c) Extremidade superior situada acima da cobertura do edifício, ou ligada a um tubo ventilador primário a 150 mm, ou mais, acima do nível de transbordamento da água do mais elevado aparelho sanitário por ele servido.

As figuras seguintes reproduzem a recomendação da norma, para a correta ventilação das canalizações de esgoto de uma instalação sanitária típica.

Observe que a ventilação do ramal de esgoto de caixa sifonada é suficiente para ventilar também o desconector do vaso sanitário auto-sifonado.

Esta situação é admitida pela norma sempre que a caixa sifonada estiver a uma distância não superior a 2,40 m do vaso sanitário, e que a ventilação de seu ramal de descarga seja ventilada por ramal de ventilação de, no mínimo, 50 mm de diâmetro nominal.

A NBR 8160 apresenta ainda as seguintes considerações:

-São considerados devidamente ventilados os desconectores instalados no último pavimento de um prédio, quando se verificarem:

a) UHC $\leq$ 15

b) Distância entre o desconector e a ligação do respectivo ramal de descarga a uma tubulação ventilada não excede os limites fixados nas tabelas específicas.

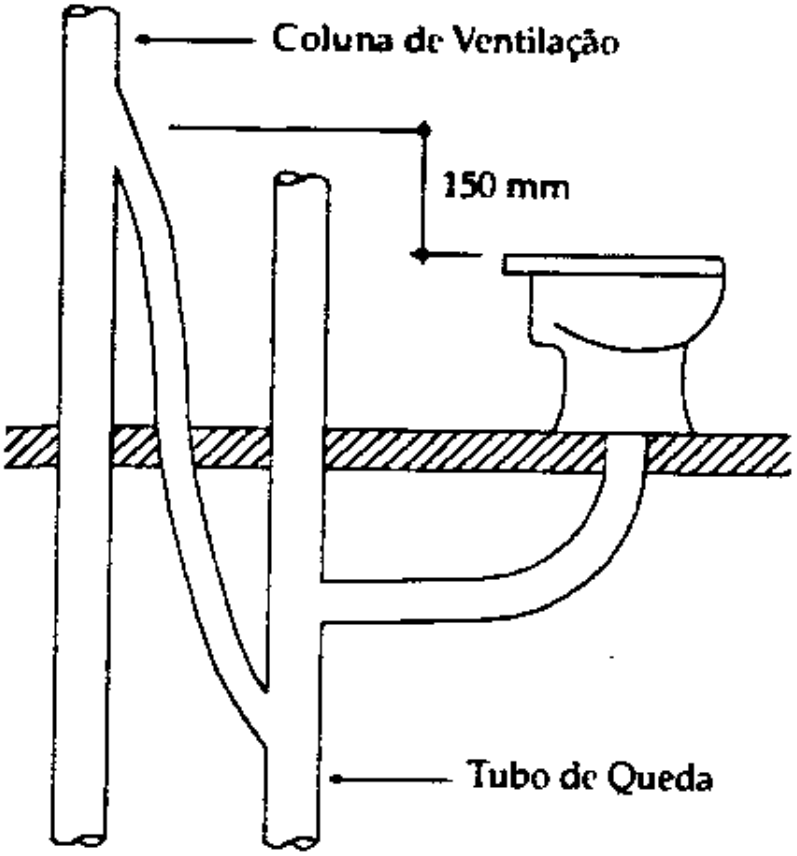
-Consideram-se ventilados os desconectores das caixas retentoras e das caixas sifonadas quando instaladas em pavimento térreo e ligadas diretamente a um subcoletor devidamente ventilado.

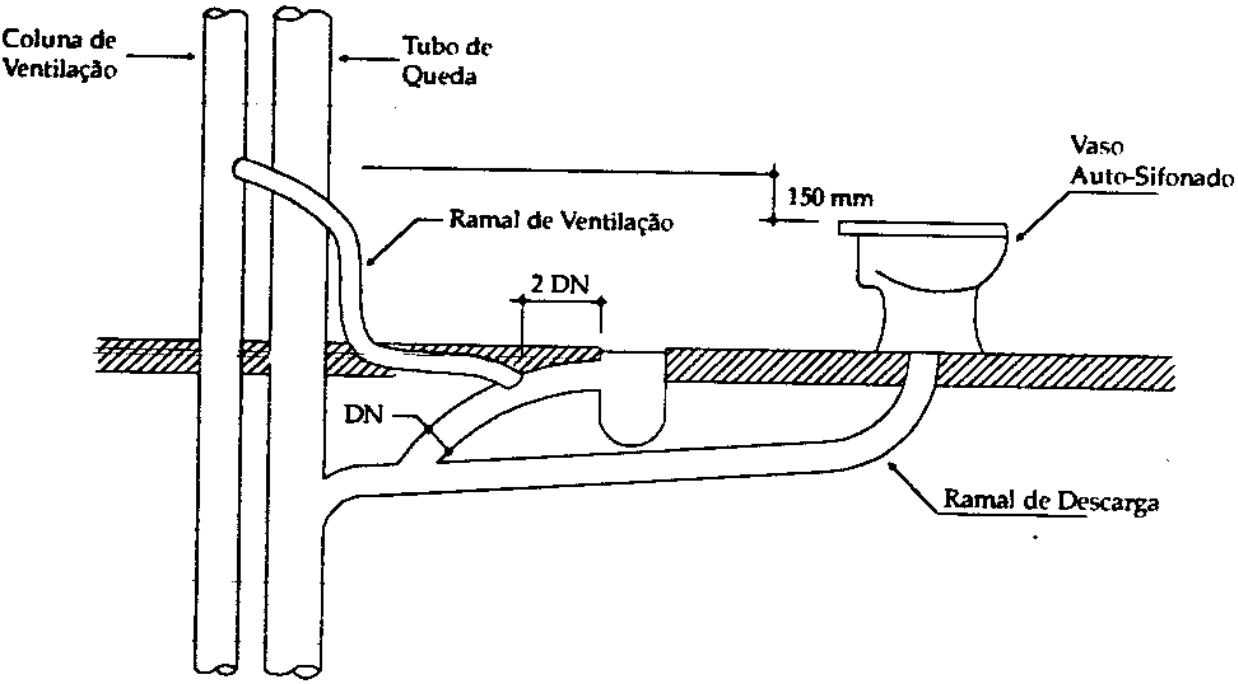
-A extremidade superior dos ramais de ventilação deve ser ligada a um tubo ventilador primário, a uma coluna de ventilação ou a outro ramal de ventilação, sempre a 15 cm, ou mais, acima do nível de transbordamento da água do mais alto dos aparelhos servidos. A extremidade inferior pode ser ligada ao orifício de ventilação do desconector, a uma distância da soleira do vertedor de descarga do mesmo, não inferior ao dobro do seu diâmetro.

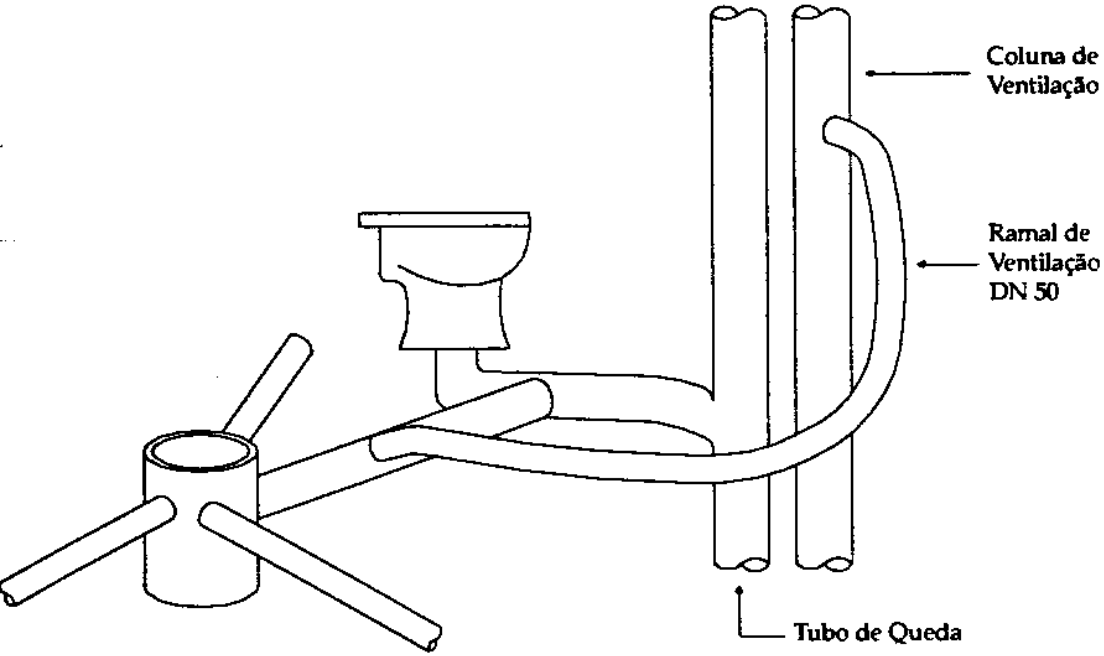
-É dispensada a ventilação do ramal de descarga do vaso sanitário auto-sifonado quando houver qualquer desconector ligado a esse ramal a 2,40 m, no máximo, do vaso sanitário e ventilado por ramal de ventilação de, no mínimo, DN 50, Figura 15.

-É dispensada a ventilação do ramal de descarga de um vaso sanitário auto-sifonado ligado através de ramal exclusivo a um tubo de queda a uma distância máxima de 2,40 m, desde que esse tubo de queda receba, no mesmo pavimento, imediatamente abaixo, outros ramais de esgoto ou de descarga devidamente ventilados.

Quando não for possível ventilar o ramal de descarga do vaso sanitário auto-sifonado ligado diretamente ao tubo de queda e não existindo as condições previstas no parágrafo acima, o tubo de queda deve ser ventilado imediatamente abaixo da ligação do ramal do vaso sanitário e executado de acordo com a Figura seguinte.




Coluna de Ventilação
Tubo de Queda
Vaso Auto-Sifonado
150 mm
Ramal de Ventilação
2 DN
DN
Ramal de Descarga


Coluna de Ventilação
Ramal de Ventilação DN 50
Tubo de Queda

Finalmente, relembra-se que:

- Todo desconector deve ser ventilado, sendo que a distância de um desconector à ligação do tubo ventilador que o serve não deve exceder os limites indicados em tabela.
- A extremidade de tubo ventilador primário ou coluna de ventilação deve estar situada acima da cobertura do edifício a uma distância de no mínimo 30 cm no caso de telhado ou de simples laje de cobertura e 2,00m no caso de laje utilizada para outros fins além de cobertura, devendo ser, neste último caso, devidamente protegido contra choques ou acidentes que possam danificá-lo.
- A extremidade aberta de um tubo ventilador primário ou coluna de ventilação não deve estar situada a menos de 4 m de distância de qualquer janela, porta ou outro vão de ventilação, salvo se elevada pelo menos 1m acima das vergas dos respectivos vãos.

FOSSA SÉPTICA

Fossas sépticas destinam-se a separar e transformar a matéria sólida contida nas águas de esgoto e descarregar no terreno, onde se completa o tratamento. Ou seja permitem o tratamento biológico dos esgotos sanitários domiciliares.

A norma (atual) informa que tem-se os seguintes tipos de fossas sépticas:

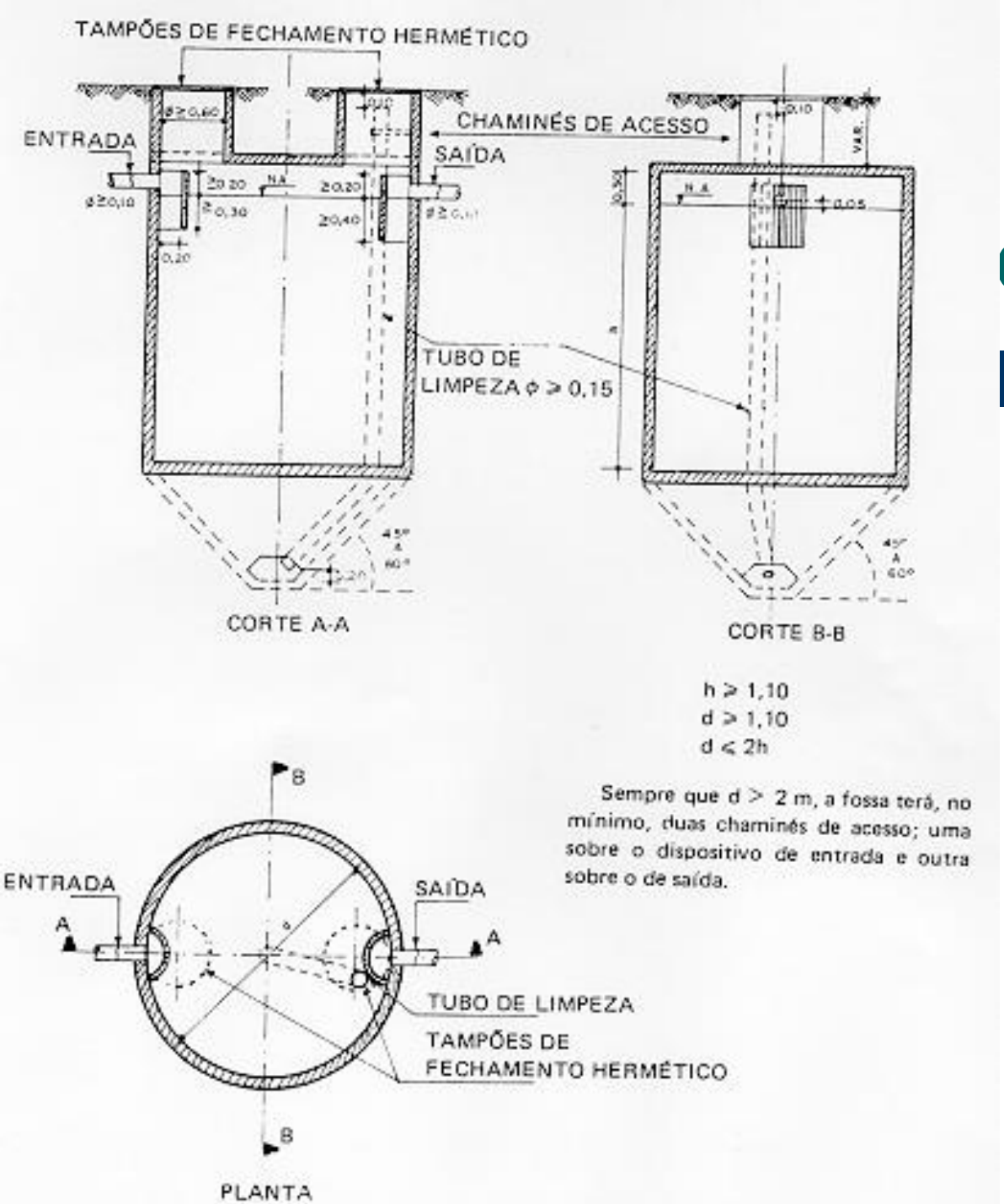
a) de câmara única;

