

INSTALAÇÕES PREDIAIS

compilado de aplicações



Paulo César Pinto

Antônio Cristiano Sampaio

Patricia Aparecida Zini

Valdemar José Zucchi Junior

Paulo César Pinto
Antônio Cristiano Sampaio
Patricia Aparecida Zini
Valdemar José Zucchi Junior

INSTALAÇÕES PREDIAIS

Compilado de aplicações

Editora: FUCAP – 2023.

Título: Instalações prediais: compilado de aplicações.

Organização: Paulo César Pinto; Antônio Cristiano Sampaio; Patrícia Aparecida Zini e Valdemar José Zucchi Junior.

Capa: Andreza dos Santos.

Revisão: Dos Autores.

CONSELHO EDITORAL
Expedito Michels - Presidente
Emillie Michels
Andreza dos Santos

Dr. Diego Passoni

Dr. José Antônio da Silva

Dr. Nelson G. Casagrande

Dra. Joana Dar'c S. da Silva

Dr. Rodrigo Luvizotto

Dr. Amilcar Boeing

Dra. Beatriz M. de Azevedo

Dra. Patrícia de Sá Freire

Dra. Solange Maria da Silva

Dr. Paulo Cesar L. Esteves

Dra. Adriana C. Pinto Vieira

Esp. Gabriela Fidelix de Souza

P65i

Pinto, Paulo César.

Instalações prediais: compilado de aplicações [recurso eletrônico] / Paulo César Pinto... [et al.]. Capivari de Baixo: Editora Univinte, 2023.

120 MB ; PDF.

ISBN: 978-65-87169-67-5.

1. Instalações hidráulicas e sanitárias. I. Sampaio, Antônio Cristiano. II. Zini, Patrícia Aparecida. III. Zucchi Junior, Valdemar José.

CDD 696.1

(Catalogação na fonte por Andreza dos Santos – CRB/14 866).

Editora Univinte – Avenida Nilton Augusto Sachetti, nº 500 – Santo André, Capivari de Baixo/SC.

CEP 88790-000.

Todos os direitos reservados.

Proibidos a produção total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio.

A violação dos direitos de autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo art. 184 do Código Penal.

APRESENTAÇÃO

Este E-book tem como finalidade compilar conteúdos de Instalações Prediais Hidrossanitárias e Elétricas. Os capítulos são identificados pelo assunto cerne em questão, tendo referencial teórico e exemplos de aplicações práticas para a vida profissional de um engenheiro, arquiteto e/ou técnico em edificações. São disponibilizadas planilhas eletrônicas e arquivos de auxílio do conteúdo desenvolvido por meio de QR-Code para o leitor.

SUMÁRIO

| | | |
|----|--|-----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 6 |
| 2 | VAZÃO DE PROJETO | 7 |
| 3 | DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÃO PLUVIAL | 11 |
| 4 | DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO PLUVIAL..... | 16 |
| 5 | QUANTITATIVO HIDROSSANITÁRIO DE ESGOTO PLUVIAL | 28 |
| 6 | SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO | 36 |
| 7 | SISTEMA FOSSA-FILTRO E BIODIGESTOR..... | 57 |
| 8 | SISTEMA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO..... | 79 |
| 9 | SISTEMA HIDROSSANITÁRIO DE ÁGUA FRIA..... | 93 |
| 10 | SISTEMA HIDROSSANITÁRIO DE ÁGUA QUENTE | 114 |
| 11 | LUMINOTÉCNICA..... | 133 |
| 12 | ILUMINAÇÃO..... | 141 |
| 13 | ILUMINÂNCIA DE INTERIORES..... | 150 |
| 14 | FERRAMENTA ONLINE DE LUMINOTÉCNICA | 170 |
| 15 | DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA..... | 175 |
| 16 | REDE ELÉTRICA | 183 |
| 17 | QUADRO DE CARGAS..... | 187 |
| 18 | CIRCUITO ELÉTRICO | 199 |
| 19 | DISJUNTORES..... | 206 |
| 20 | PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL | 212 |
| 21 | DIMENSIONAMENTO DE AR-CONDICIONADO | 223 |
| 22 | SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA..... | 228 |
| 23 | ORÇAMENTO DE MATERIAL ELÉTRICO..... | 237 |

1 INTRODUÇÃO

Este E-book tem como finalidade compilar conteúdos de Instalações Prediais do tipo hidrossanitárias e elétricas. Os capítulos são identificados pelo conteúdo cerne em questão, tendo referencial teórico e exemplos de aplicações práticas para a vida profissional de um engenheiro, arquiteto ou técnico em edificações. O conteúdo prático, por sua vez, possui resolução com passo a passo de decisões técnicas e/ou dimensionamento; para tanto, é disponibilizado via QR-Code abaixo material adicional ao livro, como planilhas de dimensionamento e projetos.



“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.”
(Albert Einstein)

2 VAZÃO DE PROJETO

Conforme a NBR-10.844 (ABNT, 1989), necessita-se da Intensidade Pluviométrica (mm/h) e do Período de Retorno; bem como, da área de contribuição (m²) e do coeficiente de escoamento para obtenção da vazão de projeto de sistema hidrossanitários de água pluvial pelo método racional, conforme a equação abaixo:

$$Q = \frac{(C.I.A)}{60}$$

Onde:

Q = vazão de projeto (L/min)

C = coeficiente de escoamento (para áreas impermeáveis = 1)

I = intensidade pluviométrica (mm/h)

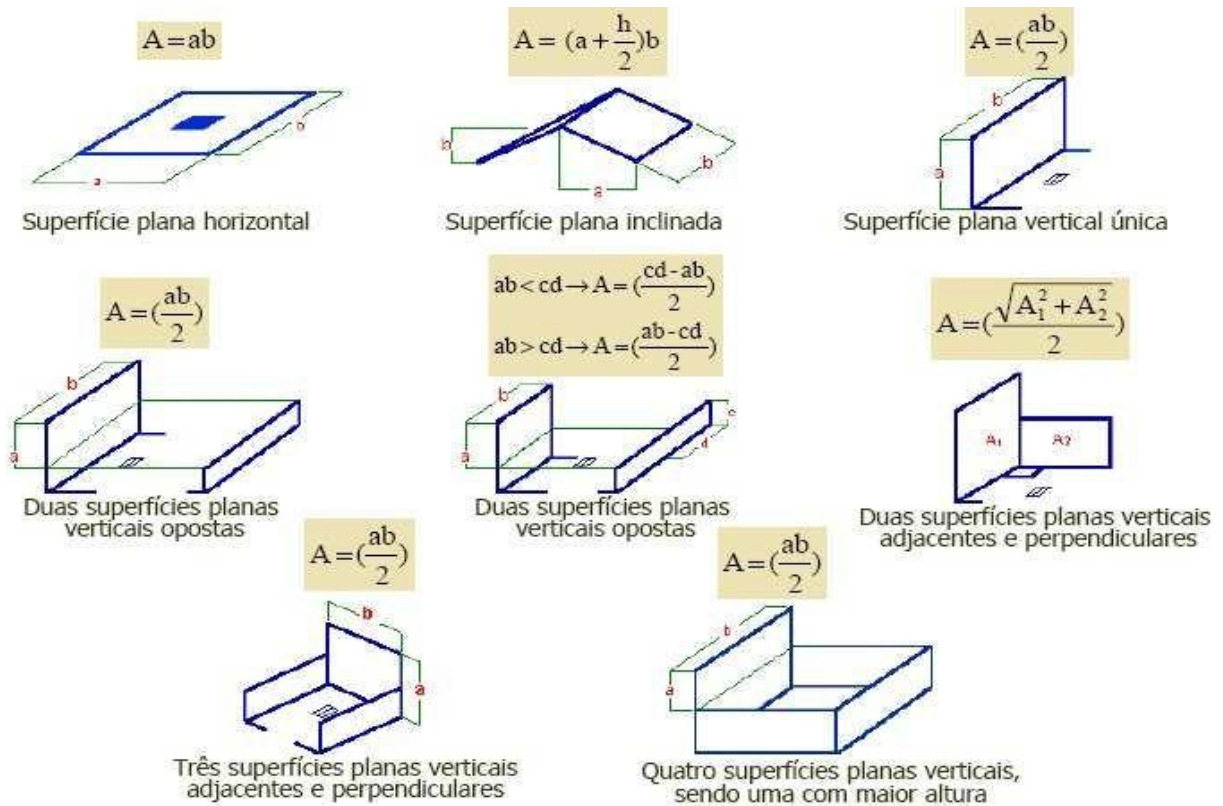
A = área de contribuição (m²)

Os dados de intensidade pluviométrica (**I**) são baseados em dados pluviométricos locais, determinada a partir da fixação da duração da precipitação (t = 5 minutos) e do período de retorno (Tr). Por norma, em construções com área de projeção < 100 m², considera-se I = 150 mm/h. quando acima desta área, pode-se considerar a tabela de referência abaixo. No caso de Passo Fundo e cidades vizinhas, utilizamos o valor referencial de Porto Alegre ou dados da EMBRAPA local.

| Intensidade Pluviométrica (mm/h) | | | |
|----------------------------------|--------------------|-----|-----|
| Local | Período de Retorno | | |
| | 1 | 5 | 25 |
| Bagé | 126 | 204 | 234 |
| Belém | 138 | 157 | 185 |
| Belo Horizonte | 132 | 227 | 230 |
| Fernando de Noronha | 110 | 120 | 140 |
| Florianópolis | 114 | 120 | 144 |
| Fortaleza | 120 | 156 | 180 |
| Goiânia | 120 | 178 | 192 |
| João Pessoa | 115 | 140 | 163 |
| Maceió | 102 | 122 | 174 |
| Manaus | 138 | 180 | 198 |
| Niterói | 130 | 183 | 250 |
| Porto Alegre | 118 | 146 | 167 |
| Rio de Janeiro (Jardim Botânico) | 122 | 167 | 227 |
| São Paulo (Santana) | 122 | 172 | 191 |

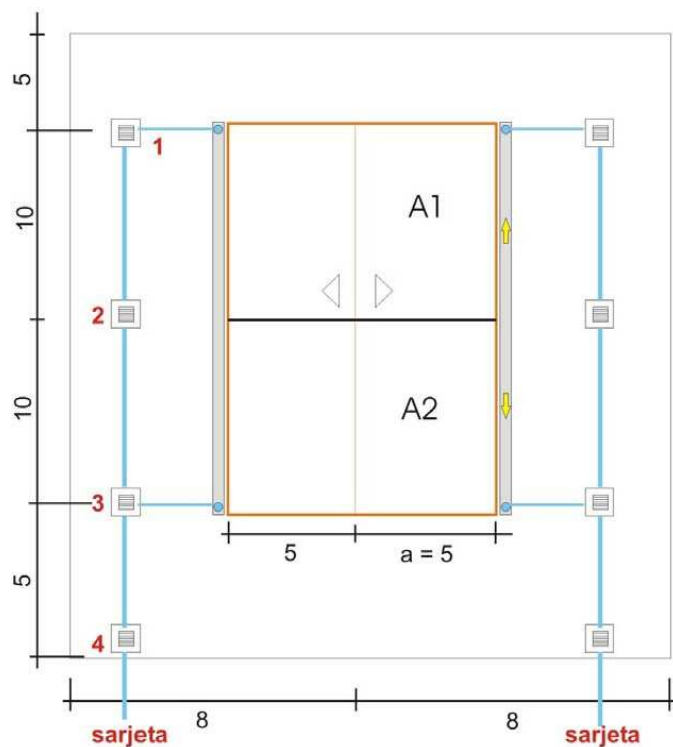
A área de contribuição (**A**) refere-se à área de cobertura em que haverá ação direta ou indireta de incidência de chuva. Estas áreas são consideradas em termos de projeto após lançamento da posição dos dutos verticais, ou seja, a canalização de saída da calha. Desta forma, se verifica qual a área de coleta de água até determinado duto de escoamento. A área de contribuição é obtida por meio da NBR-10844 (ABNT, 1989) levando em consideração a

configuração da cobertura e os elementos que interceptam a água da chuva, conforme mostrado abaixo.



EXEMPLO DE CÁLCULO

Considerando a planta de cobertura apresentada abaixo (referente a uma residência unifamiliar de 10x20 m), calcular a vazão de projeto para aplicação no dimensionamento de calhas e condutos verticais de água pluvial. Para o município onde será executada a edificação, obtém-se os seguintes dados pela estação meteorológica local: $I = 178 \text{ mm/h}$ para $T = 5 \text{ anos}$ e $t = 5 \text{ min}$.



Resolução:

→ Conforme mostrado na planta de cobertura, o telhado é composto por duas águas, desta forma, projeta-se a calha em ambos os lados (na parte inferior do caimento – coloração cinza no desenho);

→ Como não há dados do tipo de telha e inclinação utilizada, considerou-se 30°;

→ Considera-se que a calha terá saída nos dois cantos de cada calha (duto vertical representado em azul claro no desenho);

→ Percebe-se, pelo desenho abaixo, que a água pluvial está conectada diretamente à rede de escoamento superficial com destinação total à sarjeta; ou seja, não há reuso da água da chuva;

→ Pela disposição dos dois dutos verticais, considera-se duas áreas distintas de contribuição da água da chuva para escoamento: A1 e A2. Estas são as mesmas áreas de ambos os lados da edificação, pois a mesma é simétrica;

→ Conforme mostrado acima, a área de contribuição se dá pela equação referente à superfície plana inclinada. De tal forma que:

$$A1 = A2 = \left(a + \frac{h}{2}\right) b = \left(5 + \frac{1,5}{2}\right) 10 = 57,5 \text{ m}^2$$

→ As áreas de contribuição A1 e A2 farão a coleta de água da chuva com a mesma quantidade referente a calha e ao duto vertical, pois não haverá sobreposição de coletas horizontais para uma única saída vertical. Ou seja, cada área de telhado terá um único

escoamento horizontal e um único escoamento vertical. Desta forma, a vazão para o dimensionamento das calhas e dos condutos verticais de água pluvial é a mesma; sendo:

$$Q = \frac{(1 * 178 * 57,5)}{60} = 170,58 \text{ l/min}$$

→ Assim sendo, para fins de dimensionamento das calhas e dos condutos verticais de água pluvial (conteúdo à ser visto nas próximas aulas), considera-se a vazão de projeto de 171 litros por minuto de água da chuva.

3 DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÃO PLUVIAL

Conforme o Capítulo anterior, onde obteve-se a vazão de projeto (Q_p) de **171 litros por minuto de água da chuva**,

Para dimensionamento da Calha, inicia-se com o cálculo da vazão de projeto da calha (Q_{cp}), dada pela equação:

$$Q_{cp} = K \cdot \left(\frac{S}{n}\right) \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Onde:

Q_{cp} = vazão de projeto da calha (L/min)

$K = 60000$

S = área da seção molhada (m²)

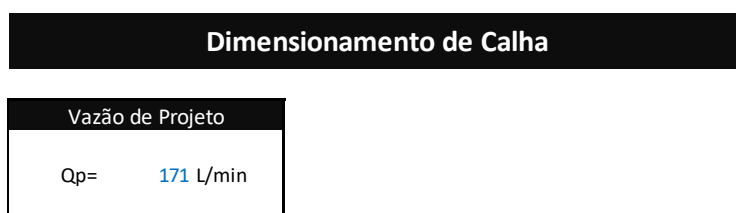
n = coeficiente de rugosidade

$R_h = S/P$ - raio hidráulico (m)

P = perímetro da área molhada (m)

I = declividade da calha (m/m)

A sistemática automática de cálculo encontra-se em planilha eletrônica sob nome: 3 – *Dimensionamento de Tubulação Pluvial.xls* onde como dado de entrada (*input*) têm-se a vazão de projeto (Q_p) calculado no Guia de Estudos anterior (demonstrado abaixo).



Para critério de dimensionamento, usualmente, utiliza-se calhas retangulares de alumínio executadas por empresas de funilaria locais. Este material tem excelente relação custo x benefícios, sendo amplamente utilizado em obras de edificações em geral. Desta forma, utiliza-se a equação abaixo para obtenção das dimensões da calha retangular.

Percebe-se que a calha deve trabalhar com altura reserva necessária e equivalente a 1/3 da altura total para evitar qualquer tipo de

$b = 2h$ $h = \left(\frac{Q_n}{75.614,37 i^2}\right)^{3/2}$

se neste caso, que a calha com borda livre, isto é,

transbordamento de água pluvial. Assim sendo, para fins de sistemática de cálculo, considera-se H útil como 2/3 de H.

Na aplicação da planilha eletrônica de dimensionamento, o memorial de cálculo se dará com entrada dos seguintes parâmetros (critérios de projetista):

- **H**: altura da Calha (por norma devendo ser no mínimo 100 mm);
- **n**: coeficiente de rugosidade do material (alumínio = 0,011);
- **i**: declividade da calha (m/m), por norma devendo ser no mínimo 0,5%;

Assim sendo, mostra-se na sequência aplicação da planilha eletrônica conforme vazão de projeto acima.

Nota-se as entradas de valores em preto são aqueles critérios de projetista. Automaticamente é calculado o Qcp; sendo este comparado com o Qp. A verificação que se faz, para considerar o dimensionamento adequado ou não, é a comparação entre a vazão de projeto obtida pela área de contribuição e intensidade pluviométrica (Guia de Estudos anterior) e aquela vazão de projeto da calha (considerando a geometria atribuída à calha e a vazão que esta suporta.

| Dimensionamento de Calha | | | |
|----------------------------|-------|----------------|------------------------|
| Vazão de Projeto | | | |
| Qp= | 171 | L/min | |
| Memorial de Cálculo | | | |
| L= | 13.33 | cm | |
| H= | 10 | cm | Critério de Projetista |
| Hútil= | 6.67 | cm | |
| K= | 60000 | | |
| n= | 0.011 | | Critério de Projetista |
| S= | 0.01 | m ² | |
| P= | 0.27 | m | |
| RH= | 0.03 | m | |
| i= | 0.5 | % | Critério de Projetista |
| Qcp= | | 355.0942 | L/min |
| Verificação | | | |
| Qp | < | Qcp | Status |
| 171 | < | 355.0942 | OK |

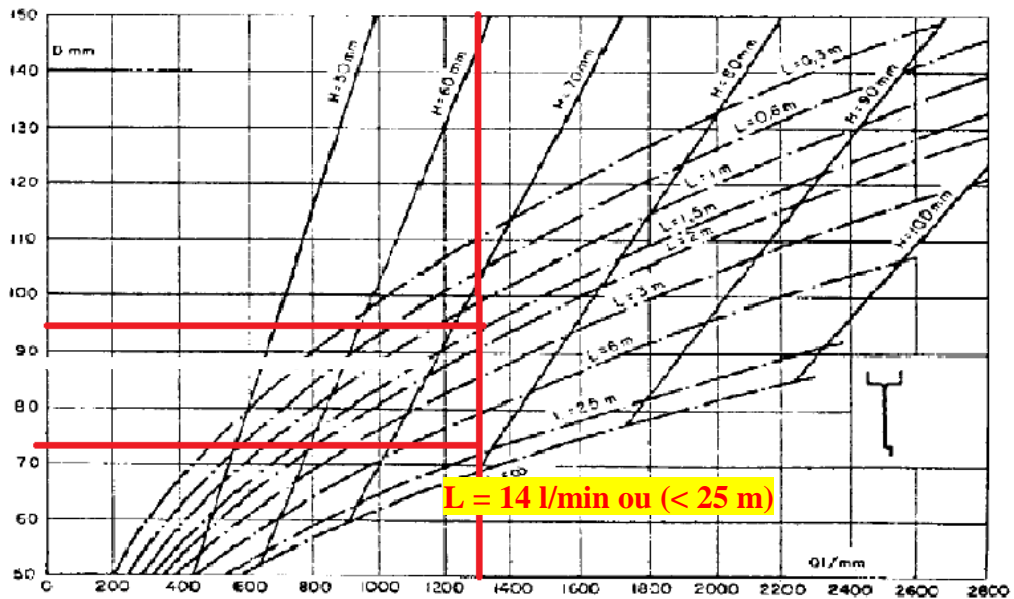
Assim sendo é necessária uma **calha de largura 14 cm e altura 10 cm.**

Para o dimensionamento da tubulação de queda (condutos verticais), considerou-se a execução onde a calha possui funil de saída (comumente utilizado em edificações em geral pelas empresas de funilaria).