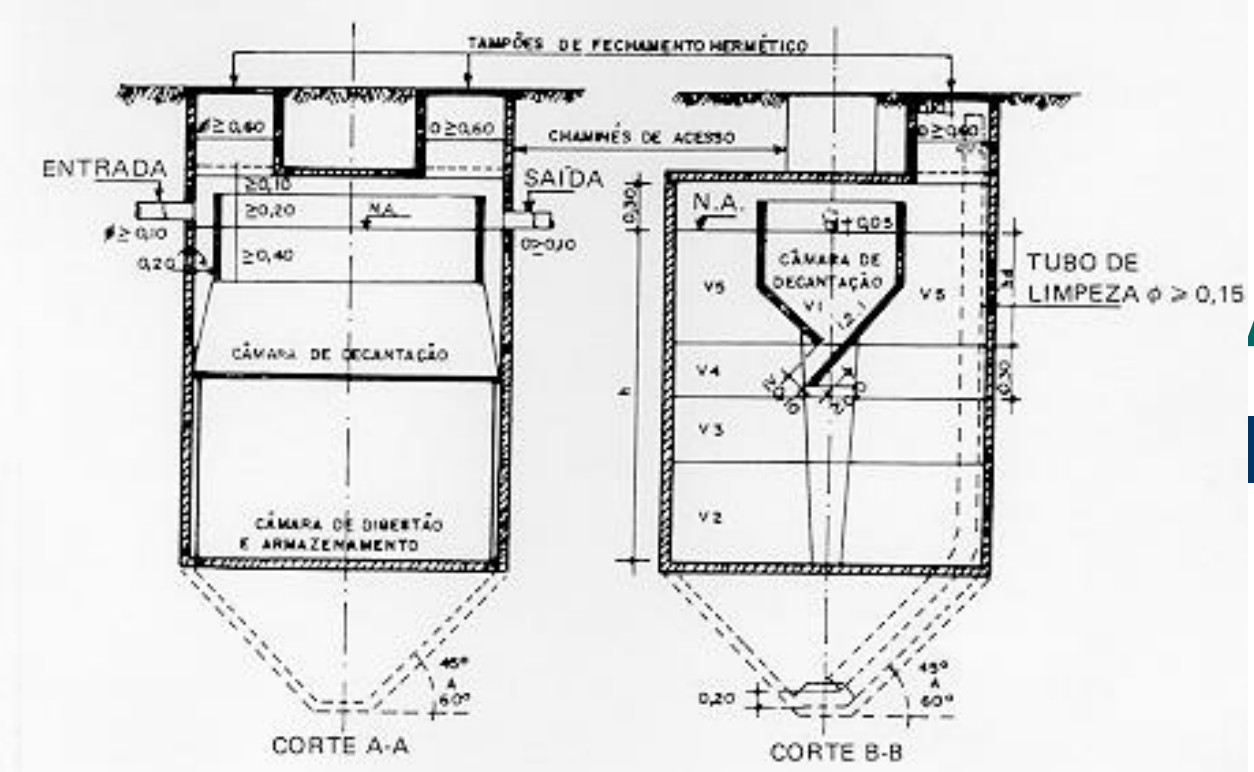
b) de câmaras sobrepostas;

c) de câmaras em série.

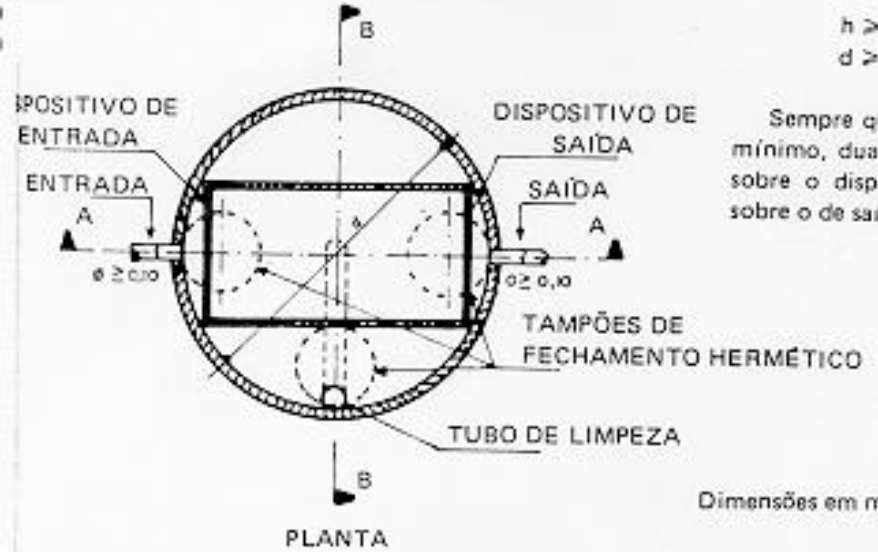
Veja na sequência:

CA


TAMPÕES DE FECHAMENTO HERMÉTICO
ENTRADA
CHAMINÉS DE ACESSO
SAÍDA
TUBO DE LIMPEZA ϕ ≥ 0,15
CORTE A-A
CORTE B-B
h ≥ 1,10
d ≥ 1,10
d ≤ 2h
Sempre que d > 2 m, a fossa terá, no mínimo, duas chaminés de acesso; uma sobre o dispositivo de entrada e outra sobre o de saída.
ENTRADA
SAÍDA
TUBO DE LIMPEZA
TAMPÕES DE FECHAMENTO HERMÉTICO
PLANTA



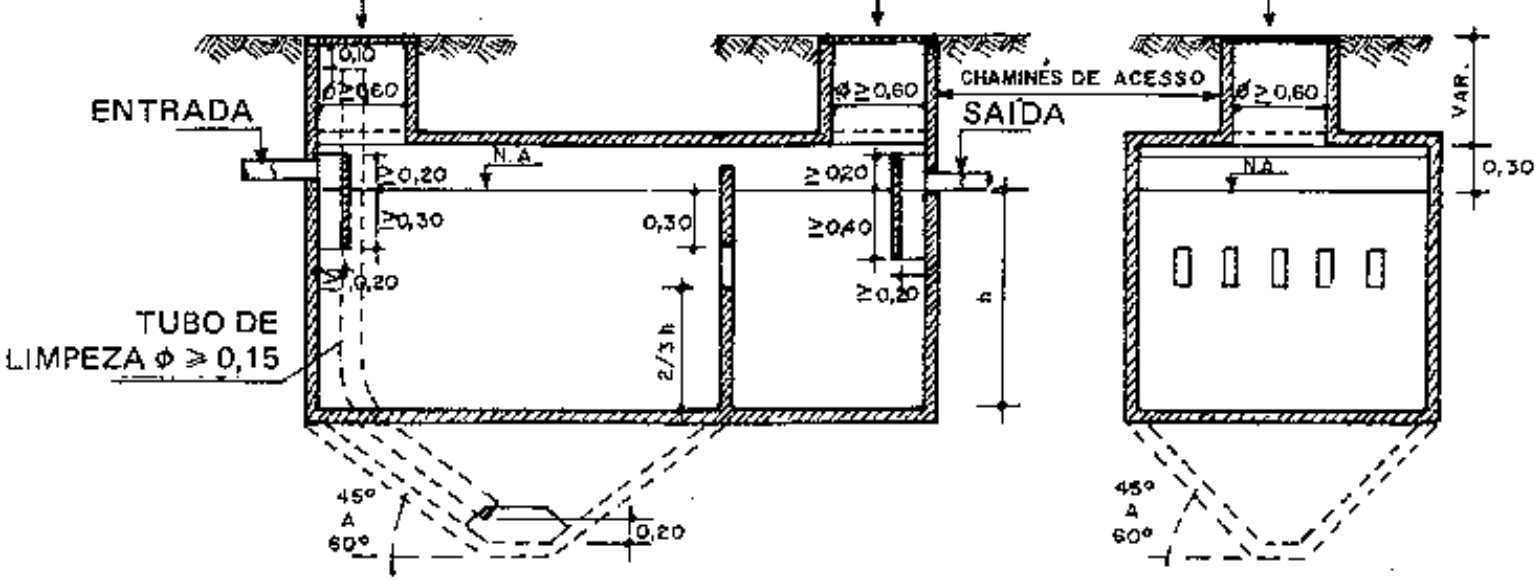
A



$h \geq 1,20$
$d \geq 1,20$

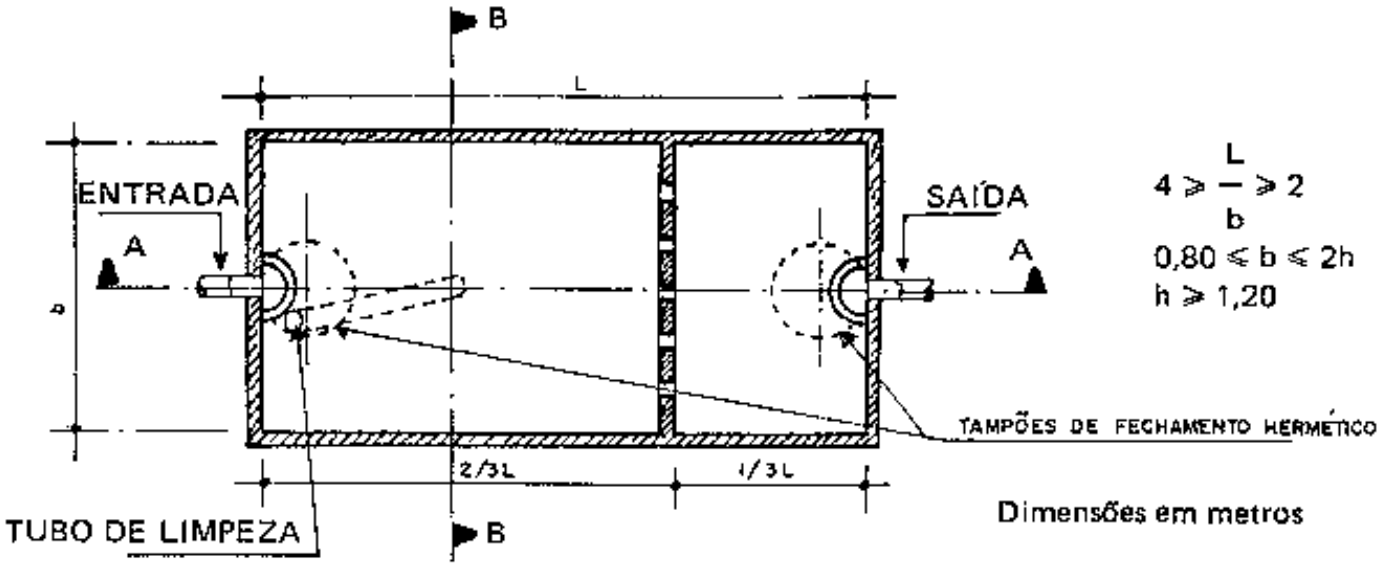
Sempre que $d > 2$ m, a fossa terá, no mínimo, duas chaminés de acesso; uma sobre o dispositivo de entrada e outra sobre o de saída.

Dimensões em metros



CORTE A-A

CORTE B-B



$$4 \geq \frac{L}{b} \geq 2$$

$0{,}80 \leq b \leq 2h$

$h \geq 1{,}20$

Dimensões em metros

PLANTA

Sempre que L > 2 m, a fossa terá, no mínimo, duas chaminés de acesso; uma sobre o dispositivo de entrada e outra sobre o de saída.

Deve-se tomar os seguintes cuidados, quando da utilização de fossas:

- somente utilizá-las quando as edificações forem providas de suprimento de água;
- todos os despejos de banheiros, lavanderias, cozinhas, etc. devem ser encaminhados às fossas;
- os despejos de cozinha devem passar por uma caixa de gordura, antes de serem encaminhados às fossas;
- não devem ser lançadas nas fossas as águas pluviais.
- O efluente de uma fossa séptica pode ser lançado: no solo através de sumidouro ou vala de infiltração; ou em águas de superfície ,com tratamento complementar.

No cálculo de contribuição dos despejos, deve ser observado:

a) o número de pessoas a serem atendidas, não inferior a cinco;

b) o consumo local de água e, na falta desses dados os valores constantes da Tabela seguinte:

Prédio	**Unidade**	**Contribuição**	
		Esgotos (C)	**Lodo Fresco (*Lf*)**
1 – Ocupantes Permanentes	Leito		
Hospitais	Pessoa	250	1
Apartamentos	Pessoa	200	1
Residências	Pessoa	150	1
Escolas – internatos	Pessoa	150	1
Casas populares – rurais	Pessoa	120	1
Hotéis (sem cozinhas e lavanderia)	Pessoa	120	1
Alojamentos	Pessoa	80	1
2 – Ocupantes Temporários			
Fábrica em Geral	Operário	70	0,30
Escritórios	Pessoa	50	0,20
Edifícios públicos ou comerciais	Pessoa	50	0,20
Escolas externatos	Pessoa	50	0,20
Restaurantes e similares	Refeição	25	0,10
Cinema, teatro e templos	Lugar	2	0,02

PERÍODO DE DETENÇÃO DOS DESPEJOS

Para as fossas sépticas de câmara única e de câmaras em série usar os valores da Tabela e observações:

Contribuição (litros/dia)	Período	
	Horas	**Dias (T)**
Até 6000	24	1
6000 a 7000	21	0,875
7000 a 8000	19	0,79
8000 a 9000	18	0,75
9000 a 10000	17	0,71
10000 a 11000	16	0,67
11000 a 12000	15	0,625
12000 a 13000	14	0,585
13000 a 14000	13	0,54
acima de 14000	12	0,50

b) para as fossas sépticas de câmara sobreposta, o período de detenção da câmara de decantação é de 2 horas (vazão máxima).

c) O volume mínimo da câmara de decantação **é de 500 litros**.

Para período de Armazenamento do Lodo Digerido as fossas sépticas devem ter capacidade de armazenamento do lodo digerido pelo período mínimo de 10 meses ou 300 dias.