Ainda, pelo valor obtido de vazão de projeto (171 litros/min); sendo este valor muito abaixo daqueles apresentados pelos ábacos de dimensionamento da NBR 10.844 (ABNT,1989), a norma sugere adoção de um valor acima de 1.300 para situações onde na calha tenha apenas um duto vertical de saída. Desta forma, por decisão técnica, utilizou-se $Q_p = 1.300$ litros por minuto.

Em posse dos dados de vazão (Q_p) e L ou H (dimensões da calha), obtém-se por meio de ábaco de dimensionamento de condutores verticais pluviais (NBR 10.844/89), o diâmetro de 75 mm (apresentado na sequência).

| Dimensionamento do Conduto Vertical | |
|---|-------------------|
| Calhas com Saída de Funil | |
| Para $Q_p < 200$ l/min, considerar $Q_p=1300$ l/min | |
| $Q_p =$ | 171.00 l/min |
| Q_p(utilizada)= | 1300 l/min |
| $H =$ | 6.67 mm |
| $L =$ | 14.00 m |
| $D =$ | 75 mm |



b) Calha com funil de saída
 $Q_p = 1.300$

Por questões de entupimento e indicação pelas boas práticas da construção civil, considera-se **duto vertical pluvial com diâmetro de 100 mm.** Ou seja, em edificações em geral, considera-se como diâmetro mínimo de tubulação vertical pluvial, 100 mm.

Para dimensionamento da tubulação horizontal, que fará ligação dos tubos verticais às caixas de passagem e/ou reservatório de aproveitamento da água da chuva ou sarjeta, considera-se a vazão de projeto $Q_p = 171$ l/min.

Desta forma, necessita-se, verificar qual a inclinação necessária para a vazão ser atendida ou qual o diâmetro à ser adotado. Para isto, verifica-se comparativamente a vazão de projeto com a vazão do conduto horizontal obtida por tabela de capacidade para tubulação de seção circular (tubo PVC: $n = 0,011$). Aplicação da planilha de dimensionamento e obtenção da inclinação necessária para dimensionamento é mostrada na sequência.

Dimensionamento do Conduto Horizontal

Vazão de Projeto

Qp= 171 L/min

n= 0.011

D= 100 mm

Ábaco:

Vazão de 204 l/min para inclinação de 0,5%

Verificação

| | | | |
|-----|---|-----|--------|
| Qp | < | Qch | Status |
| 171 | < | 204 | OK |

i = 0,5 %

Critério de Projetista

Capacidade de Condutores Horizontais de Seção Circular - Vazões (l/min)

| DIÂME- TRO IN- TERNO (D) (mm) | <u>n = 0,011</u> | | | | n = 0,012 | | | | n = 0,013 | | | |
|--|------------------|------|------|-------|-----------|------|------|------|-----------|------|------|------|
| | 0,5% | 1% | 2% | 4% | 0,5% | 1% | 2% | 4% | 0,5% | 1% | 2% | 4% |
| 50 | 32 | 45 | 64 | 90 | 29 | 41 | 59 | 83 | 27 | 38 | 54 | 76 |
| 63 | 59 | 84 | 118 | 168 | 55 | 77 | 108 | 154 | 50 | 71 | 100 | 142 |
| 75 | 95 | 133 | 188 | 267 | 87 | 122 | 172 | 245 | 80 | 113 | 159 | 226 |
| <u>100</u> | <u>204</u> | 287 | 405 | 575 | 187 | 264 | 372 | 527 | 173 | 243 | 343 | 486 |
| 125 | 370 | 521 | 735 | 1040 | 339 | 478 | 674 | 956 | 313 | 441 | 622 | 882 |
| 150 | 602 | 847 | 1190 | 1690 | 552 | 777 | 1100 | 1550 | 509 | 717 | 1010 | 1430 |
| 200 | 1300 | 1820 | 2570 | 3650 | 1190 | 1670 | 2360 | 3350 | 1100 | 1540 | 2180 | 3040 |
| 250 | 2350 | 3310 | 4660 | 6620 | 2150 | 3030 | 4280 | 6070 | 1990 | 2800 | 3950 | 5600 |
| 300 | 3820 | 5380 | 7590 | 10800 | 3500 | 4930 | 6960 | 9870 | 3230 | 4550 | 6420 | 9110 |

Assim sendo para o **dimensionamento da tubulação horizontal pluvial** é necessário manter o mesmo diâmetro da tubos pluviais verticais, com diâmetro **PVC = 100 m e utilizar inclinação 0,5 %** (mínima exigida por norma).

4 DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO PLUVIAL

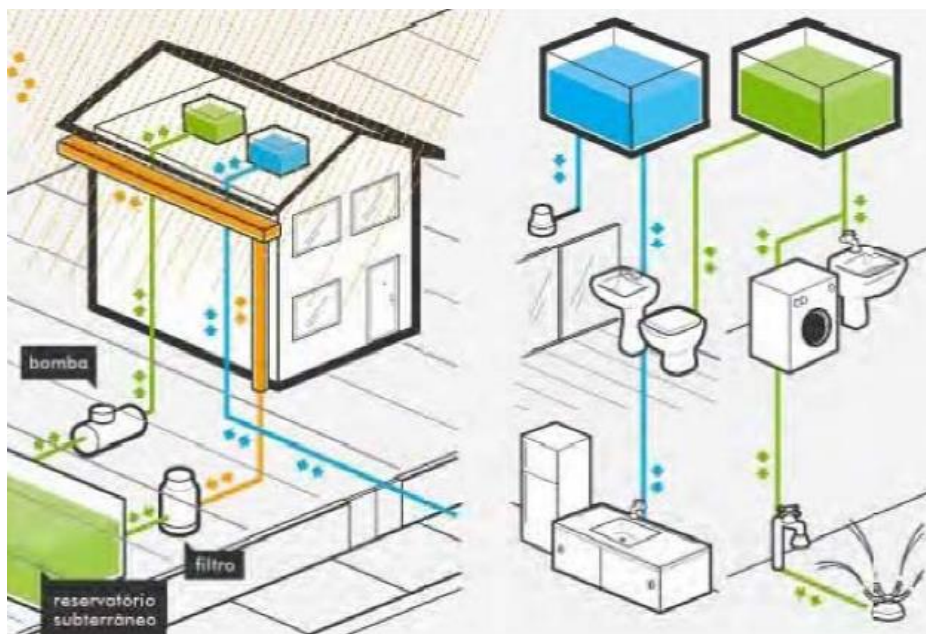
A norma técnica NBR-15527 (ABNT, 2007) sob título de: “Águas de Chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis” versa sobre sistemas hidrossanitários de captação e reaproveitamento de águas pluviais para fins de reutilização na própria edificação.

Este tema também é abordado em municípios por meio de Projetos de Lei e incorporação em Planos Diretores ou Códigos de Obra. Por exemplo, na cidade de Passo Fundo/RS, em edificações com mais de 750 m² é obrigatório a concepção de projeto de reaproveitamento de água pluvial.

O reaproveitamento de águas da chuva tem como principais vantagens:

- ➔ Redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma;
- ➔ Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc.;
- ➔ Os investimentos de tempo, atenção e aporte financeiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados e o retorno do investimento é sempre positivo;
- ➔ Faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda cidade e disponível em abundância no telhado;
- ➔ Ajuda a contar as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios.

Mostra-se, abaixo, desenho esquemático dos dois subsistemas hidrossanitários de água potável (azul) e de reaproveitamento pluvial (verde). Percebe-se, que na incidência da chuva no telhado e sua condução até a calha (laranja), a água pluvial passar por um filtro previamente ao seu armazenamento em reservatório subterrâneo. Após, por meio de bomba hidráulica, a água para reutilização é bombeada até reservatório superior onde ficará armazenada para ser usada em vasos sanitários, torneiras de serviço e sistemas de irrigação.



O sistema para reaproveitamento de águas da chuva se dá pela captação, filtragem e armazenamento pluvial. A captação é feita com a instalação de um conjunto de calhas no telhado, que direcionam a água para um tanque subterrâneo ou cisterna, onde será armazenada. Instala-se um filtro para retirada de impurezas, como folhas e outros detritos, e uma bomba para levar a água a uma caixa d'água elevada separada da caixa d'água potável.

Embora não seja própria para consumo humano, tomar banho ou cozinhar, a água da chuva tem múltiplos usos numa edificação, como: rega de canteiros, jardins, limpeza de pisos, calçadas e playground, lavagem de carros, além de descarga de banheiros e lavagem de roupas. Estima-se que 50% do consumo de água em centros urbanos sejam nestes tipos de utilizações e equipamentos sanitários.

O dimensionamento para reaproveitamento de águas da chuva se dá por meio da NBR-15527 (ABNT, 2007), onde não preconizados quatro sistemáticas de cálculo, à saber:

- ➔ **Método da Simulação:** onde os registros de precipitação são utilizados para simular o comportamento do volume de água no reservatório;
- ➔ **Método Azevedo Neto:** método prático que visa obter o volume de reservação diretamente por equação empírica;
- ➔ **Método Alemão:** método empírico que adota como volume de reservação valor mínimo de 6% da demanda anual ou 6% da disponibilidade de água da chuva;
- ➔ **Método Inglês:** método empírico que adota diretamente 5% do volume anual de água da chuva captada

Apresentam-se, através da Tabela extraída da norma técnica, parâmetros de demanda residencial para estimativa do consumo de água para edificação.

| Uso Interno | Unidades | Faixa de consumo | |
|-------------------------------|---------------------------|------------------|--------|
| | | mínimo | Máximo |
| Vazão chuveiro elétrico | Litros/segundo | * | 0,08 |
| Tomeira de banheiro | Litros/segundo | * | 0,10 |
| Tomeira de cozinha | Litros/segundo | * | 0,10 |
| Descarga na bacia | Litros/segundo | 6 | 12 |
| Maquina de lavar roupas | Carga/pessoa/dia | 0,2 | 0,30 |
| Uso Externo | Unidades | Faixa de consumo | |
| Casas com piscina (Brasil) | Porcentagem | * | 0,10 |
| Gramado ou jardim | Litros/dia/m ² | * | 2 |
| Lavagem de carros | Litros/lavagem/carro | 1 | 150 |
| Lavagem de carros: frequência | Lavagem/mês | * | 2 |
| Mangueira de jardim ½" x 20m | Lavagem/dia | * | 50 |
| Manutenção de piscina | Litros/dia/m ² | * | 3 |
| Perdas p/ evap. em piscina | Litros/dia/m ² | 2,5 | 5,75 |
| Reench. de piscinas | Cinco anos | 1 | 2 |
| Tamanho da casa | m ² | 30 | 450 |
| Tamanho do lote | m ² | 125 | 750 |

Para fins de otimização do sistema de sustentabilidade da edificação (residencial, comercial, de hotelaria, etc.) é preferível associar o sistema de reaproveitamento de água pluvial com dispositivos ou equipamentos poupadores de água. Alguns exemplos são mostrados abaixo:

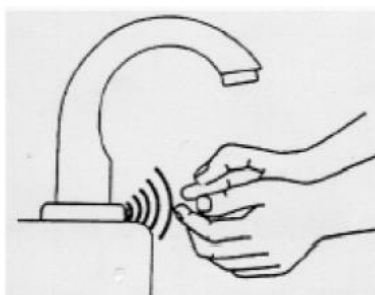
- ➔ **Bacias sanitárias com VDR** (volume de descarga reduzido): usuário pode escolher entre dois volumes de água de descarga: 100% e 50% do volume. Disponíveis comercialmente nos volumes de 9 e 6 litros (ou 4,5 e 3 quando utilizado 50%);



- ➔ **Torneiras com arejadores**: dispositivo de controle do jato e redução de vazão. Comparativamente, uma torneira sem arejadores tem vazão média de 5 a 10 litros por minuto, com arejador esta vazão encontra-se no patamar de 1,8 a 2,5 litros por minuto.



→ **Sistema de acionamento infravermelho:** sensor infravermelho funciona como um conjunto de emissor e receptor. O receptor detecta o sinal emitido pelo anteparo colocado à frente (as mãos) e aciona a válvula que libera a água para o uso. O fluxo cessa quando as mãos são retiradas do campo de ação do sensor.



→ **Dispositivos com tempo de fluxo determinado:** torneira ou chuveiro dotados de dispositivo mecânico que, uma vez acionado, libera o fluxo de água, fechando-se automaticamente após determinado tempo.



→ **Lavatório combinado com caixa de descarga:** volume de água utilizada no uso do lavatório é aproveitado para encher a caixa de descarga.



A atual tendência é que a maioria das cidades brasileiras venham a desenvolver seus Planos Diretores de Drenagem Urbana (PDDU), exigindo da população a implementação de estruturas de controle do escoamento superficial. Entre as soluções propostas, encontra-se a possibilidade de utilização do reservatório para armazenamento das águas pluviais e amortecimento das vazões de pico.

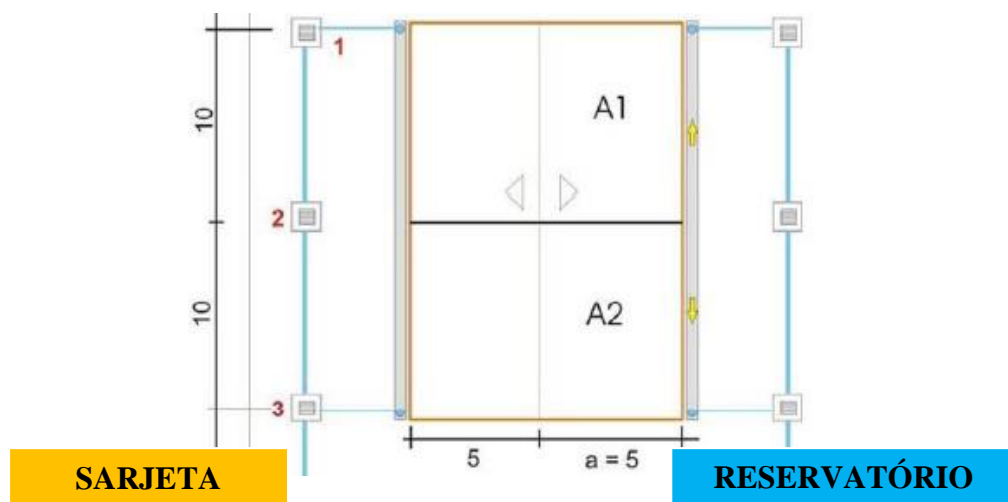
DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO DE ÁGUA DA CHUVA (MÉTODO RIPPL)

A técnica mais utilizada para efetuar o dimensionamento de reservatório de água da chuva é o método de Rippl. Na sequência será detalhado como é feito o dimensionamento por este método analítico. Para isso, foi utilizada planilha eletrônica, cujo preenchimento é detalhado abaixo:

- ➔ **Coluna 1:** meses entre janeiro e dezembro;
- ➔ **Coluna 2:** valores médios mensais de chuva em milímetros da região em que a coleta será efetuada. Para maior confiabilidade na demanda de chuva, pode-se construir séries sintéticas com probabilidades de 95% (extremamente confiável), 85% (confiável) e 75% (tolerável). Os valores médios correspondem a uma probabilidade de 40%, resultado inferior ao tolerável;
- ➔ **Coluna 3:** demanda mensal de água de chuva, de acordo com o calculado para a edificação;

- **Coluna 4:** área de captação de chuva, que deve ser a mesma durante todos os meses;
- **Coluna 5:** volumes mensais resultantes da água da chuva;
- **Coluna 6:** diferença entre o volume de consumo e o volume das chuvas mensais. O sinal negativo indica que a quantidade de água de chuva mensal supera o necessário e o valor positivo indica que o consumo é superior ao captado;
- **Coluna 7:** soma do valor resultante no mesmo mês da coluna 6 mais o acumulado do mês anterior da coluna 7. Quando o valor nesta coluna for menor que zero, o mesmo deverá ser desconsiderado;
- **Coluna 8:** (E) = água extravasando, (D) = reduzindo o nível no reservatório de água da chuva, (S) = aumentando o nível de água no reservatório

Como exemplo, foi considerado a área de cobertura do Capítulo 1, onde $A1 = A2 = 57,5 \text{ m}^2$, ou seja, Área Total = 115 m^2 (figura abaixo).



Para demanda mensal de água de reuso pluvial, foram considerados de $11,73 \text{ m}^3$ (conforme estimativa mostrada abaixo).

- Demanda residencial de água na área interna:

| Uso interno | Unidades | Valores médios |
|---|----------------------------|----------------|
| Gasto mensal | m ³ /mês/pessoa | 4 |
| Número de pessoas na casa | Pessoa | 3,5 |
| Descarga na bacia | Descarga/pessoa/dia | 5 |
| Volume de descarga | Litros/descarga | 9 |
| Vazamento de bacias sanitárias | Porcentagem | 9 |
| Frequência de banho | Banho/pessoa/dia | 1 |
| Duração do banho | Minutos | 7,3 |
| Vazão dos chuveiros | Litros/segundo | 0,15 |
| Uso da banheira | Banho/pessoa/dia | 0,1 |
| Volume de água da banheira | Litros/banhos | 113 |
| Máquina de lavar pratos | Carga/pessoas/dias | 0,1 |
| Volume de água da máquina de lavar pratos | Litros/ciclo | 18 |
| Máquina de lavar roupa | Carga/pessoa | 0,37 |
| Volume de água da máquina de lavar roupa | Litros/ciclo | 108 |
| Torneira da cozinha | Minuto/pessoa/dia | 4 |
| Vazão da torneira | Litros/segundo | 0,15 |
| Torneira de banheiro | Minuto/pessoa/dia | 4 |
| Vazão da torneira | Litros/segundo | 0,15 |

→ Demanda residencial de água na área externa:

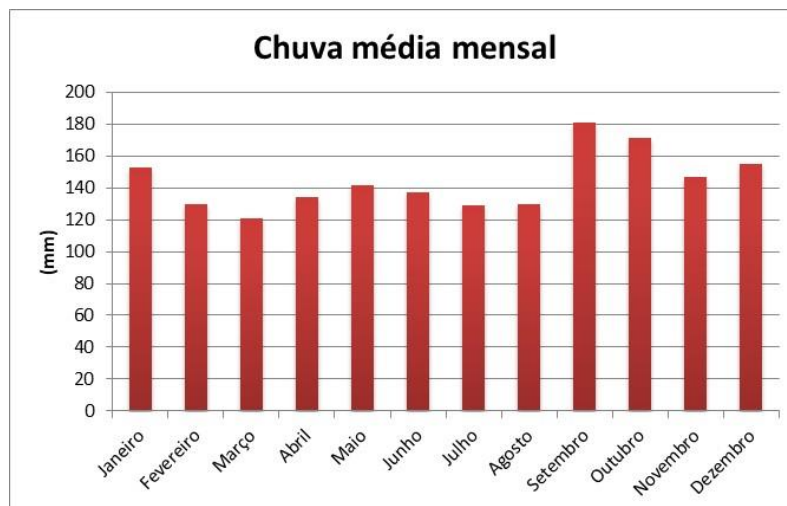
| Uso externo | Unidades | Valores |
|-----------------------------------|---------------------------|-----------|
| Casa com piscina | Porcentagem | 0,1 |
| Gramado ou jardim | Litros/dia/m ² | 2 |
| Lavagem de carros | Litros/lavagem/carro | 150 |
| Lavagem de carros: frequência | Lavagem/mês | 4 |
| Mangueira de jardim | Litros/dia | 50 |
| Manutenção de piscinas | Litros/dia/m ² | 3 |
| Perdas por evaporação em piscinas | Litros/dia/m ² | 5,75 |
| Reenchimento de piscinas | Anos | 10 |
| Tamanho da casa | m ² | 30 a 450 |
| Tamanho do lote | m ² | 125 a 750 |

→ Volume de água da chuva para edificação residencial com quatro pessoas:

| Consumo | Cálculo | Resultado |
|---------------------|---|----------------------------|
| Vaso sanitário | (4 pessoas) x (5 descargas) x (9 litros) x (1,08 vazamento) x (30 dias) | 5832 litros |
| Área de jardim | (200 m ²) x (2 l/dia/m ²) x (12 vezes/mês) | 4800 litros |
| Lavagem de carro | (1 carro) x (4 vezes/mês) x (150 litros/lavagem) | 600 litros |
| Mangueira de jardim | (50 litros/dias) x (supondo 10 dias) | 500 litros |
| | | Total: 11732 Litros |

Os valores de precipitação de chuva foram obtidos pelo site <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-sul/carazinho-43856/> para a cidade de Carazinho/RS considerando histórico pluviométrico dos anos de 1982 a 2012, conforme apresentado abaixo:

| | Janeiro | Fevereiro | Março | Abril | Mai | Junho | Julho | Agosto | Setembro | Outubro | Novembro | Dezembro |
|-------------------------|---------|-----------|-------|-------|------|-------|-------|--------|----------|---------|----------|----------|
| Temperatura média (°C) | 23.3 | 22.4 | 19.8 | 16.8 | 14.6 | 14.1 | 14.9 | 16 | 17.8 | 19.8 | 21.8 | 20 |
| Temperatura mínima (°C) | 17.9 | 17.1 | 14.6 | 11.8 | 9.8 | 9.3 | 9.8 | 10.8 | 12.3 | 14.2 | 16.1 | 14.6 |
| Temperatura máxima (°C) | 28.8 | 27.7 | 25.1 | 21.9 | 19.5 | 19 | 20 | 21.3 | 23.4 | 25.5 | 27.6 | 25.5 |
| Chuva (mm) | 153 | 130 | 121 | 134 | 142 | 137 | 129 | 130 | 181 | 171 | 147 | 155 |



O coeficiente de *runoff* adotado foi 0,8, ou seja, há perda de 20% da água pluvial por absorção ou evaporação.

| Coeficiente de runoff (CR) = 0.8 | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---|--|--|--------------------------|
| Meses | Chuva média mensal (mm) | Demanda mensal (m ³) | Área de captação (m ²) | Volume de chuva mensal (m ³) | Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva (m ³) | Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos (m ³) | Situação do reservatório |
| Coluna 1 | Coluna 2 | Coluna 3 | Coluna 4 | Coluna 5 | Coluna 6 | Coluna 7 | Coluna 8 |
| Janeiro | 153 | 11.7 | 115 | 14 | -2.3 | 0 | E |
| Fevereiro | 130 | 11.7 | 115 | 12 | -0.3 | 0 | E |
| Março | 121 | 11.7 | 115 | 11 | 0.7 | 0.7 | D |
| Abril | 134 | 11.7 | 115 | 12 | -0.3 | 0.4 | S |
| Mai | 142 | 11.7 | 115 | 13 | -1.3 | 0 | E |
| Junho | 137 | 11.7 | 115 | 13 | -1.3 | 0 | E |
| Julho | 129 | 11.7 | 115 | 12 | -0.3 | 0 | E |
| Agosto | 130 | 11.7 | 115 | 12 | -0.3 | 0 | E |
| Setembro | 181 | 11.7 | 115 | 17 | -5.3 | 0 | E |
| Outubro | 171 | 11.7 | 115 | 16 | -4.3 | 0 | E |
| Novembro | 147 | 11.7 | 115 | 14 | -2.3 | 0 | E |
| Dezembro | 155 | 11.7 | 115 | 14 | -2.3 | 0 | E |
| Total | 1730 | 140.4 | | 160 | Volume (m³)= | 3.6 | |

Como resultado do dimensionamento do reservatório de água pluvial para reuso, seria necessário volume de 3,6 m³. Comercialmente, adotado reservatório de 4.000 litros ou 4 m³.

Assim sendo, a demanda de água da residência para quatro pessoas, um veículo e com área de jardim de 200 m² seria totalmente substituída por água de reuso pluvial com sistema de reservatório inferior de 4.000 litros.

DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO DE ÁGUA DA CHUVA (MÉTODO DE SIMULAÇÃO)

Outro método de dimensionamento de reservatório de água da chuva para fins de reuso é o da simulação; uma vez que ao utilizar planilhas eletrônicas é muito mais ágil a interação entre entrada de dados e a saída dos mesmos.

No método da simulação, é estabelecido um volume para o reservatório e, com base nos cálculos, é obtida também a quantidade de água que irá extravasar e a que será adotada por outra fonte de abastecimento nos meses com menor volume de captação. Para isso, foi utilizada planilha eletrônica, cujo preenchimento é detalhado abaixo:

- **Coluna 1:** meses do ano;
- **Coluna 2:** precipitações médias de chuva para o mês;
- **Coluna 3:** consumo mensal de água pluvial da edificação;
- **Coluna 4:** área de captação da chuva;
- **Coluna 5:** volume de água de chuva calculado para cada mês. Este valor é resultante do cálculo $\text{coluna 2} \times \text{coluna 4} \times \text{valor do coeficiente de runoff}$;
- **Coluna 6:** valor estipulado para cisterna para água da chuva, fixo para todos os meses. Com base neste valor será possível constatar a quantidade de água que extravasa e a quantidade de água que falta em cada mês;
- **Coluna 7:** corresponde ao volume do reservatório computado no mês anterior. Deve-se considerar que no primeiro mês, no caso janeiro, o reservatório está vazio, ou seja, o valor é zero. A regra para o preenchimento desta coluna é: considere o volume computado no mês anterior na coluna 8. Se for maior do que zero, adota-se o mesmo, caso contrário coloque zero;
- **Coluna 8:** situação do volume do reservatório no mês corrente. No primeiro mês deve-se considerar o reservatório cheio. Nos demais, preencha a coluna de acordo com o critério:
 - $\text{Coluna 5} + \text{coluna 7} - \text{coluna 3} > \text{coluna 6}$: usa-se o valor da coluna 7
 - Caso contrário, adota-se o resultado do cálculo $\text{coluna 5} + \text{coluna 7} - \text{coluna 3}$
- **Coluna 9:** refere-se ao volume que está extravasando. Preencha a planilha seguindo a regra a seguir:
 - Se $\text{coluna 5} + \text{coluna 7} - \text{coluna 3} > \text{coluna 6}$: usar $\text{coluna 5} + \text{coluna 7} - \text{coluna 3} - \text{coluna 6}$
 - Caso contrário, adotar 0.

→ **Coluna 10:** quantidade de água que deverá ser abastecida por outra fonte. Coluna dimensionada considerando o parâmetro:

- Se coluna 7 + coluna 5 – coluna 3 < 0: adota-se coluna 7 + coluna 5 – coluna 3;
- Caso contrário, usar 0.

Considerando o mesmo caso utilizado no Dimensionamento pelo Método RIPPL, podemos verificar se a utilização do reservatório de 4.000 litros está adequado para ou qual seria o consumo da rede de abastecimento caso optássemos pelo reservatório de 2.000 litros. Os dois casos são mostrados respectivamente na sequencia abaixo.

| Coeficiente de runoff (CR) = | | 0.8 | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------|--|--|---------------|---------------------------------|
| Volume do reservatório (m³) = | | 4 | | | | | | | |
| Meses | Chuva média mensal (mm) | Demanda mensal (m³) | Área de captação (m²) | Volume de chuva mensal (m³) | Volume do reservatório fixado (m³) | Volume do reservatório no tempo (t-1) (m³) | Volume do reservatório no tempo (t) (m³) | Overflow (m³) | Suprimento de água externo (m³) |
| Coluna 1 | Coluna 2 | Coluna 3 | Coluna 4 | Coluna 5 | Coluna 6 | Coluna 7 | Coluna 8 | Coluna 9 | Coluna 10 |
| Janeiro | 153 | 11.7 | 115 | 14 | 4 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| Fevereiro | 130 | 11.7 | 115 | 12 | 4 | 4 | 4 | 0.3 | 0 |
| Março | 121 | 11.7 | 115 | 11 | 4 | 4 | 3.3 | 0 | 0 |
| Abril | 134 | 11.7 | 115 | 12 | 4 | 3.3 | 3.6 | 0 | 0 |
| Mai | 142 | 11.7 | 115 | 13 | 4 | 3.6 | 4 | 0.9 | 0 |
| Junho | 137 | 11.7 | 115 | 13 | 4 | 4 | 4 | 1.3 | 0 |
| Julho | 129 | 11.7 | 115 | 12 | 4 | 4 | 4 | 0.3 | 0 |
| Agosto | 130 | 11.7 | 115 | 12 | 4 | 4 | 4 | 0.3 | 0 |
| Setembro | 181 | 11.7 | 115 | 17 | 4 | 4 | 4 | 5.3 | 0 |
| Outubro | 171 | 11.7 | 115 | 16 | 4 | 4 | 4 | 4.3 | 0 |
| Novembro | 147 | 11.7 | 115 | 14 | 4 | 4 | 4 | 2.3 | 0 |
| Dezembro | 155 | 11.7 | 115 | 14 | 4 | 4 | 4 | 2.3 | 0 |
| Total | 1730 | 140.4 | | 160 | | | | 17.3 | 0 |

| Coeficiente de runoff (CR) = | | 0.8 | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------|--|--|---------------|---------------------------------|
| Volume do reservatório (m³) = | | 2 | | | | | | | |
| Meses | Chuva média mensal (mm) | Demanda mensal (m³) | Área de captação (m²) | Volume de chuva mensal (m³) | Volume do reservatório fixado (m³) | Volume do reservatório no tempo (t-1) (m³) | Volume do reservatório no tempo (t) (m³) | Overflow (m³) | Suprimento de água externo (m³) |
| Coluna 1 | Coluna 2 | Coluna 3 | Coluna 4 | Coluna 5 | Coluna 6 | Coluna 7 | Coluna 8 | Coluna 9 | Coluna 10 |
| Janeiro | 153 | 11.7 | 115 | 14 | 2 | 0 | 2 | 0.3 | 0 |
| Fevereiro | 130 | 11.7 | 115 | 12 | 2 | 2 | 2 | 0.3 | 0 |
| Março | 121 | 11.7 | 115 | 11 | 2 | 2 | 1.3 | 0 | 0.7 |
| Abril | 134 | 11.7 | 115 | 12 | 2 | 1.3 | 1.6 | 0 | 0 |
| Mai | 142 | 11.7 | 115 | 13 | 2 | 1.6 | 2 | 0.9 | 0 |
| Junho | 137 | 11.7 | 115 | 13 | 2 | 2 | 2 | 1.3 | 0 |
| Julho | 129 | 11.7 | 115 | 12 | 2 | 2 | 2 | 0.3 | 0 |
| Agosto | 130 | 11.7 | 115 | 12 | 2 | 2 | 2 | 0.3 | 0 |
| Setembro | 181 | 11.7 | 115 | 17 | 2 | 2 | 2 | 5.3 | 0 |
| Outubro | 171 | 11.7 | 115 | 16 | 2 | 2 | 2 | 4.3 | 0 |
| Novembro | 147 | 11.7 | 115 | 14 | 2 | 2 | 2 | 2.3 | 0 |
| Dezembro | 155 | 11.7 | 115 | 14 | 2 | 2 | 2 | 2.3 | 0 |
| Total | 1730 | 140.4 | | 160 | | | | 17.6 | 0.7 |

Percebe-se que ao utilizar o reservatório pluvial para água de reuso, a coluna referente ao suprimento de água externo está com valor zerado, ou seja, toda água de reuso da edificação está sendo obtida pelo reservatório de água pluvial.

No segundo caso, onde o reservatório considerado era de 2.000 litros, há necessidade de consumo mensal de 700 litros de água da rede de abastecimento. Desta forma, havendo maior consumo de água de reuso pela edificação do que aquela coletada e armazenada.

MEMORIAL DESCRITIVO

1) SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS

O projeto dos sistemas prediais de águas pluviais foi desenvolvido de modo a atender as exigências técnicas mínimas quanto à higiene, segurança, economia e conforto dos usuários, incluindo-se à limitação nos níveis de ruído.

Os sistemas foram projetados de maneira a permitir rápido escoamento das águas pluviais e como também facilitar as desobstruções. Foram previstas declividades mínimas de 0,5% como forma de impedir a formação de depósitos na rede interna.

1.1 Sistema de Coleta Predial de Águas pluviais

Foi adotado o sistema formado por calhas com coletores verticais e horizontais, interligados por caixas de areia.

O sistema de águas pluviais do edifício foi projetado de maneira a garantir um escoamento suave, buscando um traçado preferivelmente retilíneo, sem mudanças bruscas de direção e dotado de dispositivos de inspeção que permitirão futuras limpezas e desobstruções nos pontos considerados mais críticos e sujeitos a entupimentos ou depósitos de materiais.

1.2 Dimensionamento dos Sistemas

O dimensionamento dos sistemas foi feito de acordo com os critérios fixados pela NBR-10844 da ABNT, baseados nas contribuições dos telhados e num período de retorno de 5 anos a intensidade pluviométrica é de 120mm/h.

O dimensionamento desenvolveu-se de forma que os diâmetros não sejam descendentes no sentido do escoamento, adotando-se 100 mm como diâmetro mínimo dos coletores verticais e horizontais. O destino final dessas águas será o sistema urbano de águas pluviais.

Todas as calhas e coletores horizontais terão a declividade mínima de 0.5% para as calhas e para os coletores.

1.3 Materiais Empregados

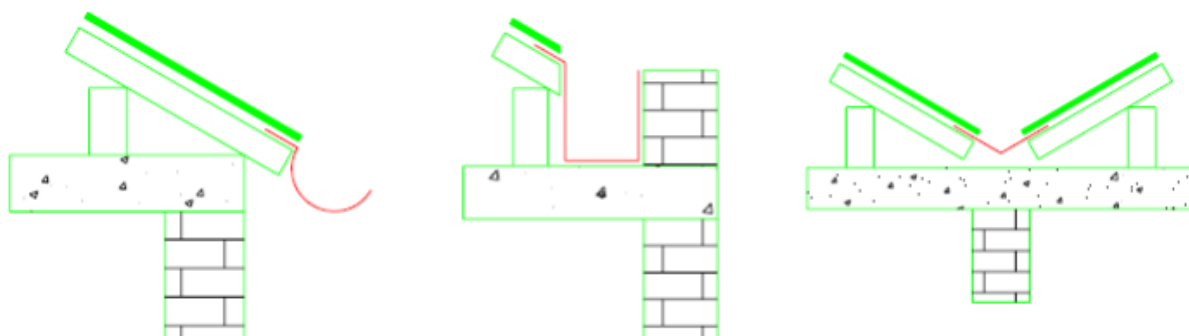
Para uso nos coletores verticais e horizontais serão adotados os tubos série reforçada, em conformidade com a NBR-5688/99 da ABNT. Deverão ser em PVC rígido cinza ou bege-pérola, com juntas elásticas ou soldáveis dependendo do local de aplicação.

5 QUANTITATIVO HIDROSSANITÁRIO DE ESGOTO PLUVIAL

As instalações prediais de águas e esgoto pluviais seguem as preconizações da norma NBR-10844 (ABNT,1989) - Instalações Prediais de Águas Pluviais.

O sistema de águas pluviais e drenagem é o conjunto de calhas, condutores, grelhas, caixas de areia e de passagem e demais dispositivos que são responsáveis por captar águas da chuva e de lavagem de piso e conduzir a um destino adequado. Este sistema é fundamental, pois evita alagamentos, diminui a erosão do solo e protege as edificações da umidade excessiva. Na sequência serão descritos os principais componentes de instalação predial de águas pluviais.

As **calhas** apresentam, quanto ao seu formato, as seções em forma de V, U, semicircular, quadrada ou retangular. Quanto ao tipo, podem ser do tipo calha instalada em beiral, em platibanda ou no encontro das águas do telhado (água-furtada), conforme mostrado abaixo.



As calhas podem ser confeccionadas por diferentes tipos de materiais, como exemplo: aço galvanizado, cobre, aço inoxidável, alumínio, fibrocimento, PVC rígido, fibra de vidro, concreto ou alvenaria



Os **condutores verticais** – tubo de descida que conduz a água do bocal da calha até o piso, ou até a tubulação subterrânea que coleta as águas da chuva – pode ser de ferro fundido, fibrocimento, PVC rígido, aço galvanizado, cobre, chapas de aço galvanizado, chapas de cobre, aço inoxidável, alumínio ou fibra de vidro



O dispositivo denominado **caixa de areia** é constituído por caixa enterrada utilizada para recolher detritos contidos nas tubulações de águas pluviais, além de permitir a inspeção do sistema. Esses detritos ficam depositados no fundo da caixa, o que permite a sua retirada periodicamente. Esta caixa pode possuir uma grelha para também coletar águas do piso.



A **calha de piso** serve para coleta de água e outros líquidos que escoam dos pisos dos pátios, jardins, estacionamentos, garagens, praças, piscinas e indústrias, conduzindo a um destino final.



O **tudo de drenagem** é constituído por tubulação perfurada ou própria, enterrada que capta a umidade excessiva do solo, conduzindo a um destino final.