Para período de Digestão do Lodo deve ser considerado o período de 50 dias, para efeito de cálculo.

Coeficiente de Redução do Volume do Lodo : consideram-se, a seguinte redução do volume do lodo fresco, em consequência da digestão:

a) lodo digerido R1 = 0,25

b) lodo em digestão R2 = 0,50

DIMENSIONAMENTO DAS FOSSAS SÉPTICAS DE CÂMARA ÚNICA

O volume útil é calculado pela fórmula:

$$V = N\ (CT + 100Lf)$$

Sendo:

- V = volume útil em litros;
- *N* = número de contribuintes;
- *C* = contribuição de despejos (ver Tab. 10)
- *T* = período de detenção em dias (ver Tabela); *Lf* = contribuição de lodos frescos (ver Tabela).

***Observação. O* volume útil mínimo admissível é de 1.250 litros.**

DIMENSIONAMENTO DE FOSSAS SÉPTICAS DE CÂMARAS SOBREPOSTAS

O volume da câmara de decantação é calculado pela fórmula.

$V_1 = NCT$

Para efeito de cálculo, adotar:

a) T = 0,20 dia e considerar a vazão máxima, não inferior a 2,4 vezes a vazão média;

b) vol. mínimo da câmara de decantação = 500 litros;

c) para fábricas ou escolas com mais de um turno por dia, considerar o turno de maior contribuição de pessoas (N).

Volume Decorrente do Período de Armazenamento

$\mathbf{V_2} = R_1\ NLf\ Ta;$

sendo:

- V_2 = volume em litros;
- R_1 = 0,25 (coeficiente de redução do lodo digerido);
- N = número de contribuintes;
- Lf = contribuição de lodos frescos (Tab. 10);
- Ta = período de armazenamento do lodo digerido (300 dias).

DIMENSIONAMENTO DE FOSSAS SÉPTICAS DE CÂMARAS SOBREPOSTAS

Volume Correspondente ao Lodo em Digestão

$V_3 = R_2 N Lf\ Td;$

sendo:

- V_3 = volume em litros;
- R_2 = 0,50 (coeficiente de redução do lodo em digestão);
- N = número de contribuintes;
- Lf = contribuição de lodos frescos (Tab. 10);
- Td = período de digestão do lodo (50 dias).

Volume Correspondente à Zona Neutra

$V_4 = 0{,}30 \times S;$

sendo:

- *V4* = volume em litros;
- *altura da zona neutra =-0,30 m;*
- *S* = seção transversal da fossa séptica.

DIMENSIONAMENTO DE FOSSAS SÉPTICAS DE CÂMARAS SOBREPOSTAS

Volume Correspondente à Zona de Escuma

$V_5 = h_d . S - V_1$

sendo:

V5 = volume em litros*;*

hd = distância vertical entre a geratriz inferior interna da câmara de decantação e o nível do liquido;

S = área da sessão transversal da fossa séptica*;*

V1 = volume da câmara de decantação.

O volume útil das fossas sépticas de câmaras sobrepostas é calculado pela fórmula:

$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5$,

sendo:

V = volume em litros (o volume mínimo admissivel é de 1.350 litros).

DIMENSIONAMENTO DAS FOSSAS SÉPTICAS DE DUAS CÂMARAS EM SÉRIE

$V = 1{,}3\ N\ (CT + 1\ 00\ Lf);$

- sendo:
- V = volume em litros;
- N = número de contribuintes;
- C = contribuiçffo de despejos;
- T = período de detenção em dias ;
- Lf = contribuição de lodos frescos .

O volume mínimo admissível é de 1.650 litros.

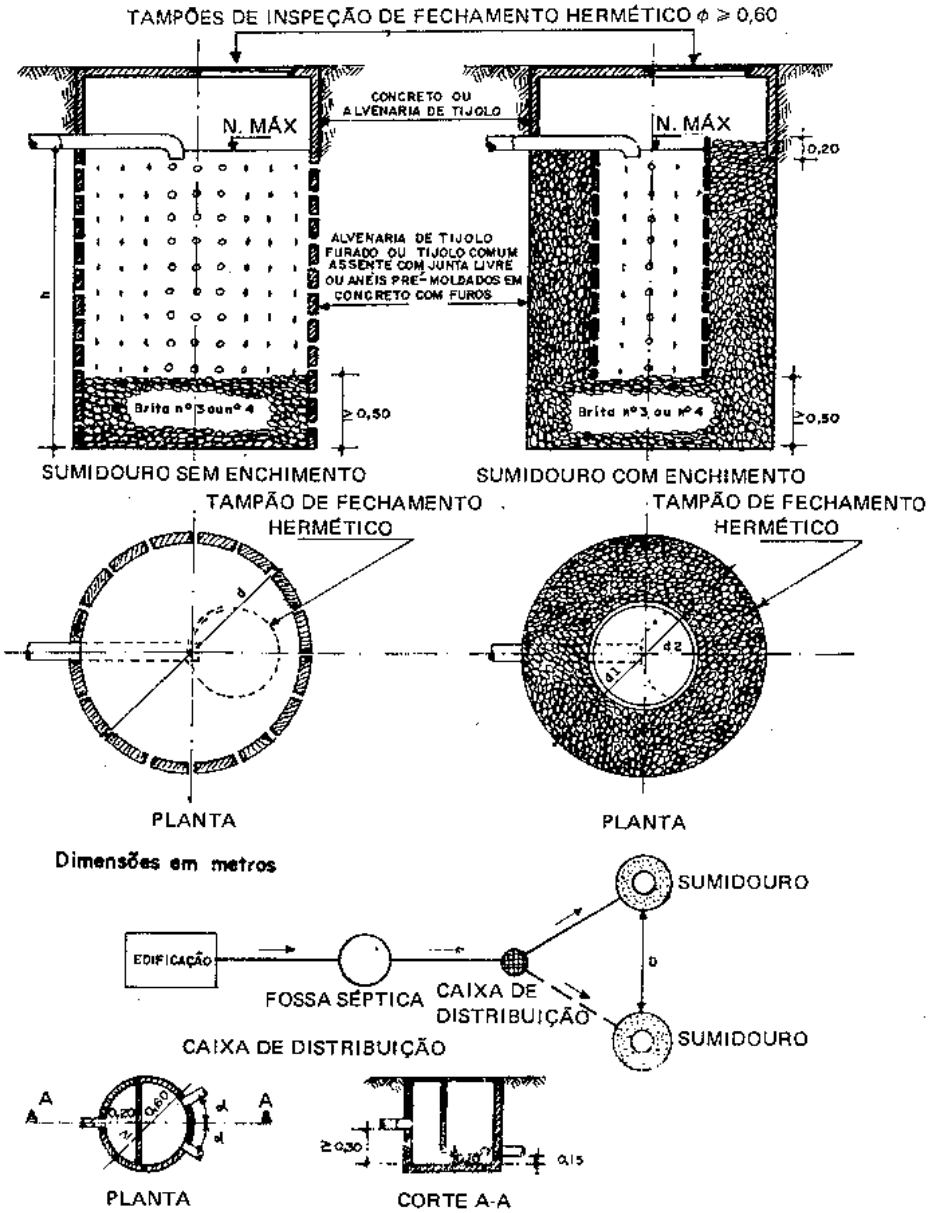
SUMIDOUROS

Os sumidouros devem ter as paredes revestidas de alvenaria de tijolos, assentes com juntas livres, eu de anéis (ou placas) pré-moldadas de concreto convenientemente furados e ter enchimento no fundo, de cascalho, pedra britada, coque de pelo menos 0,50 m de espessura.

As dimensões do sumidouro são determinadas em função da capacidade de absorção do terreno, conforme item a seguir, devendo ser considerado como superfície útil de absorção a do fundo e das paredes laterais até o nível de entrada do efluente da fossa.

DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DO SOLO

Ensaio de infiltração - escolher três pontos do terreno próximo ao local onde será lançado o efluente; em cada ponto escavar uma cova quadrada de 0,30 m de lado e 0,30 m de profundidade.



Notas: a) Distância máxima na horizontal e vertical entre furos — 0,20 m.
b) Diâmetro mínimo dos furos — 0,015 m.
c) Considerar como área de infiltração : a área lateral até a altura h e a do fundo.
d). A distância D entre os sumidouros deve ser maior que 3 vezes o diâmetro dos mesmos e nunca menor que 6 m.

Dimensões em metros

- No caso de sumidouro, os pontos são em diferentes profundidades; pode-se usar um pré- dimensionamento conforme dados da Tabela seguinte:

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

DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DO SOLO

No caso de vala de infiltração a seção do fundo as covas devem estar a uma profundidade de 0,60 a 1 m do nível do terreno.

Será prudente que o fundo da vala ou do sumidouro estejam a 1,5 m acima do nível máximo do lençol freático.

- raspar o fundo e os lados da cova e colocar uma camada de 5 cm de brita nº 1;
- no 1 º dia de ensaio, manter as covas cheias de água durante 4 horas;
- no dia seguinte, encher as covas com água e aguardar que se infiltrem totalmente;
- encher novamente as covas até uma altura de 0,15 m e cronometrar o tempo de rebaixamento de 0,15 para 0,14 m.

Quando este rebaixamento se der em menos de 3 minutos, refazer o ensaio cinco vezes, adotando a 50 medição.

Com os tempos acima obtidos, obter os coeficientes de infiltração do solo em l/m^2 por dia, na curva de coeficiente de infiltração

Adotar o menor dos coeficientes determinados nos ensaios.

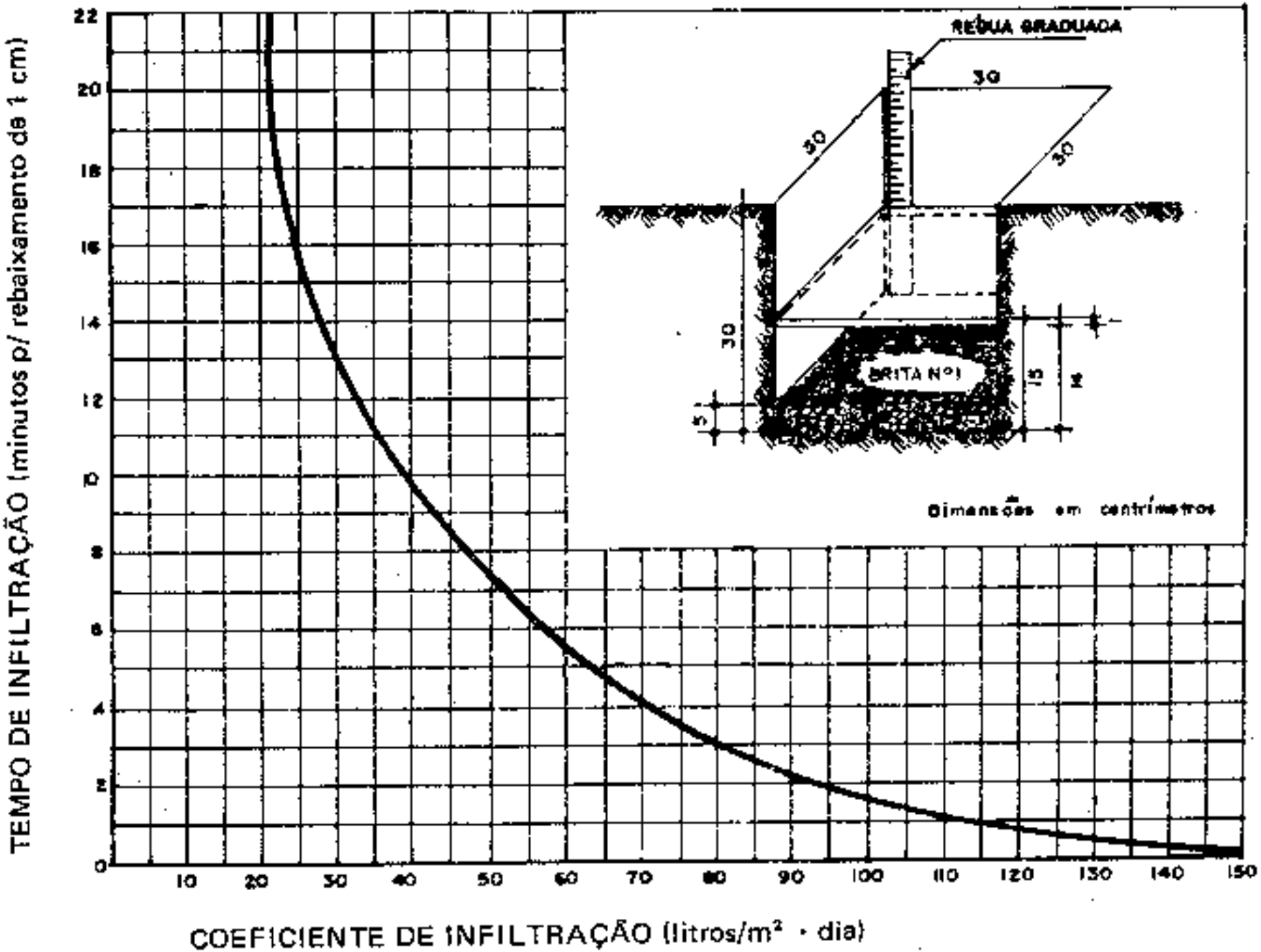
ÁREA DE INFILTRAÇÃO NECESSÁRIA

A área de infiltração necessária para determinado despejo, pode ser calculada pela fórmula:

A = V/*Ci*

sendo:

- *A* = área em **m²,** para o sumidouro ou vala de infiltração;
- *V* =- volume de contribuição diária em l/dia, obtido da tabela específica;
- *Ci* = coeficiente de infiltração, obtido pela curva de coeficiente de infiltração ou Tabela seguinte.


TEMPO DE INFILTRAÇÃO (minutos p/ rebaixamento de 1 cm)
COEFICIENTE DE INFILTRAÇÃO (litros/m² · dia)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
RÉGUA GRADUADA
30
30
30
30
BRITA Nº1
15
15
Dimensões em centímetros

***EXEMPLO**:* Edifício de apartamentos com 4 pavimentos e 2 apartamentos por pavimento. Os apartamentos são de 3 quartos sociais e um de serviço. Desejamos saber qual a área de infiltração necessária para o sumidouro e o volume da fossa séptica de câmara. O tempo de infiltração obtido por ensaios: 10 minutos.