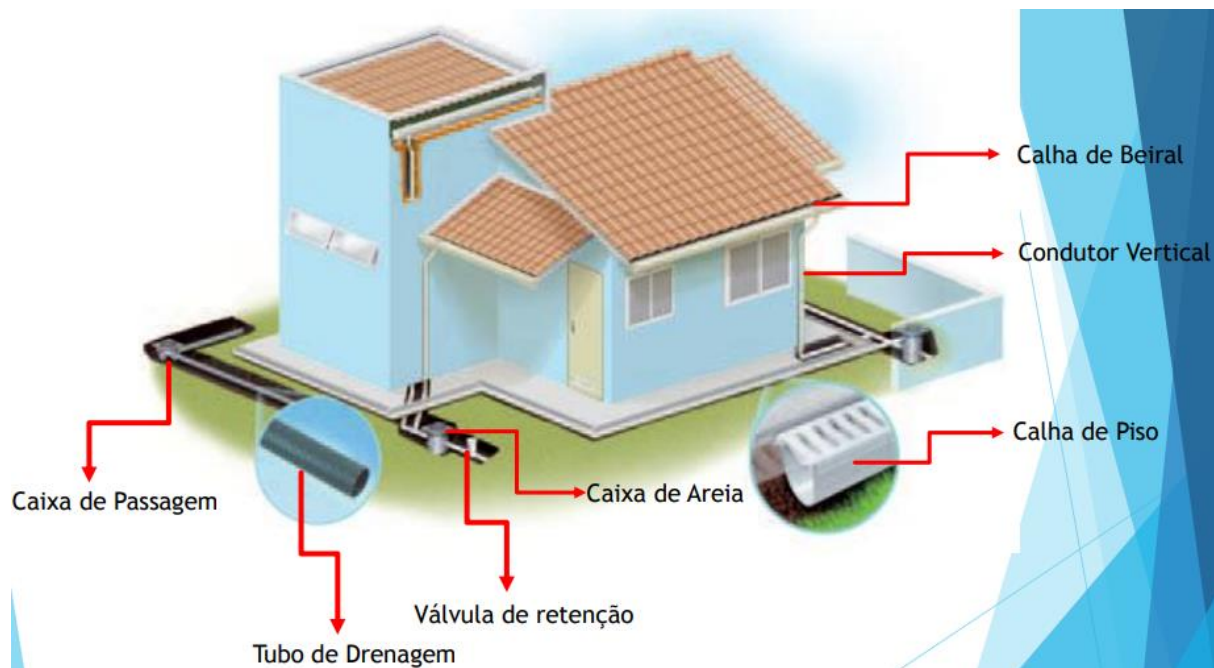
A **caixa de passagem** é normalmente enterrada e serve somente para interligar as tubulações subterrâneas do sistema de águas pluviais, permitindo inspeção do sistema.



A **válvula de retenção** é a conexão que impede o retorno das águas pluviais em situações como: inundações, enchentes, refluxo de mares, entupimentos, vazões elevadas em períodos de chuva.



Mostra-se, de modo esquemático, resumo dos componentes de instalação hidráulica descritos anteriormente pela figura abaixo.



Quanto ao projeto de instalações prediais de águas pluviais, as principais prescrições da NBR-10844 (ABNT, 1989) a serem observadas e adotadas são:

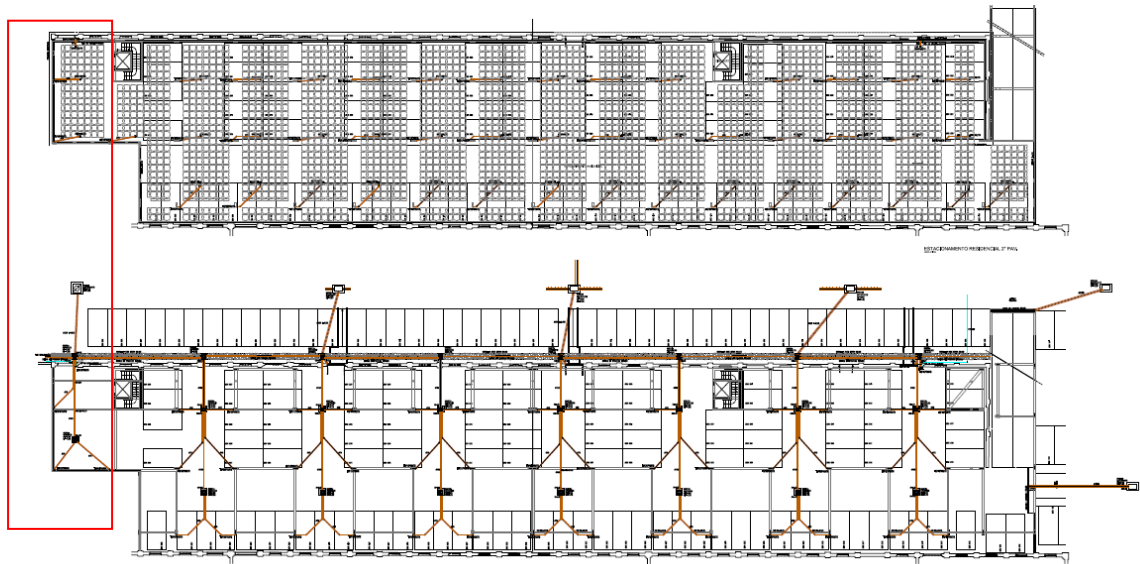
- ➔ O sistema de esgotamento das águas pluviais deve ser completamente separado da rede de esgotos sanitários, rede de água fria e de quaisquer outras instalações prediais. Deve-se prever dispositivo de proteção contra o acesso de gases no interior da tubulação de águas pluviais, quando houver risco de penetração destes;
- ➔ Nas junções e, no máximo de 20 em 20 metros, deve haver uma caixa de inspeção;
- ➔ Quando houver risco de obstrução, deve-se prever mais de uma saída;
- ➔ Lajes impermeabilizadas devem ter declividade mínima de 0,5%;
- ➔ Calhas de beiral e platibanda devem ter declividade mínima de 0,5%;
- ➔ Nos casos em que um extravasamento não pode ser tolerado, pode-se prever extravasores de calha que descarregam em locais adequados;
- ➔ Sempre que possível, usar declividade maior que 0,5% para os condutores horizontais.

IDENTIFICAÇÃO DE COMPONENTES HIDRÁULICOS PLUVIAIS PARA COMPOSIÇÃO DE ORÇAMENTO

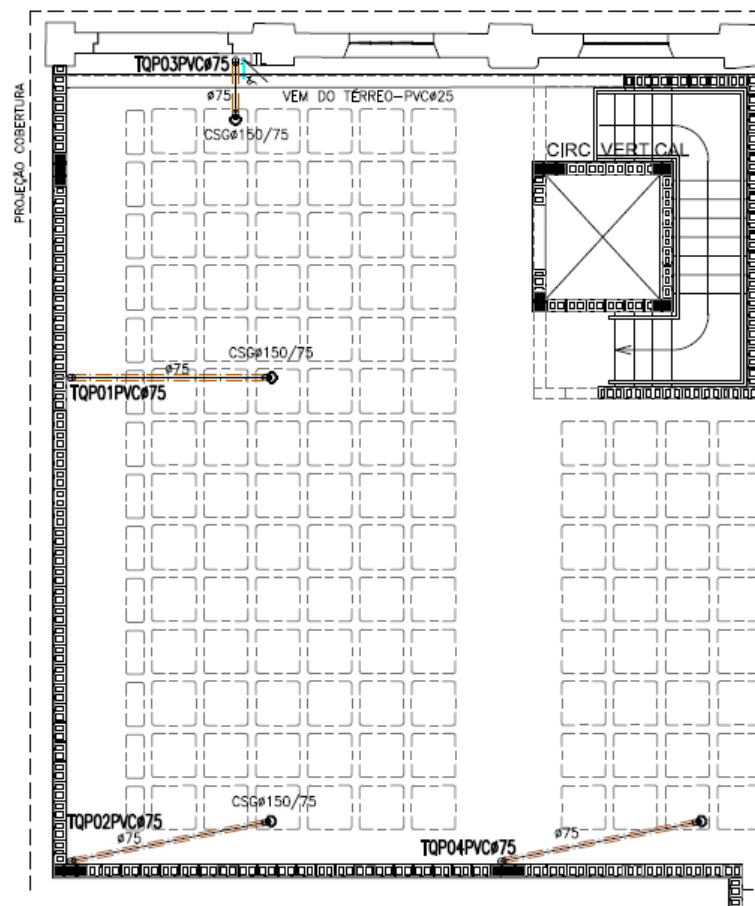
Conforme projeto hidrossanitário de estacionamento residencial composto por dois pavimentos (térreo e 2º pavimento) mostrado abaixo e disponível em prancha de escala 1:100,

identificar os componentes do sistema hidrossanitário pluvial e os quantificar visando orçamento dos materiais que os constitui.

O trecho analisado está demarcado circunscrito na área em vermelho.

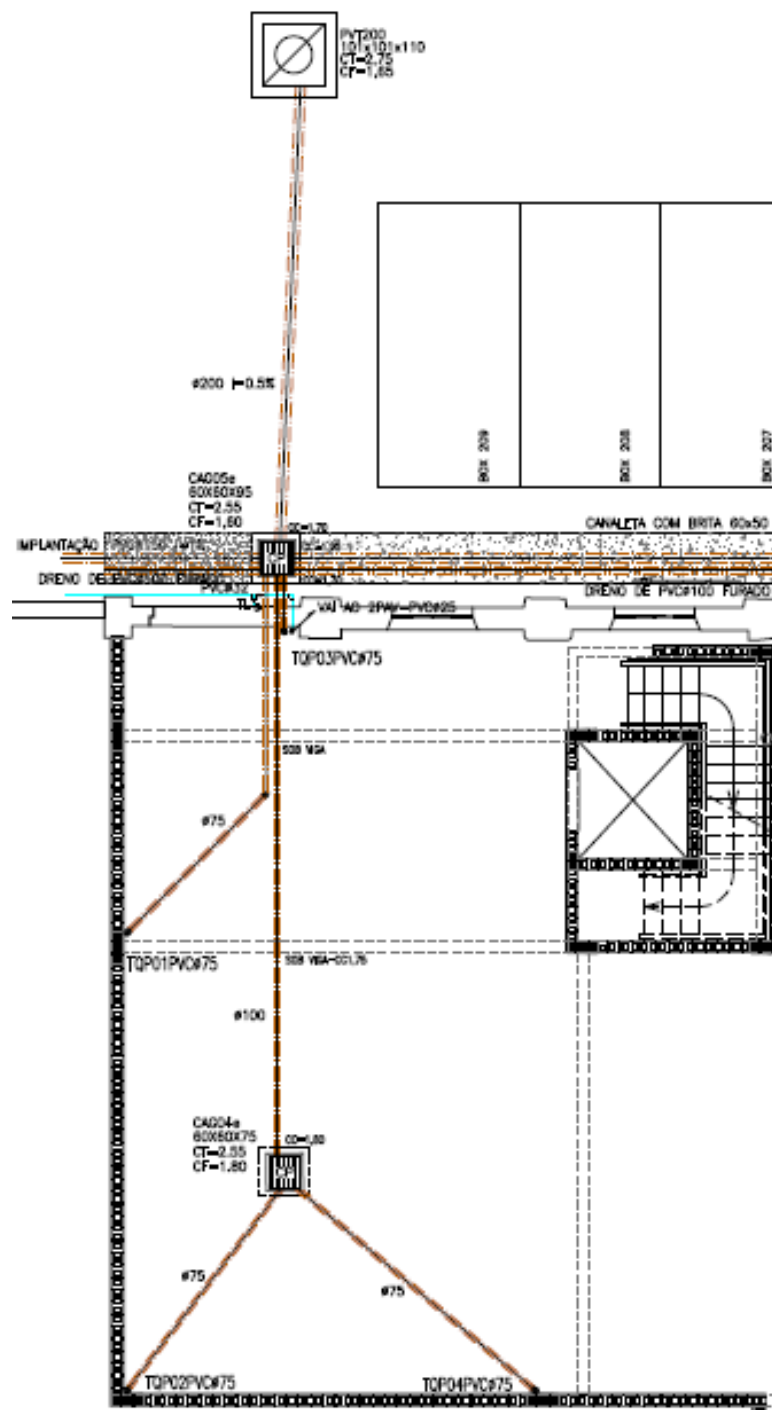


Demonstra-se, abaixo, o trecho demarcado de forma mais detalhada. Na página seguinte referente ao 2º pavimento e na sequência o mesmo trecho na projeção do térreo.



Nota-se, nesta planta (2º pavimento), a indicação dos 4 Tubos de Queda Pluvial (TQP) em PVC com diâmetro de 75 mm e de 4 Caixas Sifonadas Grelhadas (CSG) em PVC de 150x150x75 mm. Ainda, no topo da planta, é indicado tubulação vertical em PVC de diâmetro 25 mm para abastecimento de água fria (não discriminado).

Importante perceber que para ligação de um tubo de queda (vertical) com o segmento de tubulação horizontal (demonstrada em marrom na planta), é necessária conexão em 90°, desta forma, devem ser quantificados 4 joelhos de PVC 75 mm.



Percebe-se, na planta hidráulica pluvial do pavimento terreno, a indicação de 4 Tubos de Queda Pluvial (TQP) em PVC com diâmetro de 75 mm. Em cada TQP, para direcionamento para a canalização horizontal, é necessária conexão a 90° (joelho), ou seja, 4 unidades.

A canalização horizontal, por sua vez, foi estimada como uma barra de cano de 6 metros para cada segmento (similar ao considerado no 2º pavimento). Desta forma, serão necessárias 5 barras de PVC 75 mm para canalização horizontal do pavimento térreo. Ainda, no direcionamento do TQP-01 para a caixa de passagem externa (CP), é necessária 1 conexão de 45°.

Para a destinação pluvial da parte externa, foi utilizado Poço de Visitação (PVT) com interligação a rede de escoamento pluvial. Para a tubulação horizontal, a conexão da Caixa de Passagem (CP) com a PVT foi realizada com tubo de PVC 200 mm. Ainda, foi instalada canalização horizontal de dreno junto a caixa de passagem externa (CP) utilizando tubo de PVC 150 mm e tubo de PVC 100 mm, sendo consideradas para fins de quantitativo de orçamento, um tubo de 6 metros conectados ao lado esquerdo e direito da CP.

Apresentam-se, por meio da tabela abaixo, quantitativo de materiais hidrossanitários para instalações destinadas a água pluvial do edifício garagem em questão (projeto disponibilizado em modo eletrônico pelo QR-Code).

| N. | Elemento | Material | Quant. | Diâmetro | Pavimento |
|-----------|------------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------------|
| 1 | Tubo de Queda | Tubo 6m de PVC | 4 | 75 mm | 2º |
| 2 | Curva 90° | PVC | 4 | 75 mm | 2º |
| 3 | Canalização Horizontal | Tubo 6m de PVC | 4 | 75 mm | 2º |
| 4 | Caixa Sifonada Grelhada | PVC | 4 | 150x150x5 mm | 2º |
| 5 | Tubo de Queda | Tubo 6m de PVC | 4 | 75 mm | Térreo |
| 6 | Caixa de Passagem + Caixa de Areia | Concreto | 2 | 60x60x75 mm | Térreo/ Externo |
| 7 | Curva 90° | PVC | 4 | 75 mm | Térreo |
| 8 | Canalização Horizontal | Tubo 6m de PVC | 5 | 75 mm | Térreo |
| 9 | Curva 45° | PVC | 1 | 75 mm | Térreo |
| 10 | Canalização Horizontal | Tubo 6m de PVC | 5 | 200 mm | Externo |
| 11 | Poço de Visita | Concreto | 1 | 101x101x110 mm | Externo |
| 12 | Canalização Horizontal | Tubo 6m de PVC | 2 | 150 mm | Externo |
| 13 | Canalização Horizontal | Tubo 6m de PVC | 2 | 100 mm | Externo |

6 SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO

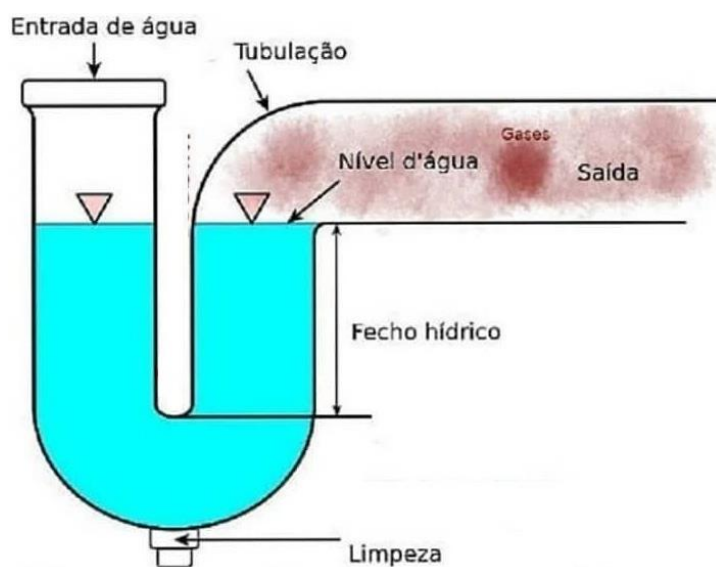
Costuma-se associar a palavra aparelho sanitário à imagem de um vaso sanitário. No entanto, essa palavra tem um significado mais amplo e, nada mais é, que um aparelho ligado à instalação predial destinado ao uso de água para fins higiênicos ou a receber dejetos ou águas servidas. Ou seja, os aparelhos sanitários contemplam, além dos vasos sanitários, os lavatórios, as pias, os mictórios, as banheiras e até os chuveiros.

A principal recomendação é que esses dispositivos, durante a sua utilização, devem evitar qualquer tipo de contato com a água potável, de modo a não contaminá-la.

A instalação de esgoto sanitário compõe-se do conjunto de tubulações, aparelhos sanitários e demais acessórios detalhados em projeto. Os efluentes são coletados e encaminhados ao seu destino final. O projeto de coleta e disposição de esgotos sanitários da residência unifamiliar, compreende os itens detalhados na sequência.

Os **ramais de descarga** referem-se a canalização de esgoto, destinada a transportar os líquidos provenientes dos aparelhos sanitários (chuveiro e lavatório, pia de cozinha, tanque e máquina de lavar roupas) para o tubo de queda ou coletor.

Os **ramais de esgoto**: canalização que recebe os efluentes de ramais de descarga diretamente ou a partir de um desconector. Desconector é um dispositivo provido de fecho hídrico, destinado a vedar a passagem de gases mal cheiro provenientes do esgoto para o ambiente. Fecho hídrico, por sua vez, é apenas a camada líquida que impede a passagem dos gases, conforme mostrado na imagem:



Existem diversos tipos de desconectores usados nas instalações de esgoto, entre eles os sifões, as caixas sifonadas, os ralos sifonados e outros, alguns exemplos são mostrados abaixo.

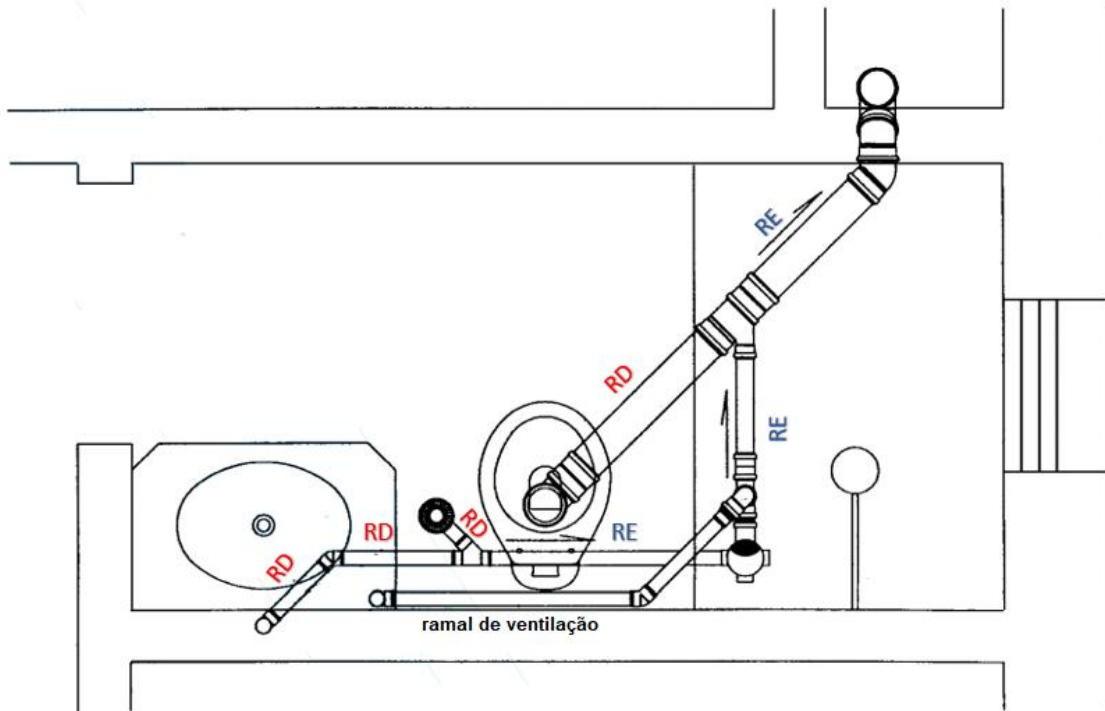


Os desconectores devem estar presentes em todos os aparelhos sanitários. Além disso, em caso de pouca ou nenhuma utilização dos aparelhos sanitários, a altura do fecho hídrico deve passar por manutenções periódicas, de modo a evitar a passagem de mal cheiro pela evaporação do líquido. Já em relação aos despejos provenientes de um conjunto de aparelhos sanitários de um mesmo banheiro, podem ser utilizadas caixas sifonadas para coleta desses despejos; no caso dos despejos provenientes de mictórios, as caixas sifonadas devem possuir tampas cegas e não podem receber contribuição de outros aparelhos sanitários

Há uma sutil diferença entre um ramal de descarga (RD) e um ramal de esgoto (RE); enquanto o ramal de descarga recebe diretamente os efluentes dos aparelhos sanitários, o ramal de esgoto recebe diretamente os efluentes do ramal de descarga, conforme apresentado abaixo.

É importante considerar que todos os ramais devem possibilitar acesso para limpeza e desobstrução. Além disso, todos os trechos horizontais previstos na instalação devem possibilitar o escoamento por gravidade. Para que isso seja possível, esses trechos devem apresentar as seguintes declividades mínimas:

- ➔ 2% para diâmetros de tubulação de até 75mm;
- ➔ 1% para diâmetros de tubulação maiores ou iguais a 100mm.



É recomendado também que as mudanças de direção devem ser feitas com peças de ângulo menor ou igual a 45° e as mudanças de direção horizontal para vertical podem ser executadas com peças de ângulo menor ou igual a 90°. Mostra-se, exemplo de curva 45° e 90° na imagem à seguir, respectivamente da esquerda para a direita.



Proibida a ligação entre os ramais de descarga ou de esgoto no ramal de descarga da bacia sanitária por meio de inspeção em joelho ou curva, conforme abaixo.



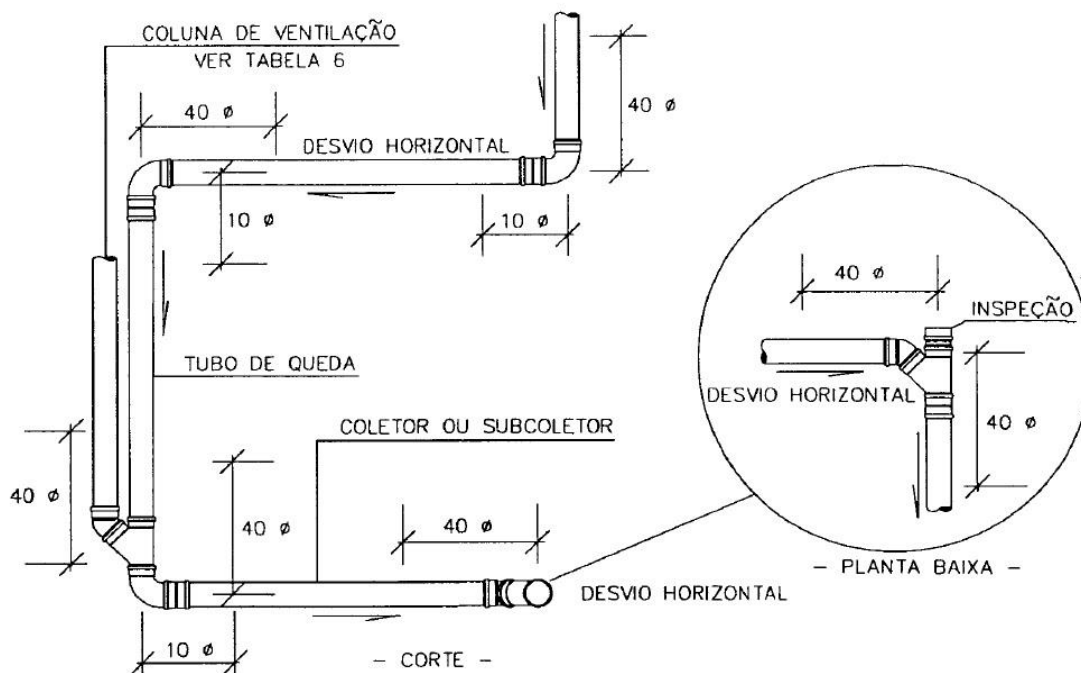
O tubo de queda refere-se a tubulação vertical que recebe efluentes de subcoletores, ramais de esgoto e ramais de descarga. Vale lembrar que essa tubulação só é usada para coleta de esgoto sanitário de edificações com mais de um pavimento.

Os tubos de queda devem ser instalados, preferencialmente, em um único alinhamento. Quando isso não for possível, os desvios podem ser feitos com curvas de 90° de raio longo ou duas curvas de 45°.

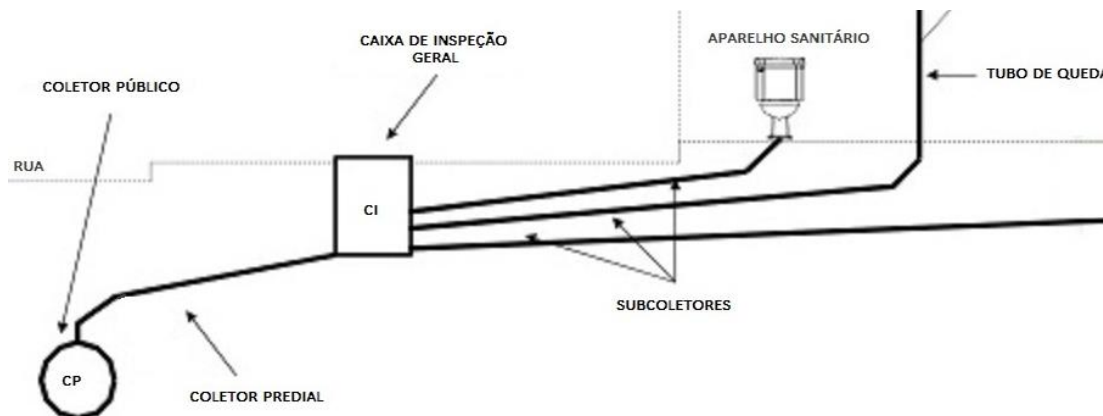


Para edifícios com mais de um andar, caso o tubo de queda receba efluentes com presença de detergentes que provoquem a formação de espuma, devem ser adotadas as seguintes soluções para evitar o retorno da espuma:

- ➔ Não devem ser feitas ligações nas regiões de sobrepressão, conforme esquema abaixo;
- ➔ Efetuar o desvio do tubo de queda para horizontal com curvas de 90° de raio longo ou duas curvas de 45°, que aliviam a sobrepressão;
- ➔ Instalar dispositivos que evitem o retorno da espuma.



Subcoletores são tubulações que recebem efluentes de um ou mais tubos de queda ou ramais de esgoto. Já o coletor predial é um trecho de tubulação compreendido entre a última inserção de subcoletor, ramal de esgoto ou de descarga, ou caixa de inspeção geral e o coletor público.



O coletor e os subcoletores devem ser, preferencialmente, retílineos. Caso isso não seja possível, devemos utilizar peças de no máximo 45°, acompanhadas de elementos de inspeção.

Além disso, todos os trechos horizontais previstos na instalação devem possibilitar o escoamento por gravidade. Para que isso seja possível, esses trechos devem apresentar as seguintes declividades:

- ➔ no mínimo 2% para diâmetros de tubulação de até 75mm;

- no mínimo 1% para diâmetros de tubulação maiores ou iguais a 100mm;
- no máximo 5% para qualquer caso.

Quando for necessário aumentar o diâmetro da tubulação, as variações de diâmetro dos coletores e subcoletores devem ser feitas com dispositivos de inspeção ou com peças próprias para ampliação.

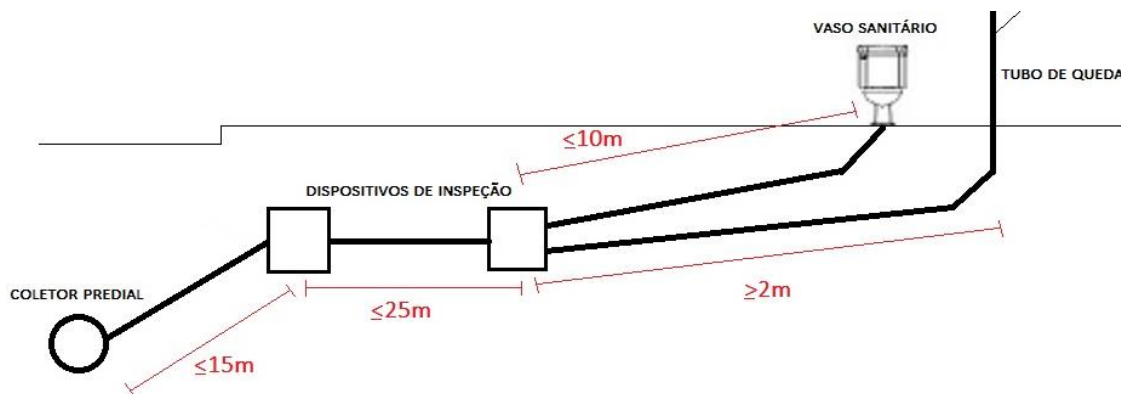
Em relação aos subcoletores, quando as tubulações forem aparentes, as interligações com ramais de descarga e ramais de esgoto devem ser feitas através de junções de 45°, com dispositivos de inspeção nos trechos adjacentes. Já quando as tubulações forem enterradas, devem ser feitas através de caixa de inspeção ou poço de visita.

E no caso do coletor predial, não pode existir interseções de quaisquer dispositivos, exceto da válvula de retenção de esgoto.

A **tubulação de ventilação** refere-se a canalização que tem por objetivo permitir a entrada de ar nas canalizações de esgotos sanitários, assegurando que estas funcionem como condutos livres, impedindo pressões negativas.

As **caixas de inspeção**: pequeno tanque com tampa que serve para inspecionar, ou seja, verificar qualquer problema ou entupimento no caminho do esgoto. É a partir dela que se faz a manutenção da rede (evitar obstruções). São instaladas em mudanças de direção e declividade da canalização e para garantir a acessibilidade aos elementos do sistema, devem ser respeitadas no mínimo as seguintes condições elencadas abaixo e demonstradas no desenho esquemático da sequencia:

- A distância máxima permitida entre duas caixas de inspeção é 25m;
- A distância máxima permitida entre a ligação do coletor predial e a caixa de inspeção mais próxima é 15m;
- O comprimento máximo permitido dos trechos dos ramais de descarga e de esgoto, ou melhor, a máxima distância entre os vasos sanitários, as caixas de gordura, as caixas sifonadas e as caixas de inspeção é de 10m;
- Em prédios com mais de dois pavimentos, as caixas de inspeção não devem ser instaladas a menos de 2m de distância dos tubos de queda que contribuem para ela.



Os desvios, as mudanças de declividade e a junção de tubulações enterradas devem ser feitos mediante o emprego de caixas de inspeção ou poços de visita.

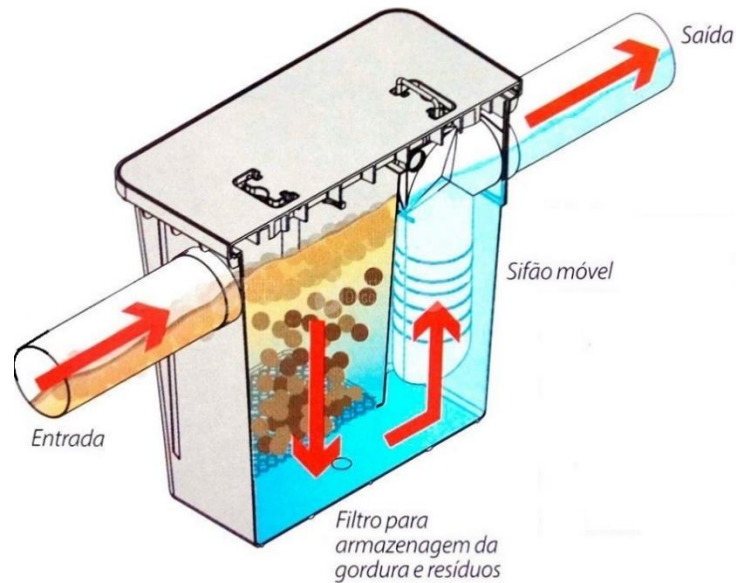
E os dispositivos de inspeção devem ser instalados junto às curvas dos tubos de queda, de preferência à montante das mesmas, sempre que elas forem inatingíveis por dispositivos de limpeza introduzidos pelas caixas de inspeção ou pelos demais pontos de acesso.

Características dos dispositivos de inspeção:

- ➔ abertura suficiente para permitir as desobstruções com a utilização de equipamentos para limpeza;
- ➔ quando embutidos em paredes no interior de residências, escritórios, áreas públicas, não devem ser instalados com as tampas salientes;
- ➔ perfeitamente impermeáveis e munidos de tampa hermética removível.

As **caixas sifonadas** são caixas em formas cilíndricas destinadas a receber efluentes de um conjunto de aparelhos, assim como às águas provenientes de lavagem de pisos. São utilizadas em banheiros e áreas de serviço.

As **caixas de gordura** são compartimento destinado a reter em sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, a fim de evitar a obstrução da rede de esgoto. A caixa de gordura é instalada logo após a pia da cozinha, para coletar os despejos da mesma. Caixa destinada a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que estes componentes escoem livremente pela rede e causem obstrução. Elas são indicadas quando os efluentes do esgoto possuir resíduos gordurosos e devem ser instaladas em locais de fácil acesso e com boa ventilação.



Caso um edifício possua máquina de lavar louça e pia de cozinha em seus pavimentos, não é permitido o uso de caixas de gordura individuais nesses andares. Neste caso, os despejos devem ser descarregados em um tubo de queda exclusivo e, por fim, em caixas de gordura coletivas.

Características das caixas de gordura:

- ➔ capacidade de acumulação da gordura entre cada operação de limpeza;
- ➔ dispositivos de entrada e de saída convenientemente projetados para possibilitar que o afluente e o efluente escoem normalmente;
- ➔ altura entre a entrada e a saída suficiente para reter a gordura, evitando o arraste do material juntamente com o efluente;
- ➔ vedação adequada para evitar a penetração de insetos, pequenos animais, águas de lavagem de pisos ou de águas pluviais, etc;
- ➔ perfeitamente impermeável, munida de dispositivo adequado de inspeção e fecho.

Os **ralos secos** são utilizados para receber águas provenientes de chuveiros, pisos laváveis, áreas externas, etc., não devendo receber efluentes dos ramais de descarga. Podem ser em PVC ou ferro fundido.

As **caixas múltiplas** desempenham a função de caixa de gordura, de inspeção e de águas pluviais. Já vem pré-montadas e contam com acessórios especiais.

O tratamento dos efluentes deve ser realizado por meio de uma fossa séptica, de formato cilíndrico, situada a distância mínima de 0,62 m da residência e de 1.50 m da divisa do lote, ou de quaisquer obstáculos, tais como árvores, valas de infiltração, ramal predial e sumidouro.

A destinação final dos efluentes pode ser realizada por intermédio de um sumidouro, de formato prismático, situado a no mínimo 0.50 m da divisa do lote ou de quaisquer obstáculos, tais como a edificação, árvores, valas de infiltração, ramal predial e a fossa séptica.

A instalação de esgotos é dimensionada com base nas Unidades Hunter de Contribuição (UHC), de acordo com as tabelas a presentadas na NBR 8160/99 – Instalações Prediais de Esgoto Sanitário (mostrada abaixo); bem como, as recomendações dos diversos fabricantes de tubulações, aparelhos e dispositivos a serem instalados.

| Aparelho sanitário | | Número de Unidades de Hunter de Contribuição | Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga DN |
|----------------------------|---------------------|--|---|
| bacia sanitária | | 6 | 100 ⁽¹⁾ |
| banheira de residência | | 2 | 40 |
| bebedouro | | 0,5 | 40 |
| bidê | | 1 | 40 |
| chuveiro | de residência | 2 | 40 |
| | coletivo | 4 | 40 |
| lavatório | de residência | 1 | 40 |
| | de uso geral | 2 | 40 |
| mictório | válvula de descarga | 6 | 75 |
| | caixa de descarga | 5 | 50 |
| | descarga automática | 2 | 40 |
| | de calha | 2 ⁽²⁾ | 50 |
| pia de cozinha residencial | | 3 | 50 |
| pia de cozinha industrial | preparação | 3 | 50 |
| | lavagem de panelas | 4 | 50 |
| tanque de lavar roupas | | 3 | 40 |
| máquina de lavar louças | | 2 | 50 ⁽³⁾ |
| máquina de lavar roupas | | 3 | 50 ⁽³⁾ |

Para o dimensionamento dos ramais de descarga, considera-se o tipo de aparelho sanitário e aplica-se o diâmetro nominal mínimo preconizado por norma (acima). Percebe-se que o diâmetro mínimo à ser considerado é de **40 mm**.