Cálculo do número de contribuintes:

Nº de pessoas por apartamento: 7

Nº de apartamento no edifício: 8

Nº total de contribuintes: 56

Volume da fossa séptica de câmara única:

$V=N(CT+10OLf)$

Pelas Tabelas tem-se:

C = 200 l/dia/pessoa ou C = 56 x 200 = 11.200 l/dia e T = 0,625

O volume útil da fossa será: V = 56 (200 x 0,625 + 100 x 1) = 12.600 litros ou 12,6 m^3

Caso a fossa seja cilíndrica, podemos usar as dimensões:

d = 2,83 m e h = 2 m

A área de infiltração necessária para o sumidouro será, para 4 sumidouros prismáticos de altura $h = 2\ m$ e com as dimensões de *5 x 7 metros*.

INSTALAÇÃO HIDRÁULICA
ÁGUA PLUVIAL

INTRODUÇÃO

A água da chuva é um dos elementos mais danosos à durabilidade e boa aparência das construções.

As coberturas das edificações destinam-se a impedir que as águas de chuva atinjam áreas a serem protegidas e, resulta que um volume de água deve ser convenientemente coletada e transportado à rede pública de drenagem, cabendo ao projetista fazer com que o escoamento das mesmas se faça pelo trajeto mais curto e ao mesmo tempo possível.

No Brasil adota-se o sistema separador absoluto, ou seja, o esgoto sanitário tem uma rede projetada, separada da rede de águas pluviais. Esta é dimensionada para permitir o adequado escoamento das vazões pluviais, que são bastante superiores às do esgotos sanitários.

A não observância do citado anteriormente quase sempre é responsável pelo refluxo dos poços de visita da rede pública de esgotos sanitários nas ruas, e resulta na degradação das condições higiênicas locais.

INSTALAÇÃO HIDRÁULICA
ÁGUA PLUVIAL

Posto isto, reafirma-se que as instalações prediais de águas pluviais deverão lançar na sarjeta a totalidade da chuva precipitada sobre o telhado, terraço, pátios, quintais, estacionamento das edificações e devem ser projetadas de modo a:

- apresentarem estanqueidade;
- apresentarem fácil desobstrução e limpeza;
- apresentarem resistência às intempéries;
- apresentarem resistência aos esforços provenientes de variações térmicas, choques mecânicos, cargas, pressões, etc.
- apresentarem a capacidade de evitar riscos de penetração de gases, ser for o caso.

INSTALAÇÃO HIDRÁULICA
ÁGUA PLUVIAL

A norma brasileira que trata das instalações prediais é a **ABNT NBR 10.844/89**,ela:

- fixa exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, tendo como objetivo garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.
- se aplica a drenagem de águas pluviais em coberturas e demais áreas associadas ao edifício, tais como terraços, pátios, quintais e similares. Não se aplica a casos onde as vazões de projeto e as características da área exijam a utilização de bocas de lobo e galerias.

PROJETO

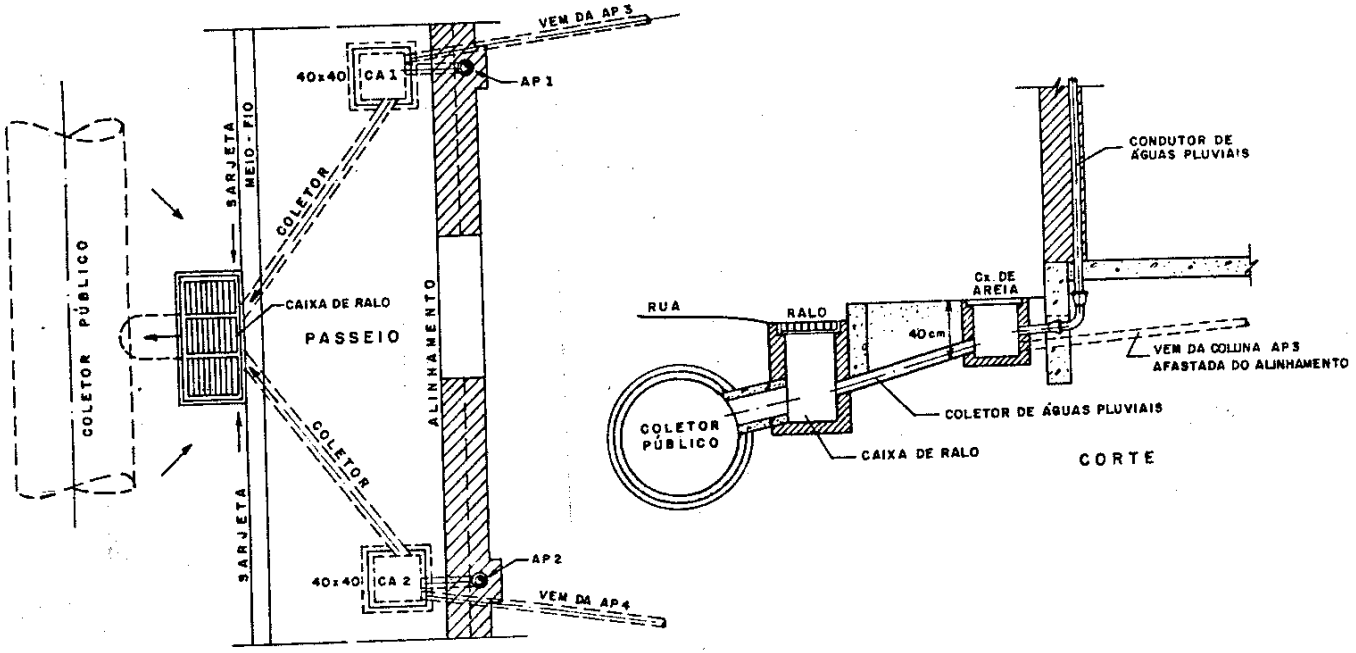
O projeto de esgotamento de águas pluviais em edifícios deve fixar a tomada das águas, através dos ralos na cobertura e nas áreas, a passagem da tubulação em todos os pavimentos (horizontal e/ou vertical), a ligação dos condutores verticais de água pluvial às caixas de areia ou pátio, a ligação do ramal predial à rede pública de drenagem urbana.

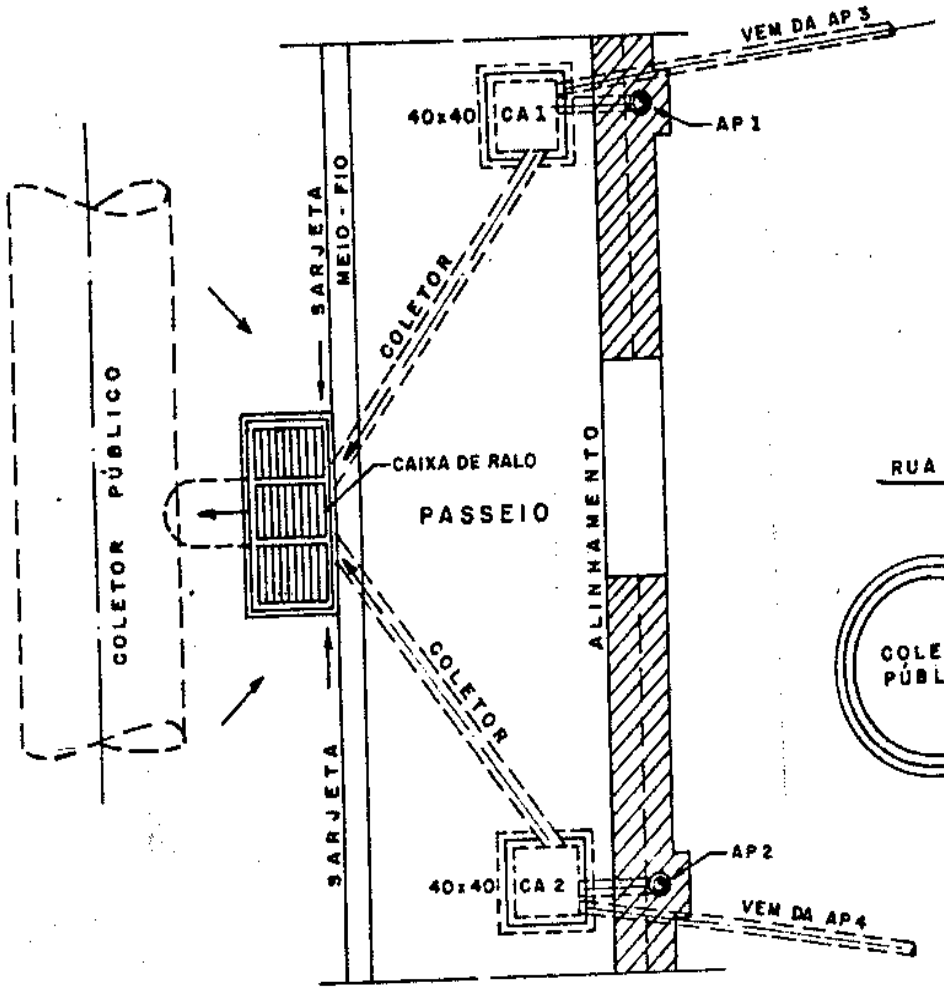
O esquema vertical utilizado para mostrar as canalizações de esgotos sanitários também deve ser utilizado para mostrar as canalizações de águas pluviais, não esquecendo de se destacar uma instalação, da outra.

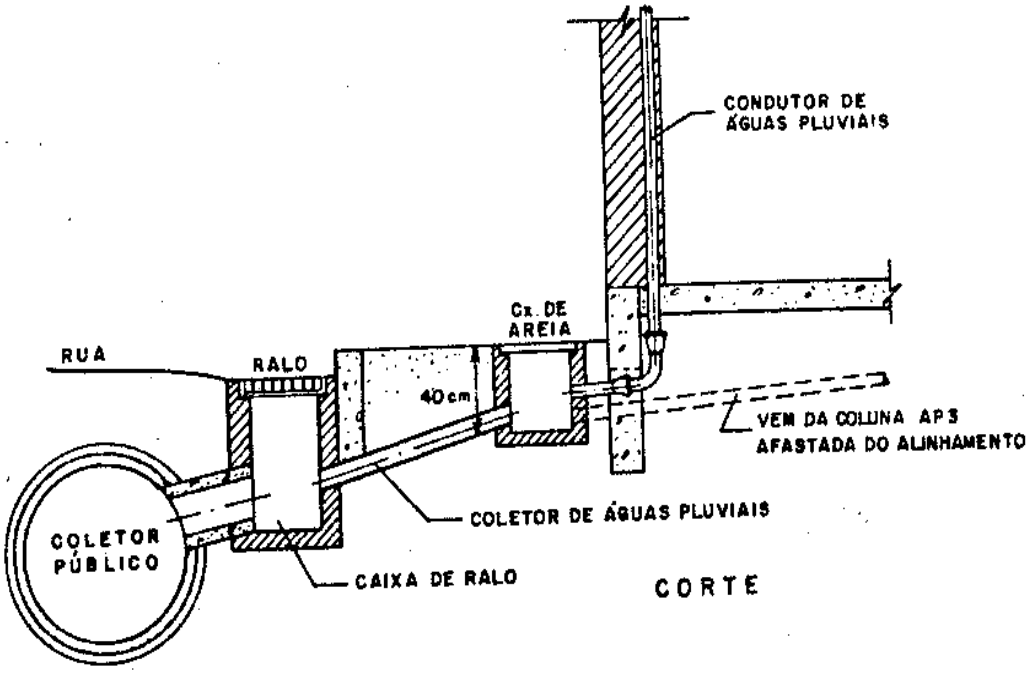
Por fim, devem ser tomadas todos os cuidados e se considerar todas as etapas que foram utilizadas numa instalação predial de água fria.

PARTES CONSTITUINTES E TERMOS TÉCNICOS UTILIZADOS EM UMA INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUAS PLUVIAIS

A figura extraída de Macynthyre (1984) mostra as partes de uma instalação de águas pluviais, e a seguir apresentam-se os termos mais comumente utilizados pela **NBR**, para uma melhor compreensão.




VEM DA AP 3
40x40
CA 1
AP 1
SARJETA
MEIO - FIO
COLETOR
COLETOR PÚBLICO
CAIXA DE RALO
PASSEIO
ALINHAMENTO
COLETOR
SARJETA
AP 2
40x40
CA 2
VEM DA AP 4


CONDUTOR DE
ÁGUAS PLUVIAIS
Cx. DE
AREIA
RUA
RALO
40cm
VEM DA COLUNA AP 3
AFASTADA DO ALINHAMENTO
COLETOR DE ÁGUAS PLUVIAIS
COLETOR
PÚBLICO
CAIXA DE RALO
CORTE

- ALTURA PLUVIOMÉTRICA - Volume de água precipitada por unidade de área horizontal.
- ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO - Soma das áreas das superfícies que, interceptando a chuva, conduzem as águas para um determinado ponto da instalação.
- BORDO LIVRE - Prolongamento vertical da calha, cuja função é evitar transbordamento.

- CAIXA DE AREIA - Caixa utilizada nos condutores horizontais para recolher detritos por deposição.
- CALHA - Canal que recolhe a água de coberturas, terraços e similares e a conduz a um ponto de destino.
- CALHA DE ÁGUA FURTADA - Calha instalada na linha de água-furtada da cobertura.
- CALHA DE BEIRAL - Calha instalada na linha do beiral da cobertura.
- CALHA DE PLATIBANDA - Calha instalada na linha de encontro da cobertura com a platibanda.
- CONDUTOR HORIZONTAL - Canal ou tubulação horizontal destinado a recolher e conduzir águas pluviais até os locais permitidos pelos dispositivos legais.
- CONDUTOR VERTICAL - Tubulação vertical destinada a recolher águas de calhas, coberturas, terraços e similares e conduzir até a parte inferior do edifício.

- DIÂMETRO NOMINAL - Simples número que serve para classificar, em dimensões, os elementos de tubulações: tubos, conexões, condutores, calhas, bocais, etc. Corresponde aproximadamente ao diâmetro interno da tubulação em (mm). O diâmetro nominal (DN n°) não deve ser objeto de medição nem utilizado para fins de cálculos.
- DURAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO - Intervalo de tempo de referência para a determinação de intensidades pluviométricas.
- FUNIL DE SAÍDA - Saída em forma de funil.
- INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA - Quociente entre a altura pluviométrica precipitada num intervalo de tempo e esse intervalo.
- PERÍMETRO MOLHADO - Linha que limita a seção molhada junto às paredes e fundo do condutor ou calha.
- PERÍODO DE ,RETORNO - Número médio de anos em que, para a mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica é igualada ou ultrapassada apenas uma vez.
- RALO - Caixa dotada de grelha na parte superior, destinada a receber águas pluviais.
- RALO HEMISFÉRICO - Ralo cuja grelha tem forma hemisférica.
- RALO PLANO - Ralo cuja grelha tem forma plana.
- SAÍDA - Orifício na calha, cobertura, terraço e similares para onde as águas pluviais convergem.