Para o dimensionamento dos ramais de esgoto, considera-se o recebimento de efluentes dos ramais de descarga (UHC), considerando a tabela abaixo.

| Diâmetro nominal do tubo DN | Número máximo de Unidades de Hunter de contribuição UHC |
|-----------------------------|---|
| 40 | 3 |
| 50 | 6 |
| 75 | 20 |
| 100 | 160 |

Aplicando em situação hipotética:

- 1 lavatório: 1 UHC;
- 1 chuveiro: 2 UHC;
- 1 bidê: 1 UHC
 - total: 4 UHC → **d = 50 mm**;

Para dimensionamento do tubo de queda, (recebe efluentes dos ramais de esgoto e ramais de descarga), utiliza-se a tabela à seguir.

| Diâmetro nominal do tubo DN | Nº máximo de Unidades de Hunter de Contribuição | |
|---------------------------------------|---|---------------------------------|
| | Prédio de até 3 pavimentos | Prédio com mais de 3 pavimentos |
| 40 | 4 | 8 |
| 50 | 10 | 24 |
| 75 | 30 | 70 |
| 100 | 240 | 500 |
| 150 | 960 | 1900 |
| 200 | 2200 | 3600 |
| 250 | 3800 | 5600 |
| 300 | 6000 | 8400 |

Aplicando a situação hipotética:

- edifício residencial de 10 pavimentos;
- banheiro contendo:
 - 1 bacia sanitária: 6 UHC;
 - 1 lavatório: 1 UHC;
 - 1 bidê: 1 UHC;
 - 1 chuveiro: 2 UHC
 - TOTAL: 10 UHC por pavimento
- Tudo de queda: 10 UHC x 10 pavimentos = 100 → **d = 100 mm**

Para dimensionamento dos coletores e subcoletores, considera-se para edifícios residenciais, o aparelho de maior UHC de cada banheiro. Para os demais casos, UHC de todos os aparelhos sanitários. Após, considera-se a tabela abaixo.

| Diâmetro nominal do tubo DN | Número máximo de Unidades Hunter de Contribuição em função das declividades mínimas % | | | |
|------------------------------------|--|------|-------|-------|
| | 0,5 | 1 | 2 | 4 |
| 100 | --- | 180 | 216 | 250 |
| 150 | --- | 700 | 840 | 1000 |
| 200 | 1400 | 1600 | 1920 | 2300 |
| 250 | 2500 | 2900 | 3500 | 4200 |
| 300 | 3900 | 4600 | 5600 | 6700 |
| 400 | 7000 | 8300 | 10000 | 12000 |

Aplicando a situação hipotética:

- ➔ edifício residencial de 10 pavimentos;
- ➔ banheiro contendo:
 - 1 bacia sanitária: 6 UHC;
 - 1 lavatório: 1 UHC;
 - 1 bidê: 1 UHC;
 - 1 chuveiro: 2 UHC
- ➔ Subcoletores e coletor predial: 6 UHC x 10 pavimentos = 60
 - Inclinação de 1%
 - **d = 100 mm**

Para dimensionamento do sistema de ventilação (ramal de ventilação) considera-se a distância máxima de um desconector (sifão) ao tubo ventilador; utiliza-se a tabela:

| Diâmetro nominal do ramal de descarga DN | Distância máxima m |
|---|-----------------------|
| 40 | 1,00 |
| 50 | 1,20 |
| 75 | 1,80 |
| 100 | 2,40 |

Para dimensionamento do ramal de ventilação propriamente dito, considera-se a tabela abaixo:

| Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias | | Grupo de aparelhos com bacias sanitárias | |
|---|---|---|---|
| Número de Unidades Hunter de Contribuição | Diâmetro nominal do ramal de ventilação | Número de Unidades Hunter de Contribuição | Diâmetro nominal do ramal de ventilação |
| até 12 | 40 | até 17 | 50 |
| 13 a 18 | 50 | 18 a 60 | 75 |
| 19 a 36 | 75 | --- | --- |

Aplicando a situação hipotética:

- ➔ edifício residencial de 10 pavimentos;
- ➔ banheiro contendo:
 - 1 bacia sanitária: 6 UHC;
 - 1 lavatório: 1 UHC;
 - 1 bidê: 1 UHC;
 - 1 chuveiro: 2 UHC
- TOTAL: 10 UHC por pavimento
- ➔ **d = 50 mm**

Para dimensionamento das colunas de ventilação, considera-se o diâmetro do tubo de queda (TQ) e o UHC, conforme a tabela à seguir.

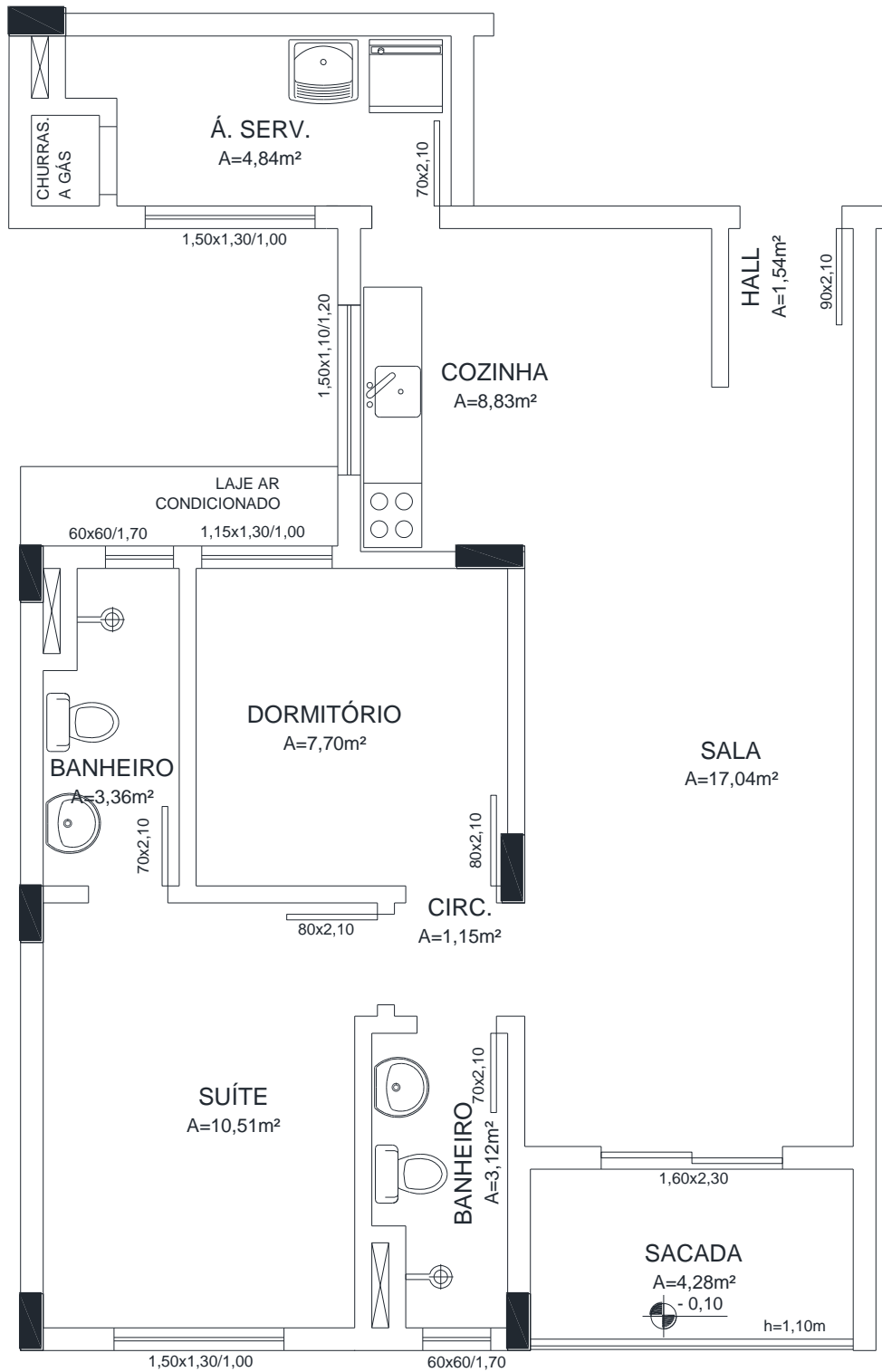
| DN TQ | Nºde UHC | Diâmetro nominal mínimo do tubo de ventilação | | | | | | | |
|-----------------------------|----------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 40 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| Comprimento permitido (m) | | | | | | | | | |
| 40 | 8 | 46 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 40 | 10 | 30 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 50 | 12 | 23 | 61 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 50 | 20 | 15 | 46 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 75 | 10 | 13 | 46 | 317 | -- | -- | -- | -- | -- |
| 75 | 21 | 10 | 33 | 247 | -- | -- | -- | -- | -- |
| 75 | 53 | 8 | 29 | 207 | -- | -- | -- | -- | -- |
| 75 | 102 | 8 | 26 | 189 | -- | -- | -- | -- | -- |
| 100 | 43 | -- | 11 | 76 | 299 | -- | -- | -- | -- |
| 100 | 140 | -- | 8 | 61 | 229 | -- | -- | -- | -- |
| 100 | 320 | -- | 7 | 52 | 195 | -- | -- | -- | -- |
| 100 | 530 | -- | 6 | 46 | 177 | -- | -- | -- | -- |
| 150 | 500 | -- | -- | 10 | 40 | 305 | -- | -- | -- |
| 150 | 1100 | -- | -- | 8 | 31 | 238 | -- | -- | -- |
| 150 | 2000 | -- | -- | 7 | 26 | 201 | -- | -- | -- |
| 150 | 2900 | -- | -- | 6 | 23 | 183 | -- | -- | -- |

Aplicando a situação hipotética:

- ➔ edifício residencial de 10 pavimentos;
- ➔ tubo de queda: d = 100 m;
- ➔ UHC: 100;
- ➔ Comprimento da coluna de ventilação (altura do prédio) = 35 metros;
- ➔ **d = 75 mm.**

EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO

Considerando determinado projeto de um apartamento (mostrado abaixo), composto por 7 pavimentos tipo, realizar o dimensionamento da tubulação esgoto sanitário.



RESOLUÇÃO:

As instalações de esgoto sanitário foram dimensionadas com base nas Unidades Hunter de contribuição (UHC), de acordo com as tabelas apresentadas na NBR 8160/99 – Instalações Prediais de Esgoto Sanitário. Foram observadas as recomendações dos diversos fabricantes de tubulações, aparelhos e dispositivos a serem instalados.

Por meio da Tabela 1, considera-se, conforme aparelhos sanitários presentes no respectivo cômodo, as Unidades de Hunter de Contribuição (UHC) para dimensionamento dos ramais de descarga

Tabela 1 - Unidades de Hunter de Contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga

| Aparelho sanitário | | Número de Unidades de Hunter de Contribuição | Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga DN |
|----------------------------|---------------------|--|---|
| bacia sanitária | | 6 | 100 ⁽¹⁾ |
| banheira de residência | | 2 | 40 |
| bebedouro | | 0,5 | 40 |
| bidê | | 1 | 40 |
| chuveiro | de residência | 2 | 40 |
| | coletivo | 4 | 40 |
| lavatório | de residência | 1 | 40 |
| | de uso geral | 2 | 40 |
| mictório | válvula de descarga | 6 | 75 |
| | caixa de descarga | 5 | 50 |
| | descarga automática | 2 | 40 |
| | de calha | 2 ⁽²⁾ | 50 |
| pia de cozinha residencial | | 3 | 50 |
| pia de cozinha industrial | preparação | 3 | 50 |
| | lavagem de panelas | 4 | 50 |
| tanque de lavar roupas | | 3 | 40 |
| máquina de lavar louças | | 2 | 50 ⁽³⁾ |
| máquina de lavar roupas | | 3 | 50 ⁽³⁾ |

1. RAMAIS DE DESCARGA

Unidades de Hunter - Sanitário

| | | | | |
|------------------|-------|---|--------------|---------------|
| Bacia Sanitária: | 6 UHC | → | Tubulação de | 100 mm |
| Lavatório: | 1 UHC | → | Tubulação de | 50 mm |
| Chuveiro: | 2 UHC | → | Tubulação de | 50 mm |
| CS até TQ | 3 UHC | → | Tubulação de | 50 mm |

Unidades de Hunter - Cozinha

| | | | | |
|----------|-------|---|--------------|--------------|
| Pia: | 3 UHC | → | Tubulação de | 50 mm |
| Máquina: | 2 UHC | → | Tubulação de | 50 mm |

Unidades de Hunter - Área de Serviço

| | | | | |
|----------|-------|---|--------------|--------------|
| Tanque | 3 UHC | → | Tubulação de | 50 mm |
| Máquina: | 3 UHC | → | Tubulação de | 50 mm |

Pelo somatório das UHC do cômodo, dimensiona-se o diâmetro da tubulação do ramal de esgoto (Tabela 2). Importante considerar, no caso do banheiro, por ter a bacia sanitária com ramal de descarga de 100 mm, considerar o mesmo diâmetro para o ramal de esgoto.

2. RAMAIS DE ESGOTO

| | | | | |
|-----------------|--------|---|--------------|---------------|
| Banheiro | 12 UHC | → | Tubulação de | 100 mm |
| Cozinha | 5 UHC | → | Tubulação de | 50 mm |
| Área de Serviço | 6 UHC | → | Tubulação de | 50 mm |

Tabela 02 - Unidades Hunter para o ramal de esgoto.

| Diâmetro Nominal do Tubo | Número máximo de UHC |
|--------------------------|----------------------|
| 40 | 3 |
| 50 | 6 |
| 75 | 20 |
| 100 | 160 |

Para dimensionamento do Tubo de Queda, considera-se o total de contribuição UHC. No caso, serão considerados 3 tubos de queda: um para cada banheiro e um para ligação da cozinha e da área de serviço em conjunto. Mostra-se, na Tabela 3, critério para dimensionamento.

3. TUBO DE QUEDA

Unidades Hunter de Contribuição para o Tubo de Queda:

Por Banheiro: **12 UHC** Cozinha e Serviço **11 UHC**

Total para o Tubo de Queda (7 Pav.):

84 UHC

77 UHC

Restrições

- 1) Se o tubo de queda receber efluentes do vaso sanitário, o tubo deve ter no mínimo 100mm;
- 2) O diâmetro do tubo de queda, deve ser maior ou igual ao maior diâmetro a ele ligado;
- 3) Tubos de queda que recebem efluentes de pia de cozinha, pia de despejo e pias de copa, devem possuir um diâmetro maior ou igual a 75mm;

Diâmetro do Tubo de queda:

Tubo de Queda 01 : *Sanitário - 100 mm*

Tubo de Queda 02 : *Sanitário - 100 mm*

Tubo de Queda 03 : *Cozinha + Serviço 100 mm*

Tabela 03 - Dimensionamento de tubo de queda.

| Diâmetro Nominal do tubo DN | Número Máximo de Unidades Hunter de Contribuição | |
|-----------------------------------|--|----------------------------------|
| | Prédios até 3 Pav. | Prédios com mais de 3 pavimentos |
| | | Em todo o tubo |
| 40 | 4 | 8 |
| 50 | 10 | 24 |
| 75 | 30 | 70 |
| 100 | 240 | 500 |
| 150 | 960 | 1900 |
| 200 | 2200 | 3600 |
| 250 | 3800 | 5600 |
| 300 | 6000 | 8400 |

Para dimensionamento dos coletores do apartamento, considera-se o aparelho sanitário de maior contribuição UHC do, utiliza-se a Tabela 04 para dimensionamento.

4. COLETORES

Aparelho de Maior UHC - Bacia Sanitária

6 UHC x 7 Pavimentos = 42 UHC

Declividade: 1 %

Diâmetro: 100 mm

Tabela 04 - Dimensionamento dos subcoletores e coletores prediais.

| Diâmetro Nominal do Tubo DN | Número Máximo de Unidades Hunter de Contribuição | | | |
|-----------------------------------|--|------|-------|-------|
| | Declividades Máximas (5) | | | |
| | 0.5 | 1 | 2 | 4 |
| 100 | - | 180 | 216 | 250 |
| 150 | - | 700 | 840 | 1000 |
| 200 | 1400 | 1600 | 1920 | 2300 |
| 250 | 2500 | 2900 | 3500 | 4000 |
| 300 | 3900 | 4600 | 5600 | 6700 |
| 400 | 7000 | 8300 | 10000 | 12000 |

Para o sistema de ventilação primária, considera-se o mesmo diâmetro do tubo de queda.

5. TUBULAÇÃO PRIMÁRIA

Mesmo diâmetro do tubo de queda!

DIÂMETROS

| | |
|-------------------------|--------------------------------|
| <i>Tubo de Queda 01</i> | <i>Sanitário - 100 mm</i> |
| <i>Tubo de Queda 02</i> | <i>Sanitário - 100 mm</i> |
| <i>Tubo de Queda 03</i> | <i>Coz. + Serviço - 100 mm</i> |

Para o dimensionamento do ramal de ventilação, considera-se o pior entre os cômodos (no caso, o sanitário) e os equipamentos sanitários que estão contidos (no caso, bacia sanitária e lavatório) e a distância destes até a posição do ramal de ventilação (localização), verificando pela Tabela 5 a necessidade de instalação do ramal de ventilação ou não.

| 6. RAMAL DE VENTILAÇÃO | | | | |
|------------------------|-----------------|-----------------------|---|----------------------------------|
| PEÇA | APARELHO | DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO | DISTÂNCIA (Desconector - Tubo de Queda) | NECESSITA DE RAMAL DE VENTILAÇÃO |
| Sanitário | Bacia Sanitária | 100 mm | 0.85 m | NÃO |
| Crítico | Lavatório | 50 mm | 1.40 m | SIM |

Tabela 05 - Distância dos desconector ao tubo de ventilação.

| Diâmetro Nominal Mínimo do R.D ou R.E | Distância Máxima (mm) |
|--|---------------------------|
| 40 | 1.00 |
| 50 | 1.20 |
| 75 | 1.80 |
| 100 | 2.40 |

No caso de necessária a instalação da coluna de ventilação, faz-se o dimensionamento pela Tabela 7.

7. COLUNA DE VENTILAÇÃO

| | | |
|--|----------------|----------------------------------|
| <i>Diâmetro do Tubo de Queda:</i> | 100 mm | |
| <i>Comprimento da Tubulação:</i> | 21.00 m | <i>(7 pavimentos x 3 metros)</i> |
| <i>Número de UHC:</i> | 63 UHC | |
| <i>Diâmetro da Coluna de Ventilação (Tabela 07):</i> | 75 mm | |

Tabela 7 - Dimensionamento de colunas e barriletes de ventilação

| Diâmetro nominal do tubo de queda ou do ramal de esgoto DN | Número de Unidades Hunter de Contribuição | Diâmetro nominal mínimo do tubo de ventilação | | | | | | | |
|---|---|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 40 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| | | Comprimento permitido (m) | | | | | | | |
| 40 | 8 | 46 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 40 | 10 | 30 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 50 | 12 | 23 | 61 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 50 | 20 | 15 | 46 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 75 | 10 | 13 | 46 | 317 | -- | -- | -- | -- | -- |
| 75 | 21 | 10 | 33 | 247 | -- | -- | -- | -- | -- |
| 75 | 53 | 8 | 29 | 207 | -- | -- | -- | -- | -- |
| 75 | 102 | 8 | 26 | 189 | -- | -- | -- | -- | -- |
| 100 | 43 | -- | 11 | 76 | 299 | -- | -- | -- | -- |
| 100 | 140 | -- | 8 | 61 | 229 | -- | -- | -- | -- |
| 100 | 320 | -- | 7 | 52 | 195 | -- | -- | -- | -- |
| 100 | 530 | -- | 6 | 46 | 177 | -- | -- | -- | -- |
| 150 | 500 | -- | -- | 10 | 40 | 305 | -- | -- | -- |
| 150 | 1100 | -- | -- | 8 | 31 | 238 | -- | -- | -- |
| 150 | 2000 | -- | -- | 7 | 26 | 201 | -- | -- | -- |
| 150 | 2900 | -- | -- | 6 | 23 | 183 | -- | -- | -- |
| 200 | 1800 | -- | -- | -- | 10 | 73 | 286 | -- | -- |
| 200 | 3400 | -- | -- | -- | 7 | 57 | 219 | -- | -- |
| 200 | 5600 | -- | -- | -- | 6 | 49 | 186 | -- | -- |
| 200 | 7600 | -- | -- | -- | 5 | 43 | 171 | -- | -- |
| 250 | 4000 | -- | -- | -- | -- | 24 | 94 | 293 | -- |
| 250 | 7200 | -- | -- | -- | -- | 18 | 73 | 225 | -- |
| 250 | 11000 | -- | -- | -- | -- | 16 | 60 | 192 | -- |
| 250 | 15000 | -- | -- | -- | -- | 14 | 55 | 174 | -- |
| 300 | 7300 | -- | -- | -- | -- | 9 | 37 | 116 | 287 |
| 300 | 13000 | -- | -- | -- | -- | 7 | 29 | 90 | 219 |
| 300 | 20000 | -- | -- | -- | -- | 6 | 24 | 76 | 186 |
| 300 | 26000 | -- | -- | -- | -- | 5 | 22 | 70 | 152 |

Na sequência, (próximas páginas) são mostrados os respectivos dimensionamentos em representações em projeto.