- SEÇÃO MOLHADA - Área útil de escoamento em uma seção transversal de um condutor ou calha.
- TEMPO DE CONCENTRAÇÃO - Intervalo de tempo decorrido entre o início da chuva e o momento em que toda área de contribuição passa a contribuir para uma determinada seção transversal de um condutor ou calha.

- VAZÃO DE PROJETO - Vazão de referência para o dimensionamento de condutores e calhas.

DIMENSIONAMENTO

As chuvas normalmente precipitam-se sobre superfícies inclinadas, telhados e lajes, e superfícies horizontais, lajes e pisos. Parte delas irá de encontro a superfícies verticais, e escorrerá para um dos dois tipos anteriores.

Após precipitadas, as águas poderão ser encaminhadas até as calhas ou ralos, de onde, através de condutos verticais e horizontais, seguirão até a sarjeta ou a galeria de águas pluviais.

As coberturas horizontais de laje deverão impedir o empoçamento, exceto durante as tempestades, pois neste caso será temporário. Para tanto estas coberturas deverão ser impermeáveis, sendo que a NBR especifica que:

- As superfícies horizontais de laje devem ter uma declividade mínima de 0,5% que garanta o escoamento das águas pluviais até os pontos de drenagem previstos.
- A drenagem deve ser feita por mais de uma saída, exceto nos casos em que não houver risco de obstrução.

DIMENSIONAMENTO

- Quando necessário, a cobertura dever ser subdividida em áreas menores com caimentos de orientações diferentes, para evitar grandes percursos de água.
- Os trechos da linha perimetral da cobertura e das eventuais aberturas na cobertura (escadas, clarabóias, etc) que possam receber água em virtude do caimento, devem ser dotados de platibanda ou calha.

Por fim os ralos podem ser planos, os mais comuns ,ou hemisféricos. Estes últimos devem ser usados onde o uso de ralos planos puder causar obstrução.

Para o dimensionamento das calhas, condutores verticais e horizontais, o que de mais importante é preciso para se determinar, é a vazão que a chuva provoca. Isto é feito utilizando-se a fórmula racional ou pela fórmula dada pela NBR que é:

DIMENSIONAMENTO

$$Q = \frac{i \times A}{60}$$

onde:

- Q: vazão de projeto em l/min;
- i: intensidade de chuva em mm/h;
- A: área de contribuição em m^2.

A intensidade da chuva depende do período de Retorno, que no caso de drenagem de águas pluviais em edifícios é:

- T = 1 ano: para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados
- T = 5 anos: para coberturas e/ou terraços.
- T = 25 anos: para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravazamento não possa ser tolerado.

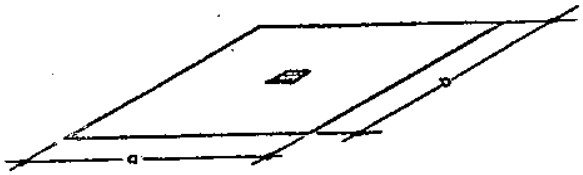
DIMENSIONAMENTO

Em anexo apresenta-se a tabela 5 retirada da NBR, que para o período de retorno de 1 / 5 ou 25 anos apresenta intensidade de chuva com duração de 5 min de várias localidades do Brasil.

A área de contribuição deve ser calculada levando em consideração desde a direção do vento, até os incrementos devidos à inclinação do telhado, bem como as paredes eventualmente existentes capazes de interceptar a água de chuva. A figura, no slide seguinte, retirada da NBR, reproduz as recomendações de procedimentos em diversas situações.

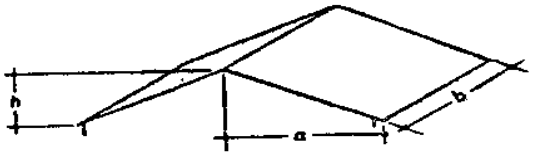
A área de contribuição das coberturas ou de áreas externas edificações, devem ser bem caracterizadas por meio de cortes no telhado e declividades nas áreas externas, de modo que as vazões que escoam nas calhas e condutores conduzem à instalação mais econômica possível para a drenagem das águas pluviais.

$A = a.b$

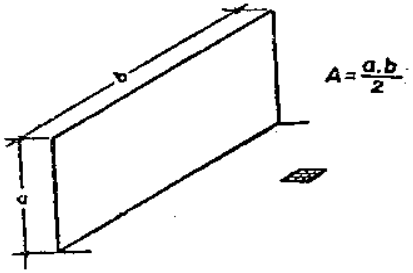


(a) superfície plana horizontal

$A = (a + \frac{h}{2}).b$

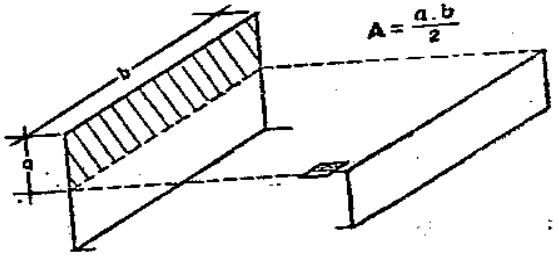


(b) superfície inclinada



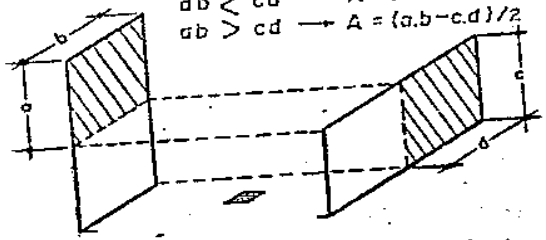
$A = \frac{a.b}{2}$

(c) superfície plana vertical única



$A = \frac{a.b}{2}$

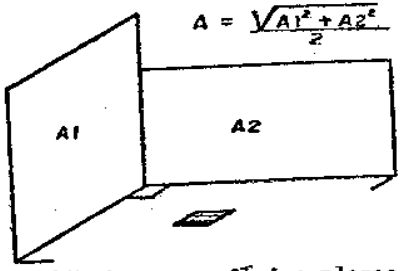
(d) duas superfícies planas verticais opostas



$ab < cd \longrightarrow A = (c.d - a.b)/2$

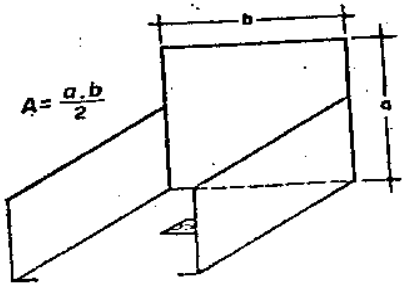
$ab > cd \longrightarrow A = (a.b - c.d)/2$

(e) duas superfícies planas verticais opostas



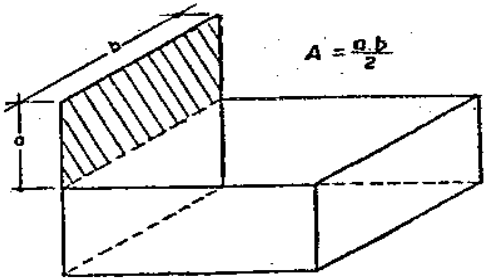
$A = \frac{\sqrt{A1^2 + A2^2}}{2}$

(f) duas superfícies planas verticais adjacentes e perpendiculares



$A = \frac{a.b}{2}$

(g) três superfícies planas verticais adjacentes e perpendiculares sendo as duas opostas idênticas



$A = \frac{a.b}{2}$

(h) quatro superfícies planas verticais, sendo uma com maior altura

CALHAS

As calhas coletam as águas de chuvas que precipitam nas coberturas das edificações e as conduzem a pontos convenientemente localizados. A figura mostra-nos as calhas com as seções usuais e suas disposições nas coberturas.

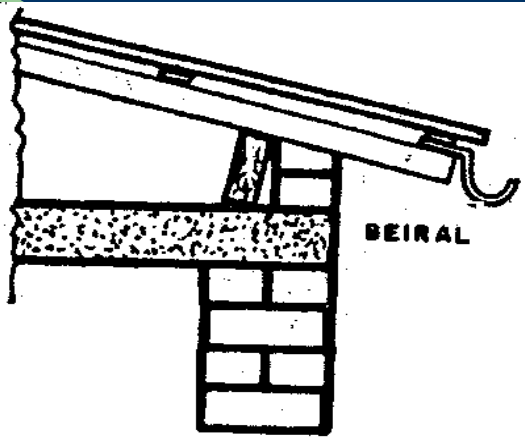
A inclinação nos casos de calha tipo beiral ou platibanda deverá ser uniforme com no mínimo 0,5%. No caso de calha tipo água furtada a inclinação deverá ser definida pelo projeto de cobertura.

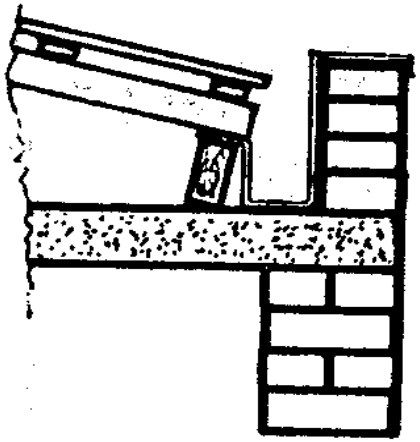
Para o dimensionamento das calhas emprega-se a fórmula de Manning Strickler:

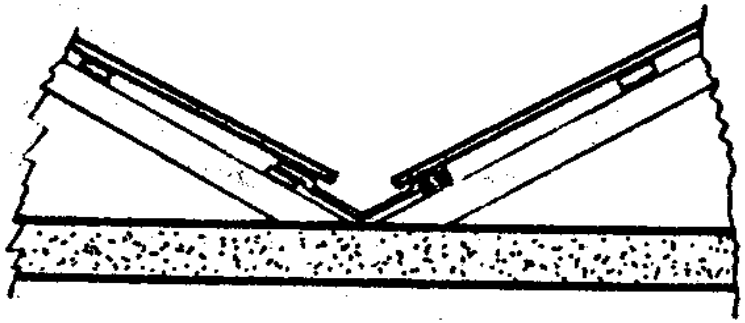
$$Q = \frac{1}{n} A R_H^{2/3} I^{1/2}$$

onde: Q: Vazão na seção final da calha em m^3/s; A: área molhada em m^2; Rh: raio hidráulico em m; I: declividade da calha em m/m, e n: coeficiente de Manning

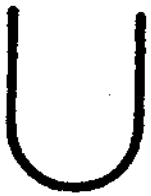
CALHAS


BEIRAL

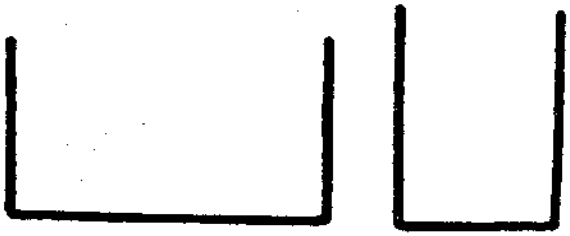

PLATIBANDA
COM RUFO


ÁGUA FURTADA

CIRCULAR


U

V


RETANGULAR

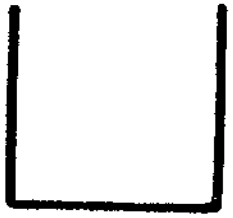

QUADRADA

TABELA: Coeficiente de rugosidade de Manning.

Material	Nº
plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos	0,011
ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
cerâmica, concreto não alisado	0,013
alvenaria de tijolos não revestida	0,015

RECOMENDAÇÕES/OBSERVAÇÕES

Por fim **a NBR** recomenda ainda, para as calhas, que:

- Quando a saída não estiver colocada em uma das extremidades, a vazão de projeto para o dimensionamento das calhas de beiral ou platibanda deve ser aquela correspondente a maior das áreas de contribuição.
- Nos casos em que não se pode tolerar nenhum transbordamento ao longo da calha, extravasores podem ser previstos como medida adicional de segurança. Nestes casos, os extravasores devem descarregar em locais adequados.
- Em calhas de beiral ou platibanda, quando a saída estiver a menos de 4m de uma mudança de direção, a vazão de projeto deve ser multiplicada pelos coeficientes da Tabela seguinte:

Tabela: Coeficientes multiplicativos da vazão de projeto.

Tipo de Curva	curva a menos de 2 m da saída da calha	curva entre 2 e 4 m da saída da calha
canto reto	1,2	1,1
canto arredondado	1,1	1,05

CONDUTORES VERTICAIS

Captam as águas coletadas pelas calhas e as transportam para a parte inferior das edificações. Podem ser instaladas interna ou externamente ao edifício e devem ser projetadas sempre que possível em uma só prumada.

Quando houver necessidade de desvio, devem ser usadas curvas de 90° de raio longo ou curvas de 45°, e previstas peças de inspeção.

Quando de seção circular, devem ter diâmetro mínimo de 70 mm.

Não existem fórmulas hidráulicas para o seu dimensionamento, pois normalmente tem-se uma mistura de ar e água escoando neste condutos. Desta maneira a norma apresenta ábacos reproduzidos na sequência, com as seguintes instruções para seu uso:

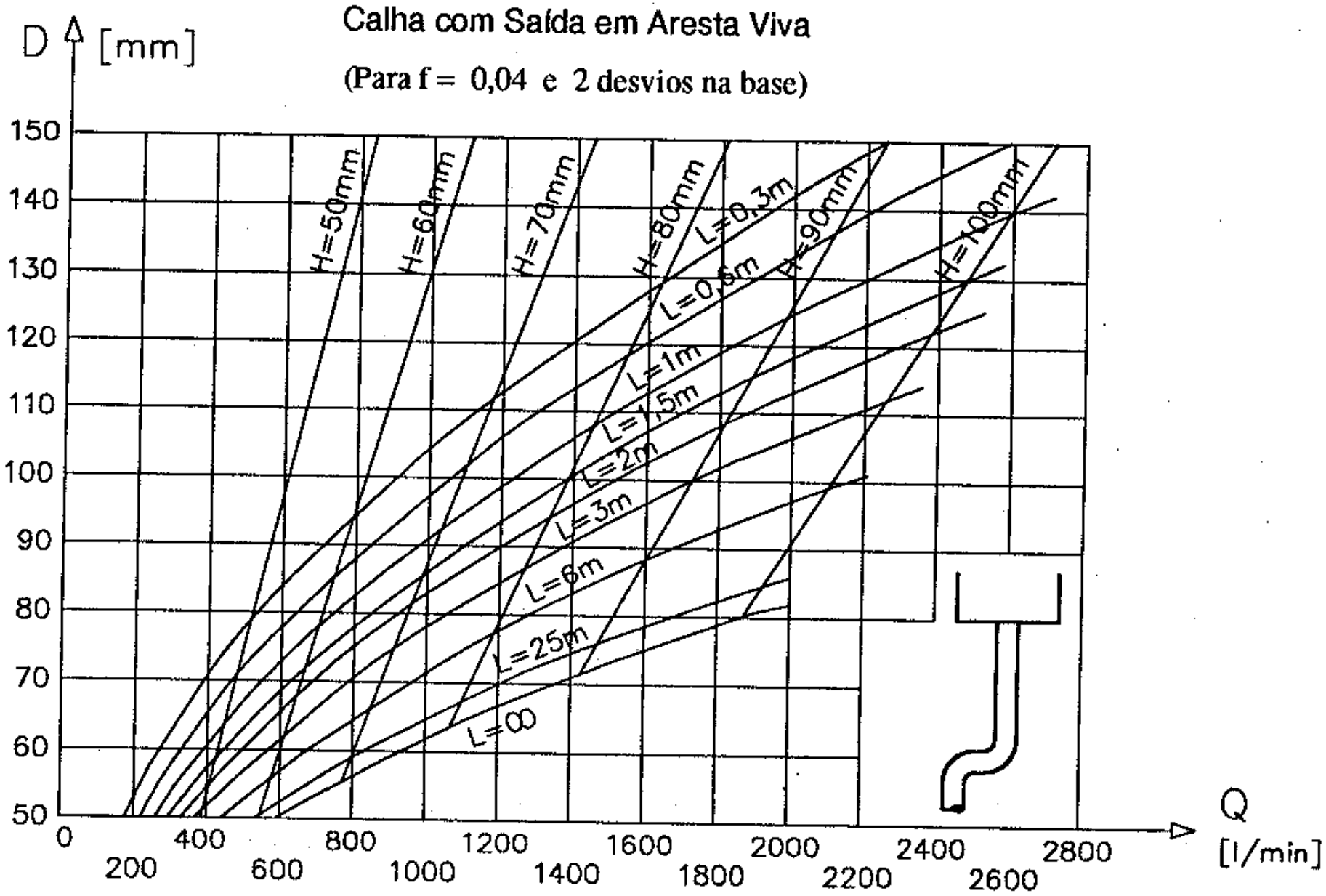
CONDUTORES VERTICAIS

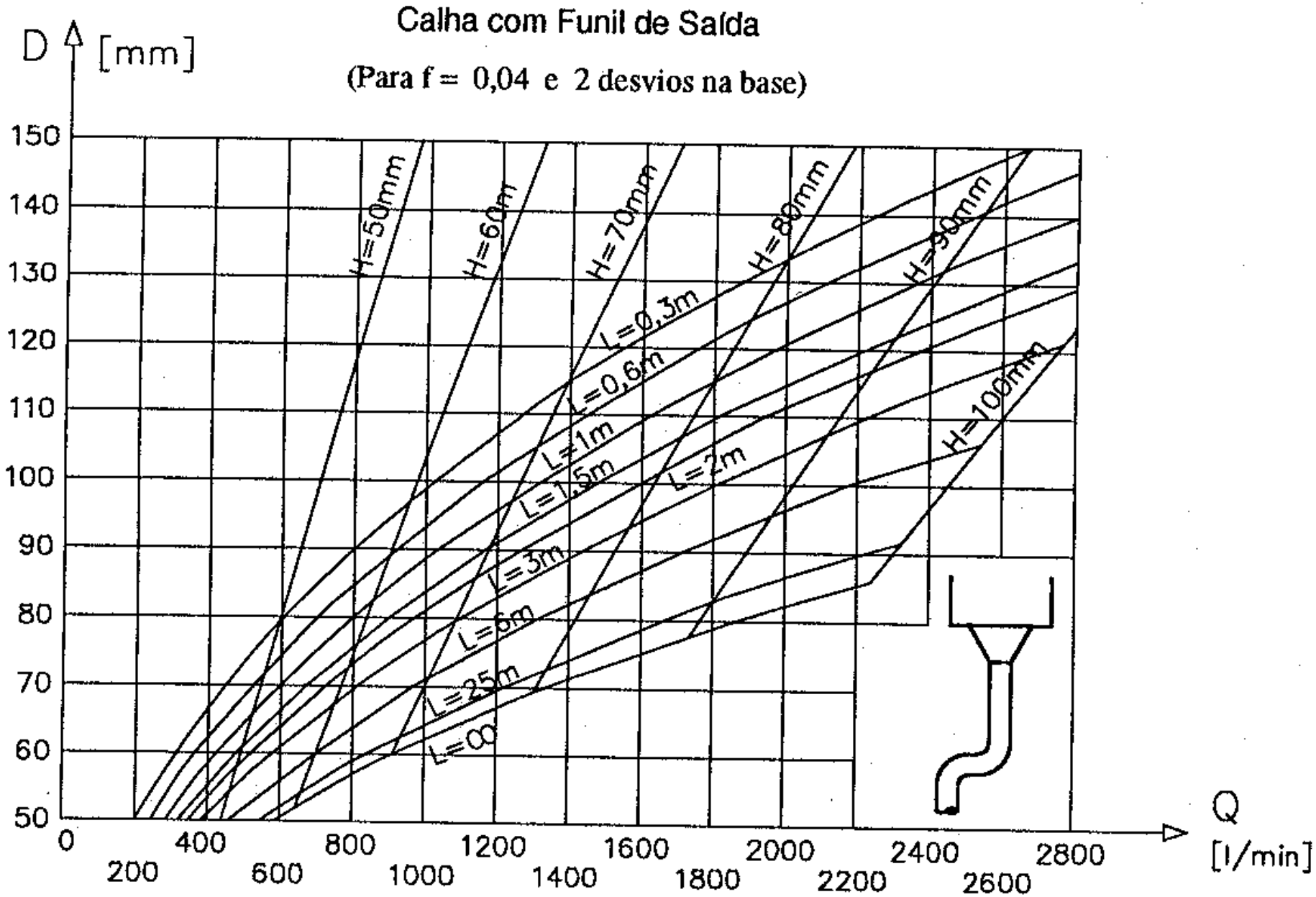
O dimensionamento dos condutores verticais deve ser feito a partir dos dados de : Q = Vazão de projeto (L/min); H = Altura da lâmina de água (mm); L = Comprimento condutor vertical (m); O diâmetro interno (D) do condutor vertical é obtido através dos Ábacos.

Para calhas com saída em aresta viva ou com funil de saída, deve-se utilizar o Ábaco respectivo.

Dados (Q), (H) e (L), o procedimento é o seguinte:

- Levantar uma vertical por (Q) até interceptar as curvas de (H) e (L) correspondentes. No caso de não haver curvas dos valores de (H) e (L), interpolar entre as curvas existentes.
- Transportar a interseção mais alta até o eixo (D).
- Adotar o diâmetro nominal cujo diâmetro interno seja superior ou igual ao valor encontrado.


Calha com Saída em Aresta Viva
(Para f = 0,04 e 2 desvios na base)
D [mm]
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000
2200
2400
2600
2800
Q [l/min]
H=50mm
H=60mm
H=70mm
H=80mm
H=90mm
H=100mm
L=0,3m
L=0,6m
L=1m
L=1,5m
L=2m
L=3m
L=6m
L=25m
L=∞


Calha com Funil de Saída
(Para f = 0,04 e 2 desvios na base)
D [mm]
Q [l/min]
H=50mm
H=60mm
H=70mm
H=80mm
H=90mm
H=100mm
L=0,3m
L=0,6m
L=1m
L=1,5m
L=2m
L=3m
L=6m
L=25m
L=∞
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000
2200
2400
2600
2800

CONDUTORES HORIZONTAIS

Os condutores de terraços, áreas abertas e pátios, etc são denominados horizontais quando sua declividade é pequena (não inferior a 0,5%) e uniforme. Além disso, devem propiciar o escoamento das vazões com lâminas de água máxima igual a 2/3 do diâmetro interno do tubo.

A NBR nos mostra uma tabela, que fornece a capacidade de condutores horizontais de seção circular, com base na formulação de Manning Strickler com (y/D = 2/3). A Norma recomenda, ainda, que:

- Nas tubulações aparentes devem ser previstas inspeções sempre que houver conexões com outra tubulação, mudança de declividade, mudança de direção e a cada trecho de 20 m nos percursos retilíneos.
- Nas tubulações enterradas devem ser previstas caixas de areia sempre que houver conexões com outra tubulação, mudança de declividade, mudança de direção e a cada trecho de 20 m nos percursos retilíneos.
- A ligação entre os condutos verticais e horizontais é sempre feita por curva de raio longo com inspeção ou caixa de areia, segundo o condutor horizontal esteja aparente ou enterrado.

TABELA: Capacidade de condutores horizontais de seção circular

Diâmetro interno	n = 0,011				
(D) (mm)	0,5%	1%	2%	4%	0,5%
1	2	3	4	5	6
50	32	45	64	90	29
63	59	84	118	168	55
75	95	133	188	267	87
100	204	287	405	575	187
125	370	521	735	1.040	339
150	602	847	1.190	1.690	552
200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190
250	2.350	3.310.	4.660	6.620	2.150
300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500

TABELA: Capacidade de condutores horizontais de seção circular

Diâmetro interno	n = 0,012				n = 0,013		
(D) (mm)	1%	2%	4%	0,5%	1%	2%	4%
1	7	8	9	10	11	12	13
50	41	59	83	27	38	54	76
63	77	108	154	50	71	100	142
75	122	172	245	80	113	159	226
100	264	372	527	173	243	343	486
125	478	674	956	313	441	622	882
150	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
200	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
250	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
300	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Curvas intensidade/duração/frequência ou i-d-f

Até 100m^{2,} usar i=150mm/h. Para maiores, usar curvas i-d-f.

Para Araçatuba, usar a curva de Andradina, disponível no site do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE:

$$i_{t,T} = 34{,}5743\ (t+20)^{-0{,}8809} + 2{,}6906\ (t+10)^{-0{,}6683}.\ [-0{,}4766 - 0{,}8977\ \ln \ln(T/T-1)]$$

Onde t é a duração da chuva em minutos e T o período de retorno em anos e i a intensidade de chuva em mm/minuto.

Sistemas de combate a incêndio

Decretos Estaduais

SP – DE 56.819/2.011 – Atualizou as ITs (Instruções técnicas);

As Its compilam várias normas NBRs e Internacionais, mas não as substitui.

DE 56.819/2.011 – Definir ocupação

ANEXOS DO REGULAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

TABELA 1

CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO QUANTO À OCUPAÇÃO

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas) e condomínios horizontais
		A-2	Habitação multifamiliar	Edifícios de apartamento em geral
		A-3	Habitação coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas. Capacidade máxima de 16 leitos
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos, divisão A-3 com mais de 16 leitos
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se *apart-hotéis*, *flats*, hotéis residenciais)

DE 56.819/2.011 – Definir Altura (piso)

TABELA 2

CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES QUANTO À ALTURA

Tipo	Denominação	Altura
I	Edificação Térrea	Um pavimento
II	Edificação Baixa	$H \leq 6{,}00$ m
III	Edificação de Baixa-Média Altura	$6{,}00 \text{ m} < H \leq 12{,}00$ m
IV	Edificação de Média Altura	$12{,}00 \text{ m} < H \leq 23{,}00$ m
V	Edificação Mediamente Alta	$23{,}00 \text{ m} < H \leq 30{,}00$ m
VI	Edificação Alta	Acima de 30,00 m

DE 56.819/2.011 – Carga (IT 14)

TABELA 3

CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO QUANTO À CARGA DE INCÊNDIO

Risco	Carga de Incêndio MJ/m²
Baixo	até 300MJ/m²
Médio	Entre 300 e 1.200MJ/m²
Alto	Acima de 1.200MJ/m²

DE 56.819/2.011

TABELA 4

EXIGÊNCIAS PARA EDIFICAÇÕES EXISTENTES

PERÍODO DE EXISTÊNCIA DA EDIFICAÇÃO E ÁREAS DE RISCO	ÁREA CONSTRUÍDA $\leq$ 750 m^2 E ALTURA $\leq$ 12 m	ÁREA CONSTRUÍDA > 750 m^2 e/ou ALTURA > 12 m
QUALQUER PERÍODO ANTERIOR À VIGÊNCIA DO ATUAL REGULAMENTO	Conforme Tabela 5	Conforme ITCB 43 – Adaptação às Normas de Segurança contra Incêndio - Edificações Existentes

NOTAS GERAIS:

a – Os riscos específicos devem atender às ITCB respectivas e às regulamentações do SvSCI;

b – As instalações elétricas e o sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) devem estar em conformidade com as normas técnicas oficiais.

DE 56.819/2.011 – Até 750m²

TABELA 5

EXIGÊNCIAS PARA EDIFICAÇÕES COM ÁREA MENOR OU IGUAL A 750 M² E ALTURA INFERIOR OU IGUAL A 12,00 M

Medidas de Segurança contra Incêndio	A, D, E e G	B	C	F			H		I e J	L
				F2, F3, F4, F6, F7 e F8	F1 e F5	F9 e F10	H1, H4 e H6	H2, H3 e H5		L1
Controle de Materiais de Acabamento	-	X	-	X	X	-	-	X	-	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X[1]	X[2]	X[1]	X[3]	X[3]	X[3]	X[1]	X[1]	X[1]	-
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Brigada de Incêndio	-	-	-	X[4]	X[4]	X[4]	-	-	-	X

NOTAS ESPECÍFICAS:

1 – Somente para as edificações com mais de dois pavimentos;

2 – Estão isentos os motéis que não possuam corredores internos de serviços;

3 – Para edificação com lotação superior a 50 pessoas ou edificações com mais de dois pavimentos;

4 – Exigido para lotação superior a 100 pessoas.