OBS.: arquivo .dwg deste exemplo será disponibilizado como material de apoio para verificação e material de consulta.

Nos banheiros, serão instalados os seguintes equipamentos sanitários:

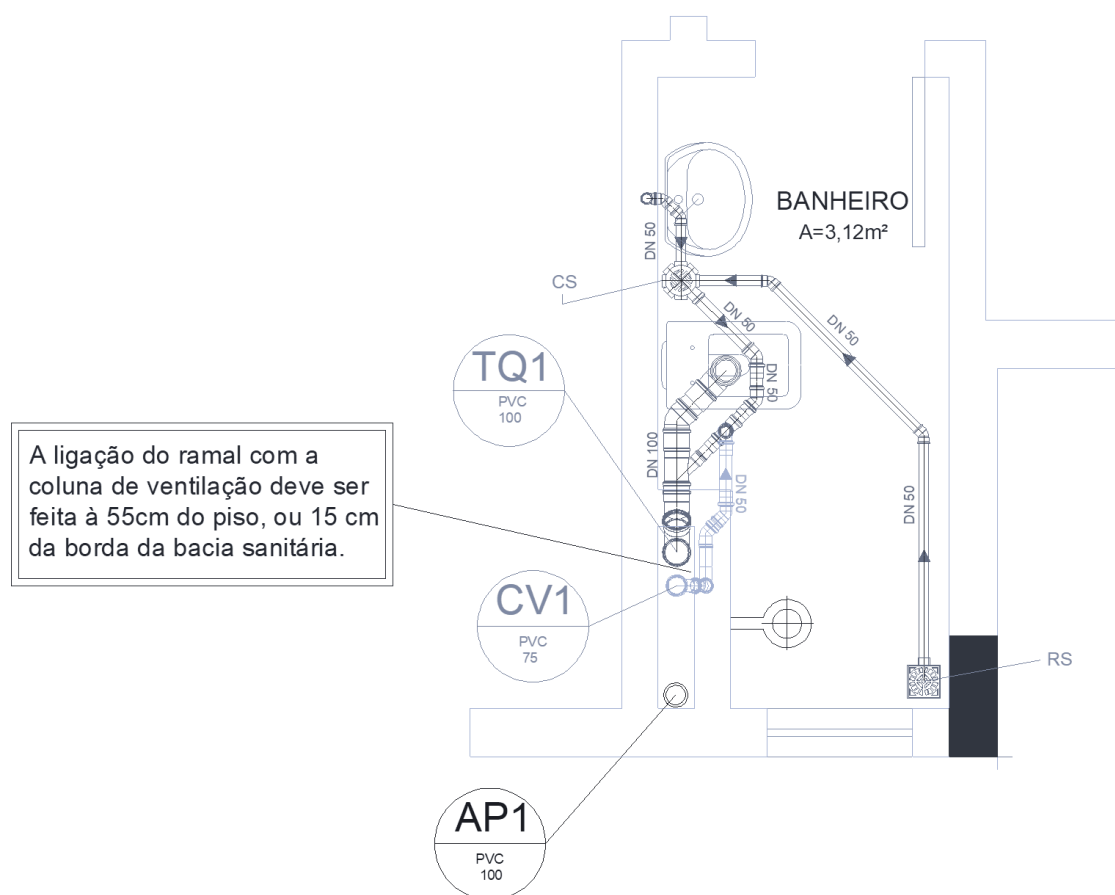
- ➔ 1 caixa sifonada em PVC com dimensões de 150x150x50mm com grelha cromada, para coleta de efluentes do piso;
- ➔ 1 sifão sanfonado universal em PVC, saída 38/40mm. Comprimento mínimo 29cm e esticado 70cm. Instalado na saída do lavatório para impedir que o mau cheiro retorne para o ambiente;
- ➔ 1 ralo em PVC, com dimensões de 100x100x40mm.

Na cozinha, serão instalados os seguintes equipamentos sanitários:

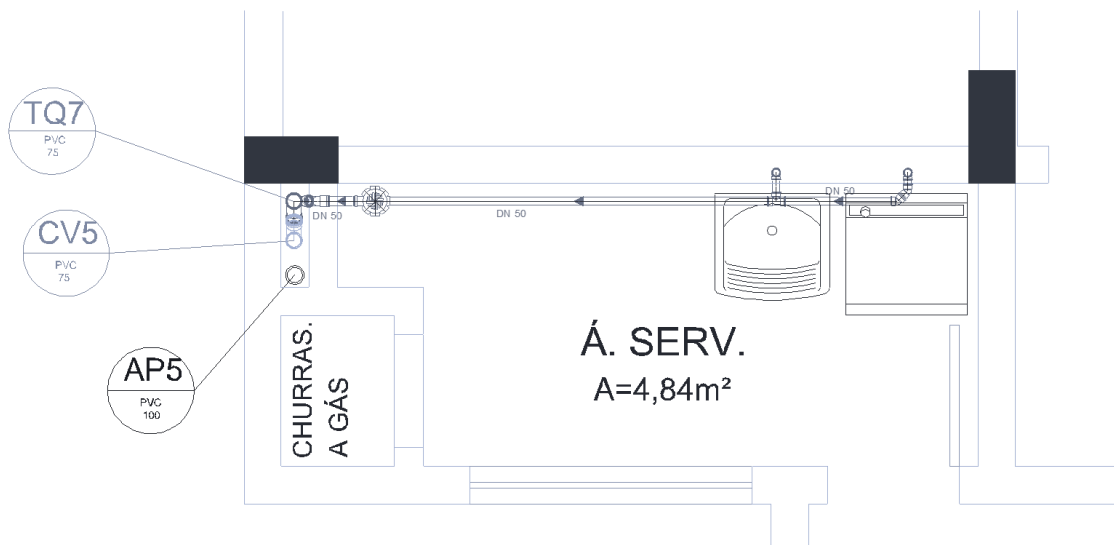
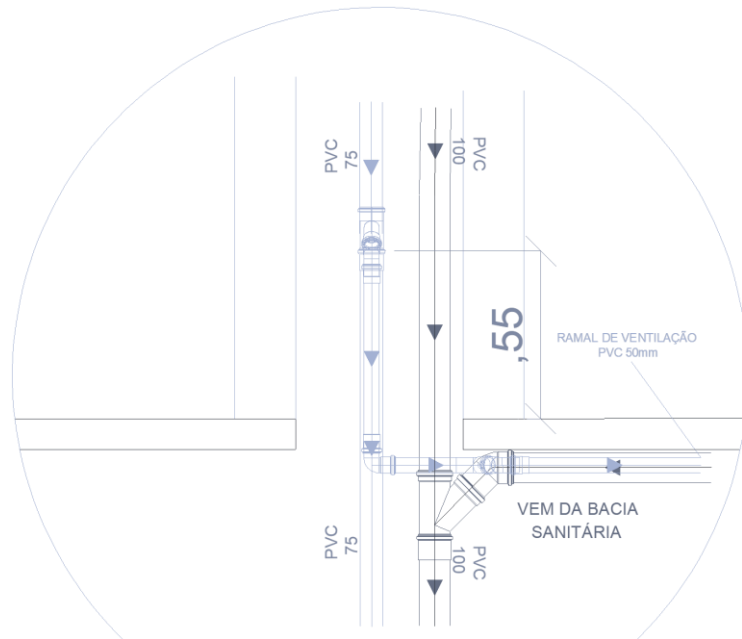
- ➔ 1 caixa de gordura em polietileno com capacidade de 25 litros, com cesto removível. Altura: 50cm, diâmetro 50cm. Instalada do lado externo na residência para reter as gorduras provenientes do ramal da cozinha e conseqüentemente incrustações nas paredes da tubulação que estrangulam a secção de escoamento;
- ➔ 1 sifão sanfonado universal em PVC, saída 38/40mm. Comprimento mínimo 29cm e esticado 70cm. Instalado na saída da pia da cozinha para impedir que o mau cheiro retorne para o ambiente.

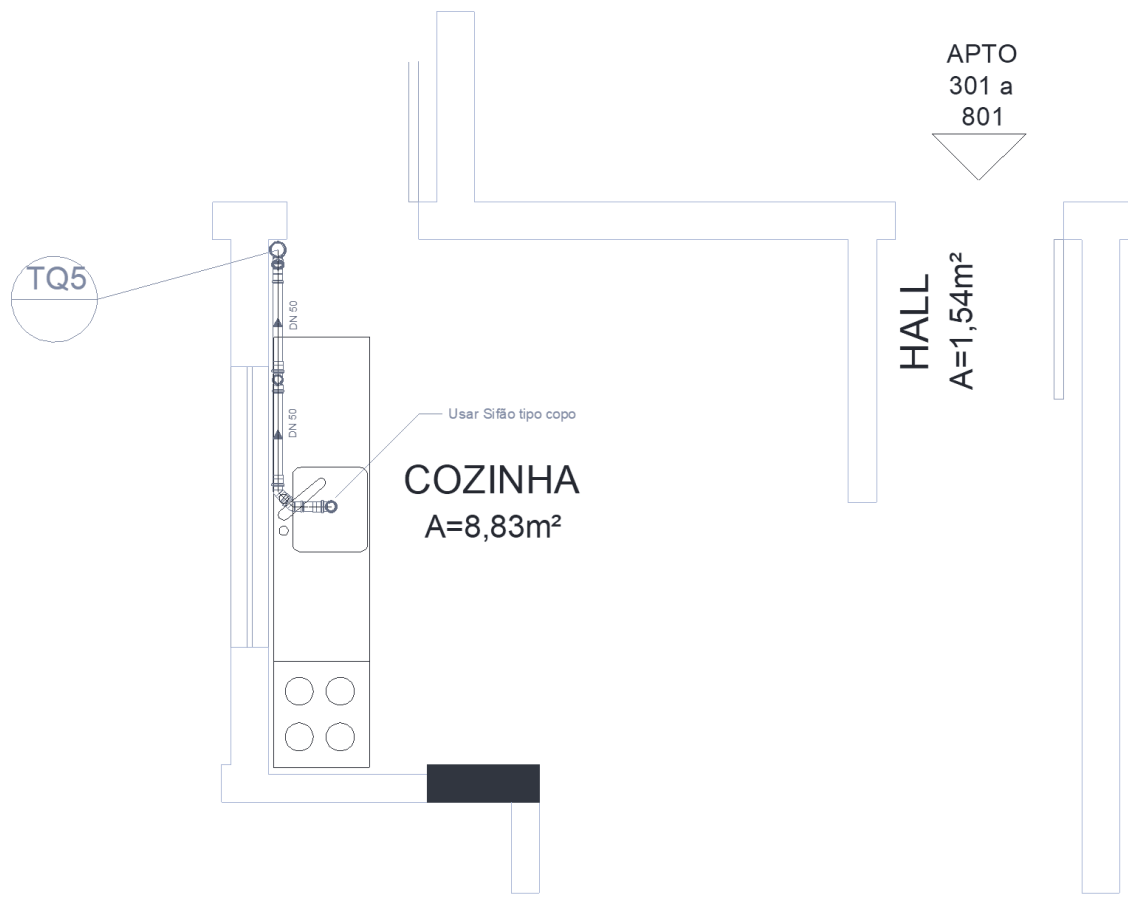
Na área de serviço serão instalados os seguintes equipamentos sanitários:

- ➔ 1 caixa sifonada em PVC com dimensões de 150x150x50mm com grelha cromada, para coleta de efluentes do piso;
- ➔ 1 caixa de inspeção medindo 60x60 para coleta de sujeira e ligação;
- ➔ 1 sifão sanfonado universal em PVC, saída 38/40mm. Comprimento mínimo 29cm e esticado 70cm. Instalado na saída do tanque de lavar roupas para impedir que o mau cheiro retorne para o ambiente.



Ligação do ramal com a Coluna de Ventilação





7 SISTEMA FOSSA-FILTRO E BIODIGESTOR

Universalizar a coleta e o tratamento de esgoto é um desafio para o Brasil. O percentual de esgotos tratados vem crescendo no país a passos lentos. Foi divulgado pelo Instituto Trata Brasil, que em 2019 50,3% dos brasileiros tem acesso à coleta dos esgotos, porém somente 42% dos esgotos são tratados. Cerca de 34 milhões de brasileiros não tem acesso a água tratada. Das 24 capitais, menos de 80% do esgoto são tratados. Brasília e Curitiba apresentaram os maiores percentuais de tratamento, 82% e 91%, respectivamente.

Segundo o Plano Nacional de Saneamento Básico – Plansab – para alcançar a universalização dos serviços de saneamento básico, seria necessário investir R\$ 19 bilhões por ano até 2033, o que não vem acontecendo. O ritmo atual é de R\$ 13 bilhões, levando a meta ser atingida apenas em 2050.

Tratar o esgoto doméstico é importante porque tem impactos diretos na saúde das famílias e do planeta. Toda a água que é usada no dia a dia da casa, em torneiras e vasos sanitários, deve passar pelas etapas de tratamento de esgoto antes de retornar à natureza.

Quando o imóvel não está conectado à rede pública que o encaminha para uma estação de tratamento, os líquidos sem tratamento podem acabar sendo despejados diretamente em rios, lagos e oceanos e, assim, poluem fontes de captação de água e ainda contribuem para a propagação de doenças entre a população. Já o esgoto tratado passa por diversos procedimentos determinados pela legislação ambiental para assegurar que o seu descarte não prejudique o meio ambiente.

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) são os espaços projetados para realizar as diferentes etapas desse tratamento, que podem variar de acordo com as características e necessidades de cada município.

Em fevereiro de 2017 foi assinada em Porto Alegre, a ordem de início das obras de ampliação da Estação Tratamento de Esgotos Araucárias de Passo Fundo. O recurso de 12,6 milhões, disponibilizado pelo PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) possibilitará que o município amplie e modernize a estação, aumentando sua capacidade para 300 litros por segundo. Hoje, Passo Fundo/RS, tem duas estações de tratamento a Estação de Tratamento de Esgoto Arroio Miranda no Bairro Leonardo Ilha, que atende os Bairros São José, Leonardo Ilha I e II e do Residencial Coronel Massot e a Estação Araucária capta o restante do esgoto da cidade. Assim sendo, Passo Fundo coleta e trata **28% do esgoto sanitário** de residências, comércio, apartamentos e demais empresas.

Apresenta-se, abaixo, em caráter ilustrativo, imagem de uma ETE da CORSAN no Estado do Rio Grande do Sul.



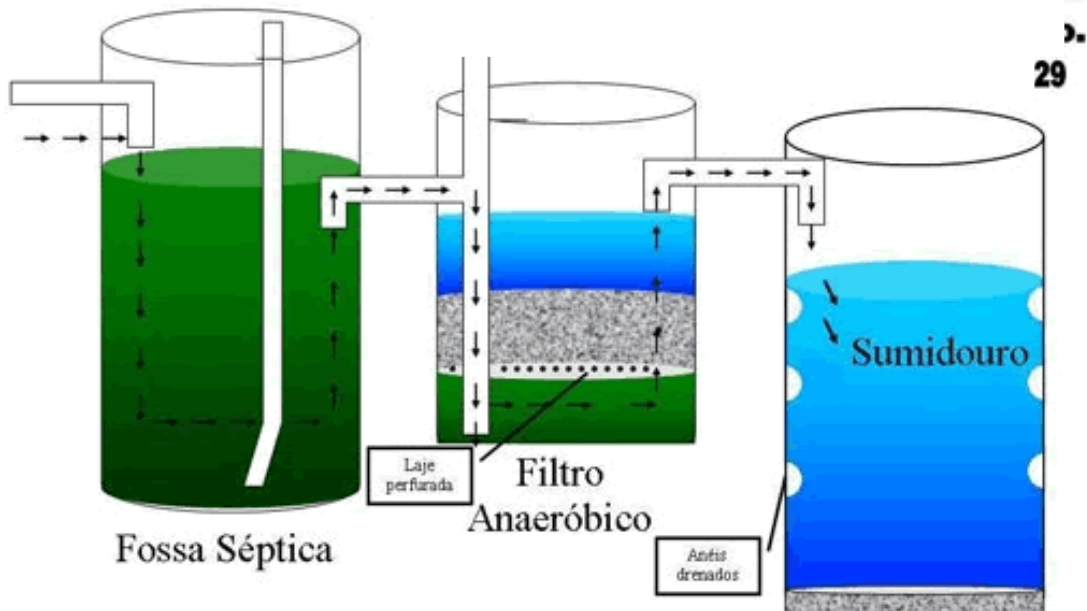
A coleta e o tratamento de esgoto fazem parte dos serviços de saneamento. A finalidade da coleta é levar o esgoto para longe das residências; enquanto a do tratamento é diminuir a carga poluidora para que ele retorne à natureza sem causar prejuízos ao meio ambiente. Desse modo, ao chegar na estação de tratamento de esgoto, os efluentes domésticos, comerciais e industriais passam por diversos processos que reduzem a alta concentração de compostos orgânicos e outros nutrientes e elementos que os tornam prejudiciais ao meio ambiente.

Para aquelas edificações onde não tenha sistema público de coleta e tratamento de esgoto, deve ser instalado fossas sépticas de tratamento individual. Desta forma, as fossas sépticas evitam o lançamento dos dejetos humanos diretamente em rios, lagos ou mesmo na superfície do solo. Além do aspecto ecológico, elas detêm a proliferação de doenças. Por isso são essenciais aos projetos arquitetônicos que acolherão pessoas. Trata-se de um tanque enterrado que recebe os esgotos (dejetos e águas servidas), retém a parte sólida e inicia o processo biológico de purificação da parte líquida (efluente).

As fossas sépticas ou sépticas são unidades de tratamento primário de esgoto doméstico nas quais são feitas a separação e a transformação físico-química da matéria sólida contida no esgoto. É uma maneira simples e barata de disposição dos esgotos indicada, sobretudo, para a zona rural ou residências isoladas. Consistem unidades de escoamento horizontal e contínuo

que realizam a separação de sólidos leves e pesados, decompondo-os em anaeróbio. Todavia, o tratamento não é completo como numa estação de tratamento de esgotos.

Mostra-se, de forma esquemática, o sistema Fossa-Filtro-Sumidouro conforme NBR-7229 (ABNT, 1993).