NOTAS GERAIS:

a – Para o Grupo M (especiais) ver tabelas específicas;

b – Para a Divisão G-5 (hangares): prever sistema de drenagem de líquidos nos pisos para bacias de contenção à distância. Não é permitido o armazenamento de líquidos combustíveis ou inflamáveis dentro dos hangares;

c – Para a Divisão L-1 (Explosivos), atender a ITCB-30. As Divisões L-2 e L-3 somente serão avaliadas pelo Corpo de Bombeiros mediante Comissão Técnica;

d – Os subsolos das edificações devem ser compartimentados com PCF P-90 em relação aos demais pisos contíguos. Para subsolos ocupados ver Tabela 7;

e – As instalações elétricas e o SPDA devem estar em conformidade com as normas técnicas oficiais;

f – Observar ainda as exigências para os riscos específicos das respectivas Instruções Técnicas;

g – Depósitos em áreas descobertas, observar as exigências da Tabela 6J;

h – No cômputo de pavimentos, desconsiderar os pavimentos de subsolo quando destinados a estacionamento de veículos, vestiários e instalações sanitárias, áreas técnicas sem aproveitamento para quaisquer atividades ou permanência humana.

DE 56.819/2.011 – Acima de 750m²

TABELA 6A

EDIFICAÇÕES DO GRUPO A COM ÁREA SUPERIOR A 750 M² OU ALTURA SUPERIOR A 12,00 M

Grupo de ocupação e uso	GRUPO A – RESIDENCIAL					
Divisão	A-2, A-3 e Condomínios Residenciais					
Medidas de Segurança contra Incêndio	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Acesso de Viatura na Edificação	X	X	X	X	X	X
Segurança Estrutural contra Incêndio	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	X[2]	X[2]	X[2]
Controle de Materiais de Acabamento	-	-	-	X	X	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X[1]
Brigada de Incêndio	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X
Alarme de Incêndio	X[3]	X[3]	X[3]	X[3]	X[3]	X
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X

DE 56.819/2.011: >100 pessoas ou >750m²

➔ PT, senão, PTS

TABELA 6A

EDIFICAÇÕES DO GRUPO A COM ÁREA SUPERIOR A 750 M² OU ALTURA SUPERIOR A 12,00 M

Grupo de ocupação e uso	GRUPO A – RESIDENCIAL					
Divisão	A-2, A-3 e Condomínios Residenciais					
Medidas de Segurança contra Incêndio	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Acesso de Viatura na Edificação	X	X	X	X	X	X
Segurança Estrutural contra Incêndio	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	X[2]	X[2]	X[2]
Controle de Materiais de Acabamento	-	-	-	X	X	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X[1]
Brigada de Incêndio	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X
Alarme de Incêndio	X[3]	X[3]	X[3]	X[3]	X[3]	X
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X

NOTAS ESPECÍFICAS:

1 – Deve haver Elevador de Emergência para altura maior que 80 m;

2 – Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça somente nos átrios;

3 – Pode ser substituído pelo sistema de interfone, desde que cada apartamento possua um ramal ligado à central, que deve ficar numa portaria com vigilância humana 24 horas e tenha uma fonte autônoma, com duração mínima de 60 min.

NOTAS GERAIS:

a – O pavimento superior da unidade *duplex* do último piso da edificação não será computado para a altura da edificação;

b – As instalações elétricas e o SPDA devem estar em conformidade com as normas técnicas oficiais;

c – Para subsolos ocupados ver Tabela 7;

d – Observar ainda as exigências para os riscos específicos das respectivas Instruções Técnicas.

Para cada sistema, existe uma IT

IT 01 - Procedimentos administrativos
IT 02 - Conceitos básicos de segurança contra incêndio
IT 04 - Símbolos gráficos para projeto de segurança contra incêndio
IT 05 - Segurança contra incêndio – urbanística
IT 06 - Acesso de viatura na edificação e áreas de risco (L>4, H>4,5)
IT 08 - Resistência ao fogo dos elementos de construção
IT 09 - Compartimentação horizontal e compartimentação vertical
IT 10 - Controle de materiais de acabamento e de revestimento
IT 11 - Saídas de emergência
IT 13 – Pressurização de escada de segurança
IT 14 - Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco
IT 15 - Controle de fumaça

IT

IT 16 - Plano de emergência contra incêndio

IT 17 - Brigada de incêndio

IT 19 - Sistema de detecção e alarme de incêndio

IT 21 - Sistema de proteção por extintores de incêndio

IT 22 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio

IT 23 - Sistema de Chuveiros Automáticos

IT 28 - Manipulação, armazenamento, comercialização e utilização de gás liquefeito de petróleo (GLP)

IT 31 - Segurança contra incêndio para heliponto e heliporto

IT 38 - Segurança contra incêndio em cozinha profissional

IT 41 - Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão (Eletricista)

IT 44 - Proteção ao meio ambiente

Entre outras.

IT 02 - CONCEITOS GERAIS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

A propagação de fogo, fumaça e gases quentes no interior das edificações pode ser definido como um fenômeno físico-químico onde se tem lugar uma reação de oxidação com emissão de calor e luz.

Devem coexistir **4 componentes para que ocorra o**

fenômeno do fogo:

a. combustível;

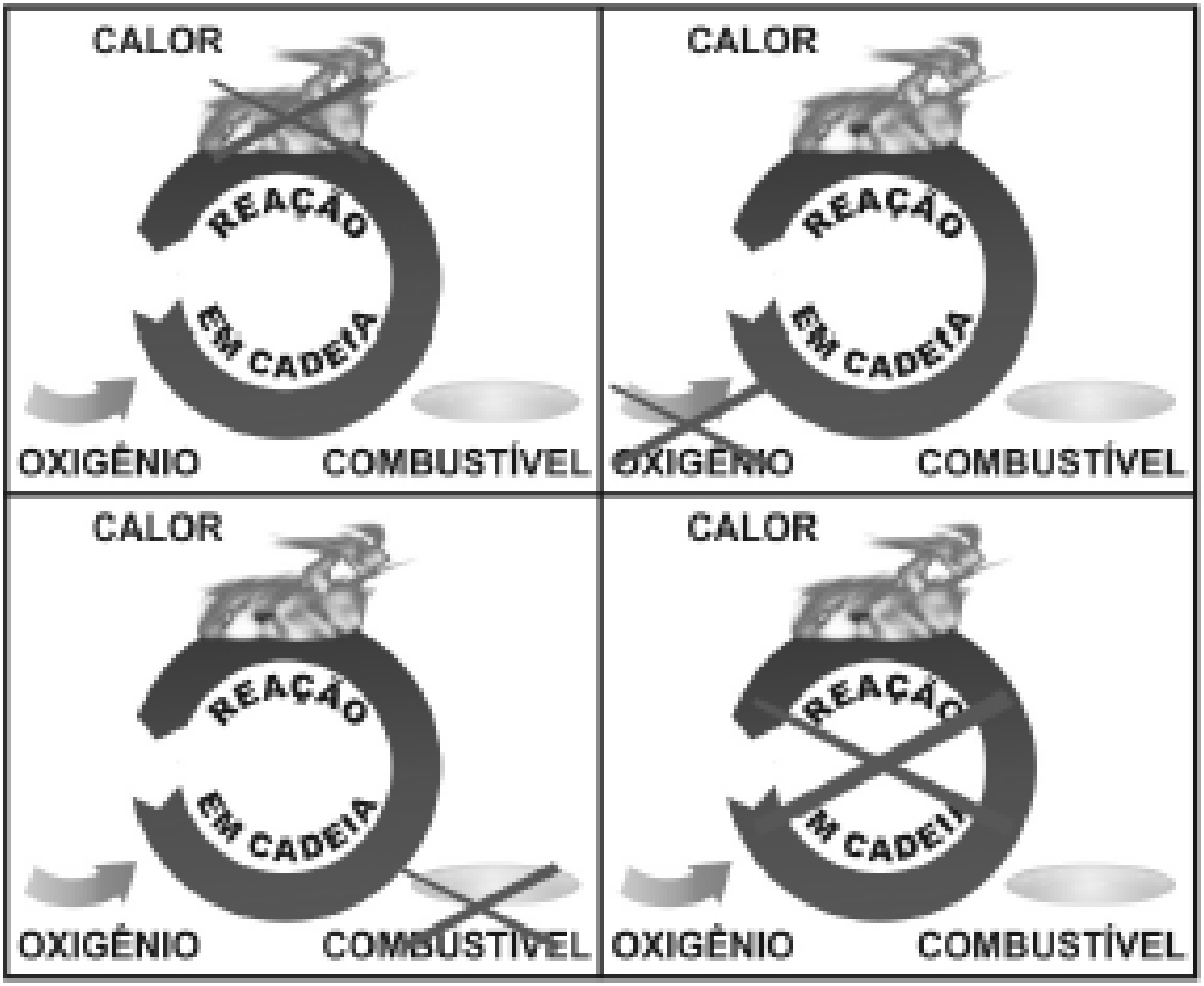
b. comburente (oxigênio);

c. calor;

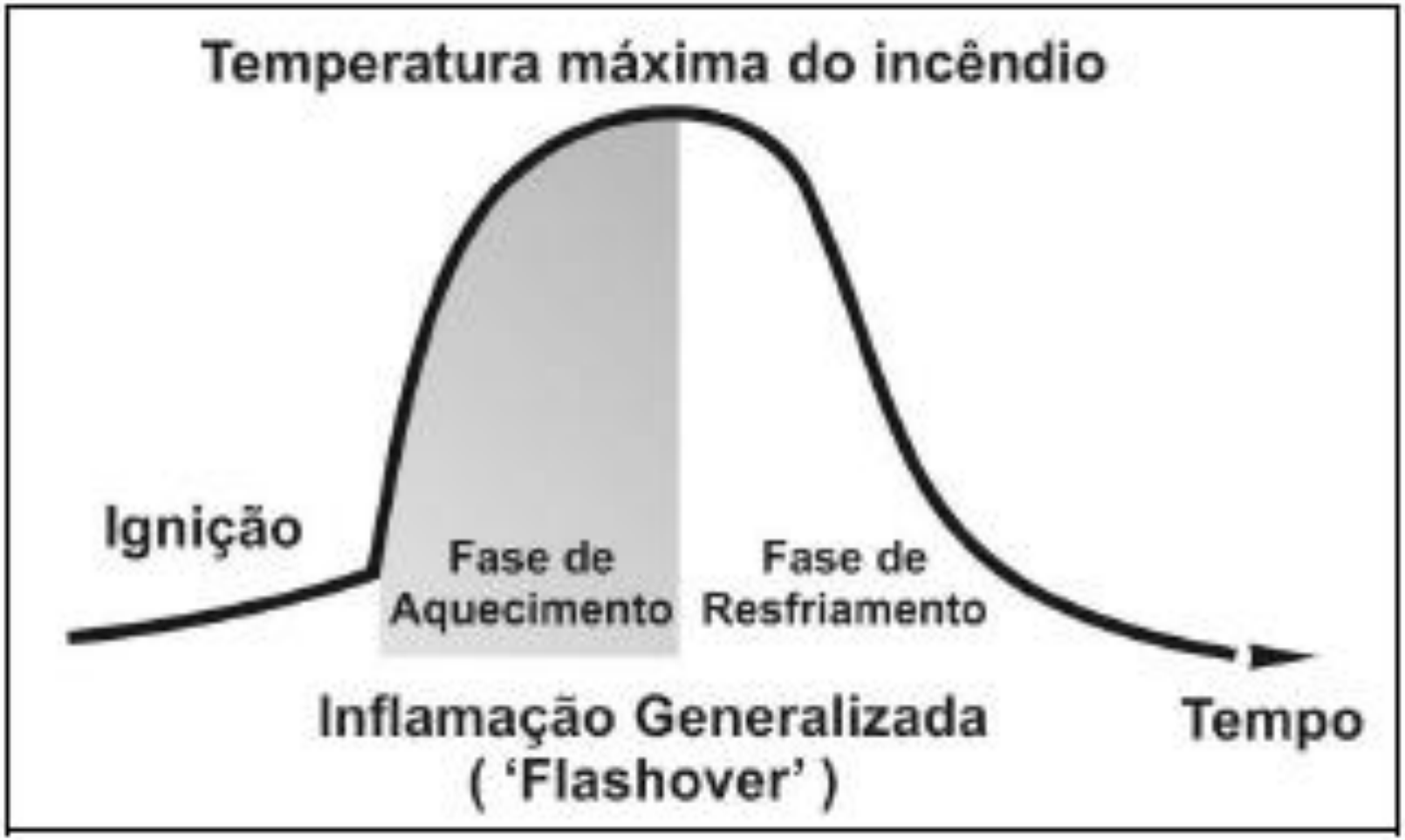
d. reação em cadeia.

Tetraedro do fogo

IT 02 – FORMAS DE EXTINÇÃO

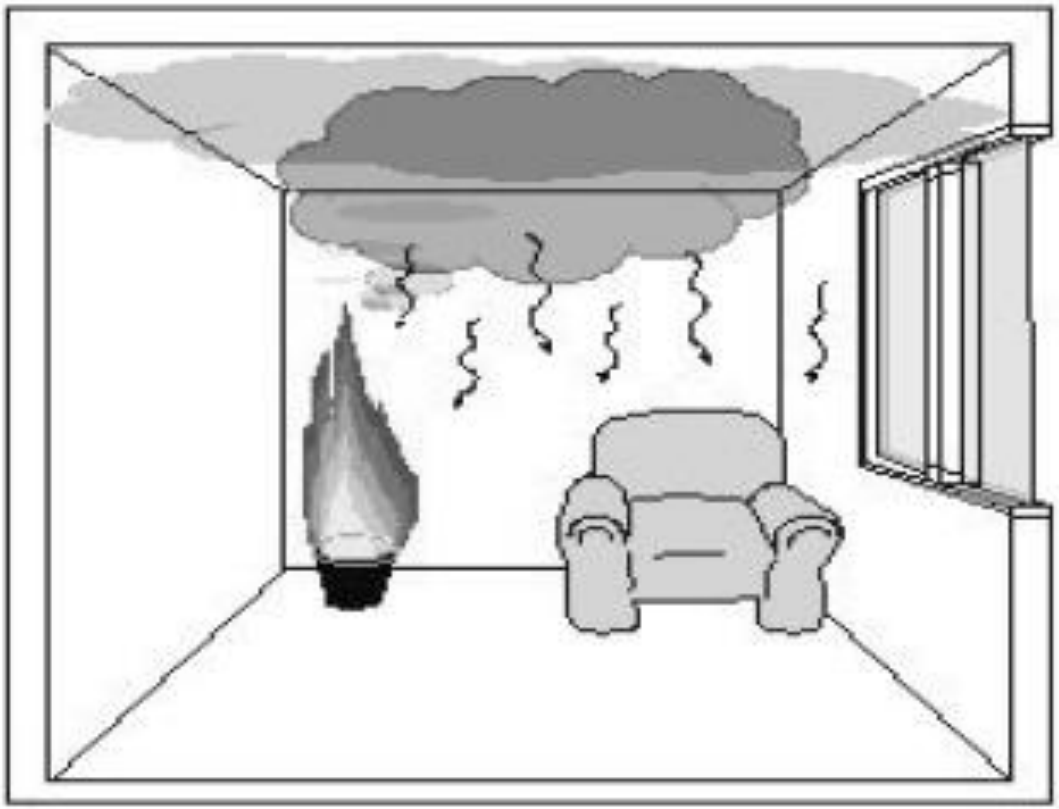


IT 02 – TODOS OS MATERIAIS OU FLASHOVER



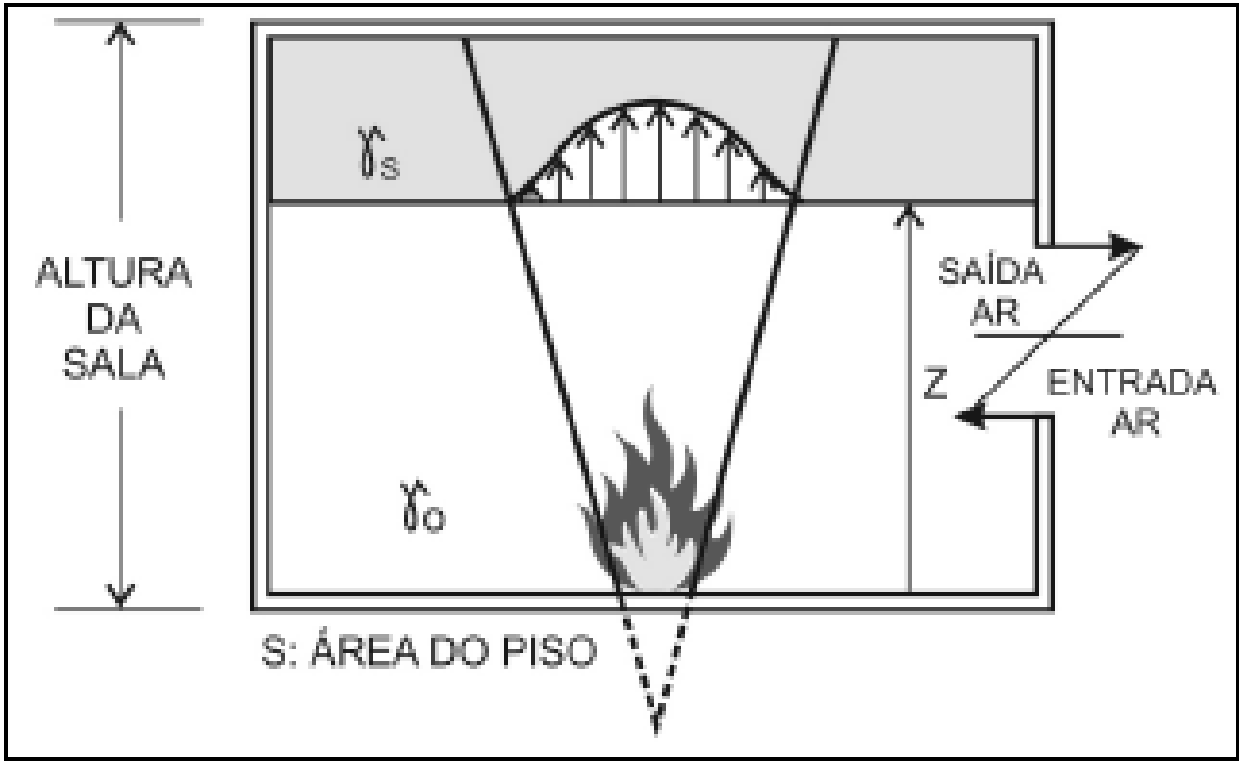
IT 02 – FUMAÇA E RADIAÇÃO

A radiação é fonte de calor, não necessitando de chama para tal.



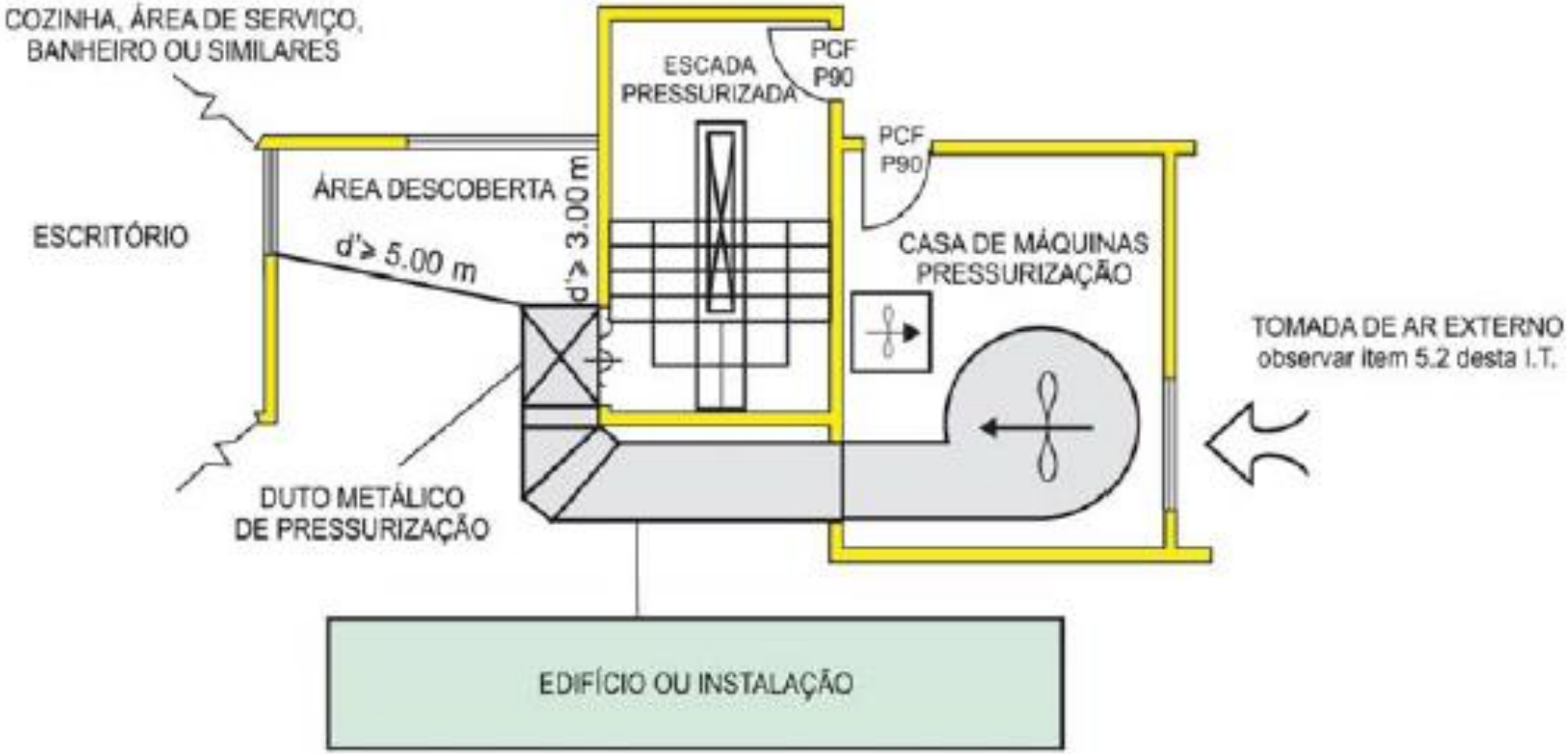
IT 02 – FUMAÇA E RADIAÇÃO

Necessidade de entrada e saída de ar ou forma de impedir a fumaça de atingir área protegida por pressurização.



IT 13 – Escada pressurizada

Pressurização.



IT-10 - CMAR

Observar as classes de materiais para cada tipo de ocupação. Observar Notas.

		FINALIDADE do MATERIAL		
		Piso (Acabamento[1]/Revestimento)	Parede e divisória (Acabamento[2] /Revestimento)	Teto e forro (Acabamento /Revestimento)
GRUPO/ DIVISÃO	A3[6] e Condomínios residenciais[6]	Classe I, II-A, III-A, IV-A ou V-A[8]	Classe I, II-A, III-A ou IV-A[9]	Classe I, II-A ou III-A[7]
	B, D, E, G, H, I1, J1[4] e J2	Classe I, II-A, III-A ou IV-A	Classe I, II-A ou III-A[10]	Classe I ou II-A
	C, F[5], I-2, I-3, J-3, J-4, L-1, M-2[3] e M-3	Classe I, II-A, III-A ou IV-A	Classe I ou II-A	Classe I ou II-A

IT-11 - Saídas

Defini:

- Quantidade de ocupantes por ocupação e pessoas (P) que cada Unidade de Passagem (01 UP = 0,55m) comporta;
- Distâncias máximas a serem percorridas até as saídas com uma ou mais saídas e com ou sem detecção de fumaça;
- Tipo de escada por ocupação e altura;

Observa-se que a IT 17 permite calcular a quantidade de brigadistas por ocupação, bem como o nível do treinamento (básico, intermediário ou avançado)

IT-28 - GLP

Observar afastamentos e tipos de recipientes para cada ocupação.

Ocupação comercial aceita ou 1 P13 ou nP45.

IT-21 - Extintores

Observar qual o risco e distância máxima de caminhamento.

A. RISCO BAIXO	25 m
B. RISCO MÉDIO	20 m
C. RISCO ALTO	15 m

IT-22 - Hidrantes

Mangueira 30m. Pode extender para 60m para GLP.

Deve estar até 5m da entrada e de escadas.

Alcance do jato deve ser 10m.

Observar tabelas para tipo de hidrante e determinação da RTI.

Tipo	Esguicho regulável (DN)	Mangueiras de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável (l/ min)	Pressão mínima no hidrante mais desfavorável (mca)
		DN (mm)	Comprimento (m)			
1	25	25	30	simples	100	80
2	40	40	30	simples	150	30
3	40	40	30	simples	200	40
4	40	40	30	simples	300	65
	65	65	30	simples	300	30
5	65	65	30	duplo	600	60

Notas:

1) As vazões consideradas são as necessárias para o funcionamento dos esguichos reguláveis com jato pleno ou neblina 30°, de forma que um brigadista possa dar o primeiro combate a um incêndio de forma segura, considerando o alcance do jato previsto no item 5.8.2.

Materiais	Tipos de sistemas				
	1	2	3	4	5
Abrigo(s)	Opcional	Sim	Sim	Sim	Sim
Mangueira(s) de incêndio	Não	Tipo 1 (residencial) ou tipo 2 (demais ocupações)	Tipo 2, 3, 4 ou 5	Tipo 2, 3, 4 ou 5	Tipo 2, 3, 4 ou 5
Chaves para hidrantes, engate rápido	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Esguicho(s)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Mangueira semirrígida	Sim	Não	Não	Não	Não

Área das edificações e áreas de risco	CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO CONFORME TABELA 1 DO DECRETO ESTADUAL 56.819/11				
	A-2, A-3, C-1, D-1(ate 300 MJ/m2), D-2, D-3 (ate 300 MJ/m2), D-4 (ate 300 MJ/m2), E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, F-1 (ate 300 MJ/m2), F-2, F-3, F-4, F-8, G-1, G-2, G-3, G-4, H1, H-2, H-3, H-5, H-6; I-1, J-1, J-2 e M-3		D-1 (acima de 300 MJ/ m2), D-3 (acima de 300 MJ/ m2), D-4 (acima de 300 MJ/ m2), B-1, B-2, C-2 (acima de 300 ate 1000 MJ/m2), C-3, F-1 (acima de 300 MJ/m²), F-5, F-6, F-7, F-9, F-10, H-4, I-2 (acima de 300 ate 800 MJ/m2), J-2 e J-3 (acima de 300 ate 800 MJ/m²)	C-2 (acima de 1000 MJ/m2), I-2 (acima de 800 MJ/m2), J-3 (acima de 800 MJ/m²), L-1, M-1, M-5	G-5, I-3, J-4, L-2 e L-3
Ate 2.500 m²	Tipo 1 RTI 5 m³	Tipo 2 RTI 8 m³	Tipo 3 RTI 12 m³	Tipo 4 RTI 28 m³	Tipo 4 RTI 32 m³
Acima de 2.500 m² ate 5.000 m²	Tipo 1 RTI 8 m³	Tipo 2 RTI 12 m³	Tipo 3 RTI 18 m³	Tipo 4 RTI 32 m³	Tipo 4 RTI 48 m³
Acima de 5.000 m² ate 10.000 m²	Tipo 1 RTI 12 m³	Tipo 2 RTI 18 m³	Tipo 3 RTI 25 m³	Tipo 4 RTI 48 m³	Tipo 5 RTI 64 m³
Acima de 10.000 m² ate 20.000 m²	Tipo 1 RTI 18 m³	Tipo 2 RTI 25 m³	Tipo 3 RTI 35 m³	Tipo 4 RTI 64 m³	Tipo 5 RTI 96 m³
Acima de 20.000 m² ate 50.000 m²	Tipo 1 RTI 25 m³	Tipo 2 RTI 35 m³	Tipo 3 RTI 48 m³	Tipo 4 RTI 96 m³	Tipo 5 RTI 120 m³
Acima de 50.000 m²	Tipo 1 RTI 35 m³	Tipo 2 RTI 48 m³	Tipo 3 RTI 70 m³	Tipo 4 RTI 120 m³	Tipo 5 RTI 180 m³

Notas:

IT-22 - Hidrantes

a) **Darcy-Weisbach** - fórmula geral para perdas de carga localizadas, "fórmula universal":

$$h_f = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g} + k \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

b) **Hazen-Williams**:

$$hf = J \cdot Lt$$

$$J = 605 \times Q^{1.85} \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times 10^4$$

Tabela 1 - Fator "C" de Hazen-Williams

Tipo de tubo	Fator "C"
Ferro fundido ou dúctil sem revestimento interno	100
Aço preto (sistema de tubo seco)	100
Aço preto (sistema de tubo molhado)	120
Galvanizado	120
Plástico	150
Ferro fundido ou dúctil com revestimento interno de cimento	140
Cobre	150

Nota: Os valores de "C" de Hazen Williams são válidos para tubos novos