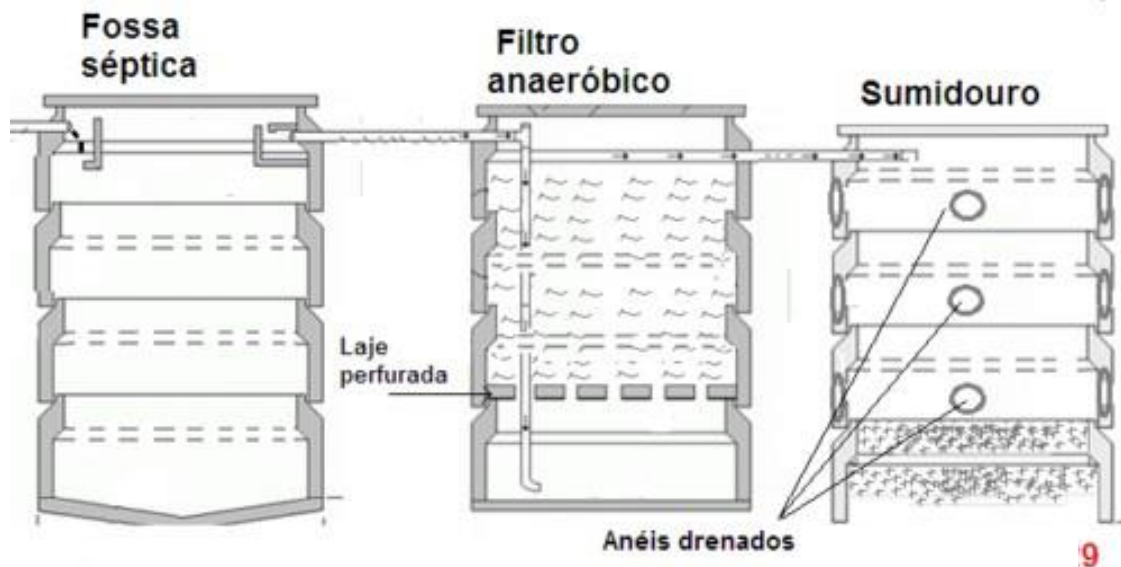


O esgoto in natura deve ser lançado em um tanque ou em uma fossa para que com o menor fluxo da água, a parte sólida possa se depositar, liberando a parte líquida. Uma vez feito isso bactérias anaeróbias agem sobre a parte sólida do esgoto decompondo-o. Esta decomposição é importante pois torna o esgoto residual com menor quantidade de matéria orgânica pois a fossa remove cerca de 40 % da demanda biológica de oxigênio e este agora pode ser lançado de volta à natureza, com menor prejuízo a ela.

Devido à possibilidade da presença de organismos patogênicos, a parte sólida deve ser retirada, através de um caminhão limpa-fossas e transportada para um aterro sanitário nas zonas urbanas ou enterrada em zonas rurais.

Numa fossa séptica não ocorre a decomposição aeróbia e somente ocorre a decomposição anaeróbia devido à ausência quase total de oxigênio.

No tratamento primário de esgoto doméstico, sobretudo nas zonas rurais, podem ser utilizadas as fossas sépticas que são unidades nas quais são feitas a separação e transformação da matéria sólida contida no esgoto. Esse tipo de fossa consiste em um tanque enterrado, que recebe os esgotos – dejetos e águas servidas – retém a parte sólida e inicia o processo biológico de purificação da parte líquida (efluente). Mas é preciso que esses efluentes sejam filtrados no solo para completar o processo biológico de purificação e eliminar o risco de contaminação, conforme mostrado abaixo.



As fossas sépticas não devem ficar muito perto das moradias (para evitar mau cheiros) nem muito longe (para evitar tubulações muito longas). A distância recomendada é de cerca de 4 metros. Elas devem ser construídas do lado do banheiro, para evitar curvas nas canalizações. Também devem ficar num nível mais baixo do terreno e longe de poços, cisternas ou de qualquer outra fonte de captação de água (no mínimo trinta metros de distância), para evitar contaminações, no caso de eventual vazamento.

O tamanho da fossa séptica depende do número de pessoas da moradia. Ela é dimensionada em função de um consumo médio de 200 litros de água por pessoa, por dia. Porém sua capacidade nunca deve ser inferior a mil litros.

As fossas sépticas podem ser pré-moldadas ou construídas in loco. No mercado há dois tipos de fossas sépticas pré-moldadas, independentemente de sua capacidade: as inteiriças, constituídas de uma única peça, e as de anéis, com encaixes para sobreposição (figura abaixo).



Na prática, para melhor funcionamento, utiliza-se altura não sendo maior que o dobro do diâmetro para que a fossa funcione bem. Dar atenção a esse detalhe, principalmente quando a fossa for de anéis sobrepostos.

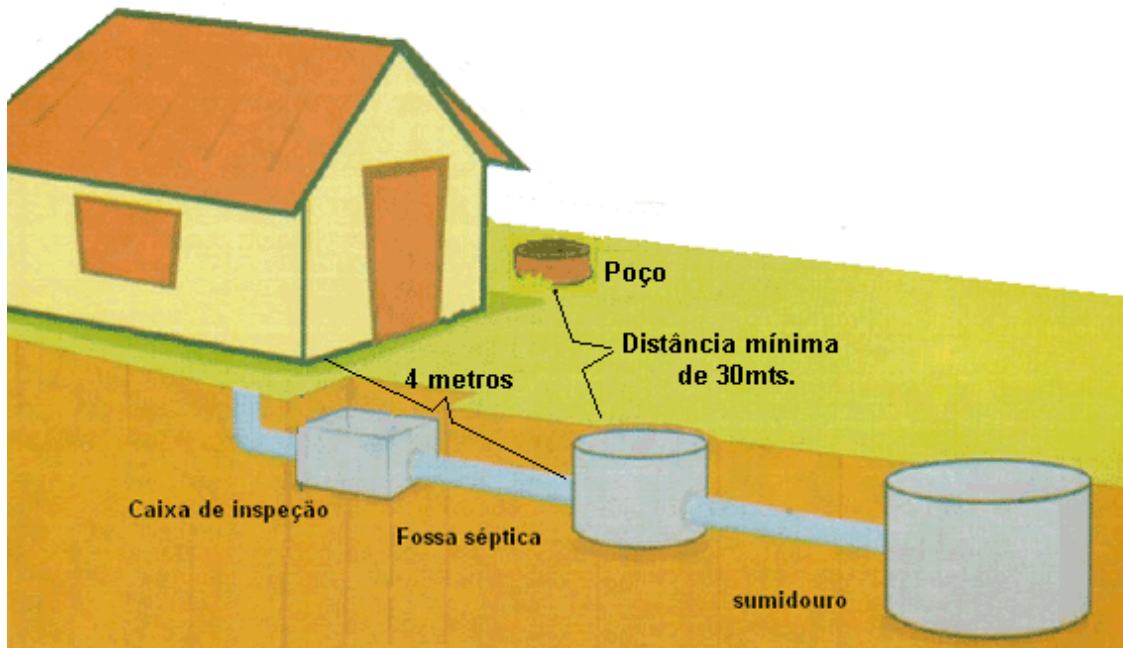
A instalação de uma fossa séptica pré-moldada começa pela escavação do buraco onde ela vai ficar enterrada no terreno, em seguida, o fundo do buraco deve ser compactado, nivelado e coberto com uma camada de 5cm de concreto magro.

Nas fossas de anéis sobrepostos, é preciso fazer uma camada de concreto magro. Nas fossas de anéis sobrepostos, é preciso fazer uma laje de 7cm de concreto armado do fundo do buraco, sobre uma camada de concreto magro. Finalmente, a fossa pré-moldada é colocada no lugar.

A tubulação que liga a caixa de inspeção (da rede de esgoto da moradia) a fossa séptica deve ter um caimento de 2%, no mínimo, ou seja, 2 cm por metro de tubulação. Para tanto, o topo do buraco da fossa deverá ficar num nível inferior ao da saída da caixa de inspeção.

A caixa de inspeção da fossa séptica deve ter 60 cm x 60 cm e profundidade de 50 cm. Deve ser construída a cerca de 2 m de distância da casa, numa cavidade com as dimensões de 1,0 m x 1,0 m e profundidade de 0,5 m a 1,0 m (conforme mostrada na imagem à seguir)

O fundo desse buraco deve ser bem compactado e receber uma camada de concreto magro. As paredes da caixa podem ser feitas com blocos de concreto de 10 cm de largura. O fundo e as paredes dessa caixa devem ser revestidos com uma argamassa à base de cimento. A caixa de inspeção é coberta com uma placa pré-moldada de concreto com 5 cm de espessura.

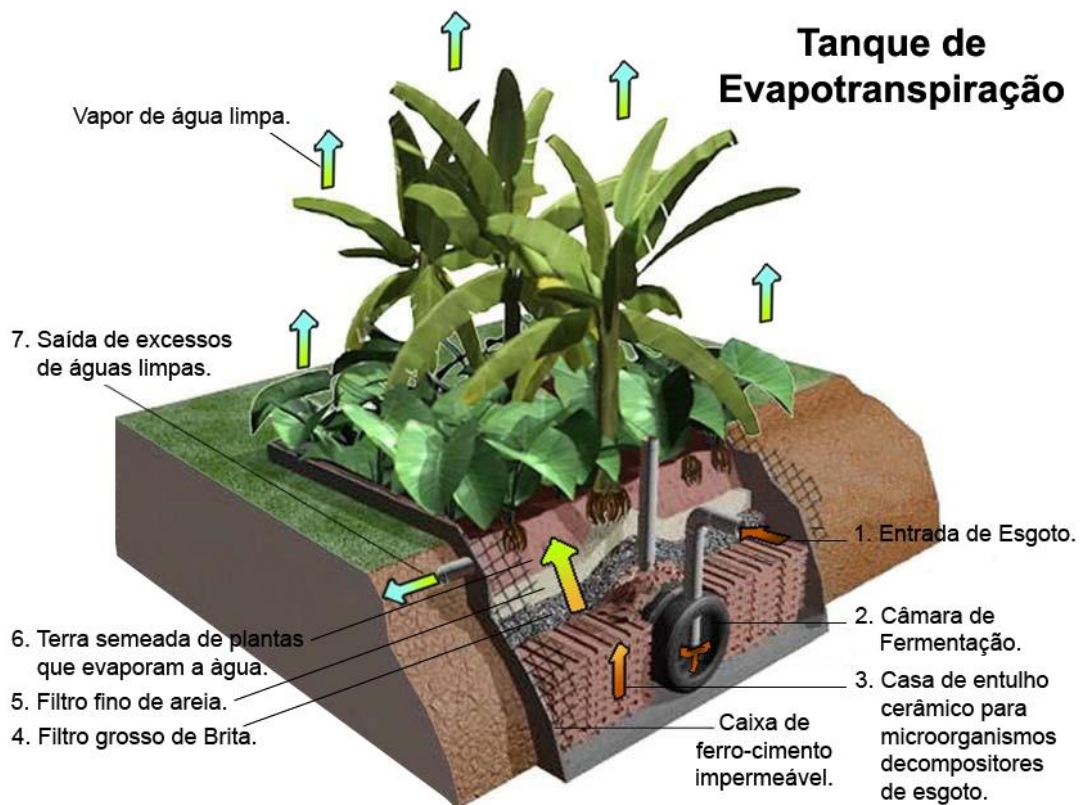


No exemplo acima, é necessário fazer o esvaziamento do sumidouro. Quando instalado filtro anaeróbico (tratamento secundário), é permitido que o sumidouro tenha sistema de infiltração do poço no solo local, conforme mostrado na figura abaixo.



Um sistema de tratamento individual de esgoto sanitário com viés de sustentabilidade é a fossa bioséptica ou Bacia de Evapotranspiração (BET), também chamado de TEvap (Tanque de Evapotranspiração) e popularmente conhecido como **Fossa de Bananeiras** - técnica difundida por permacultores de diversas nacionalidades.

Consiste basicamente em um tanque impermeabilizado, preenchido com diferentes camadas de substrato e plantado com espécies vegetais de crescimento rápido e alta demanda por água, de preferência com folhas largas (bananeiras, taioba, entre outros) – figura abaixo.



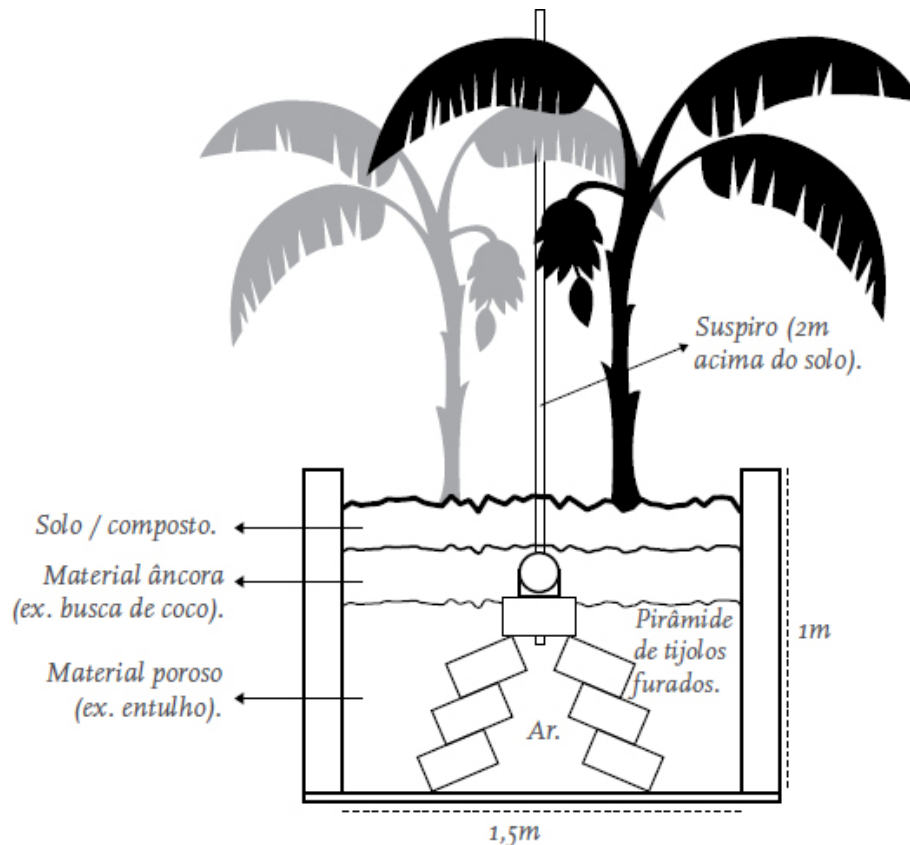
O sistema recebe o efluente dos vasos sanitários, que passa por processos naturais de degradação microbiana da matéria orgânica, mineralização de nutrientes, e a consequente absorção e evapotranspiração da água pelas plantas. Portanto, trata-se de um sistema fechado que transforma os resíduos humanos em nutrientes e que trata, de forma limpa e ecológica, a água envolvida. Diferente de outros sistemas, a água presente neste processo retorna ao ambiente na forma de vapor através da transpiração das folhas, daí seu nome. Assim, o sistema de evapotranspiração evita a poluição do solo, dos lençóis freáticos, dos rios e mares.

Em termos de funcionamento e princípios do Tanque de Evapotranspiração:

- ➔ **Fermentação:** a água negra é decomposta pelo processo de fermentação (digestão anaeróbica) realizado pelas bactérias na câmara biossética de pneus e nos espaços criados entre as pedras e tijolos colocados ao lado da câmara, conforme mostrado na imagem à seguir;
- ➔ **Segurança:** os agentes patogênicos são enclausurados no sistema pois não há como garantir sua eliminação completa e isso só é possível graças ao fato da bacia ser fechada, sem saídas para a água. A bacia precisa de espaços livres para o volume total de água e resíduos humanos recebidos durante um dia. A bacia deve ser construída de forma a evitar infiltrações e vazamentos.



- ➔ **Percolação:** como a água está presa na bacia ela percola de baixo para cima e com isso, depois de separada dos resíduos humanos, vai passando pelas camadas de brita, areia e solo, chegando até as raízes das plantas, 99% limpas;
- ➔ **Evapotranspiração:** sem sombras de dúvidas esse é um dos processos mais interessantes do sistema BET. Através da evapotranspiração realizada pelas plantas, principalmente as de folhas largas (bananeiras, mamoeiros, caetés, taioba, etc.) , a água limpa é devolvida ao meio ambiente. Além disso, as plantas também consomem os nutrientes produzidos em seu processo de crescimento, permitindo que a bacia nunca encha;
- ➔ **Manejo:** primeiro (obrigatório), a cobertura vegetal morta deve ser sempre completada com as próprias folhas que caem das plantas e os caules das bananeiras depois de colhidos os frutos. E, quando necessário, essa camada deve ser complementada com as aparas de podas de gramas e de outras plantas do jardim, impedindo assim que as águas das chuvas penetrem demais o sistema.
- ➔ Segundo (opcional), de tempos em tempos deve-se observar os dutos de inspeção e coletar amostras de água para exames. Outro ponto importante é que se deve observar a caixa de extravase, para checar se dimensionamento foi correto. Essa caixa só deve existir se for exigida por órgão públicos para que se possa fazer a ligação do sistema com o canal pluvial ou de esgoto. Esquema desta caixa é mostrado na sequência;
- ➔ **Orientação em relação ao sol:** como a evapotranspiração depende em grande parte da incidência do sol, a bacia deve ser orientada para a face norte (no hemisfério sul) e sem obstáculos como árvores altas próximas à bacia, tanto para não fazer sombra como para permitir a ventilação



- ➔ **Dimensionamento:** pela prática, observou-se que 2 metros cúbicos de bacia para cada morador é o suficiente para que o sistema funcione de forma eficiente e sem extravasamentos. A forma de dimensionamento da bacia é: largura de 2 metros e profundidade de 1 metro. O comprimento é igual ao número de moradores da casa, ou utilizadores habituais do sistema. Para uma casa com cinco moradores, a dimensão fica assim:

$$\text{Volume da bacia} = (L \times P \times C) \ 2,0 \times 1,0 \times 5 = \mathbf{10,0 \ m^3}$$

- ➔ **Bacia:** pode-se construir a bacia de diversas maneiras, mas, visando a economia, a sustentabilidade e a segurança, a técnica mais indicada de construção é a do Ferrocimento. As paredes ficam mais leves e, principalmente, usam muito menos material. O ferrocimento é uma técnica de construção com grade de ferro e tela de “viveiro” coberta com argamassa. A argamassa da parede deve ser de duas (2) partes de areia (lavada média) por uma (1) parte cimento e argamassa do piso deve ser de duas (3) partes de areia (lavada) por uma (1) parte cimento. Pode-se usar uma camada de concreto sob (embaixo) o piso caso o solo não seja muito firme, funcionando como fundação.



→ Câmara anaeróbia: depois da bacia devidamente montada e impermeabilizada, mantendo-a úmida por três dias, vem a construção da “câmara de digestão”, que é facilitada com o uso de pneus usados e do entulho da obra. A câmara é composta do duto de pneus e de tijolos inteiros (bem queimados) alinhados ou cacos de tijolos, telhas e pedras, colocados até a altura dos pneus. Isto cria um ambiente com espaço livre para a água e beneficia a proliferação de bactérias que quebrarão os sólidos em moléculas de micronutrientes;

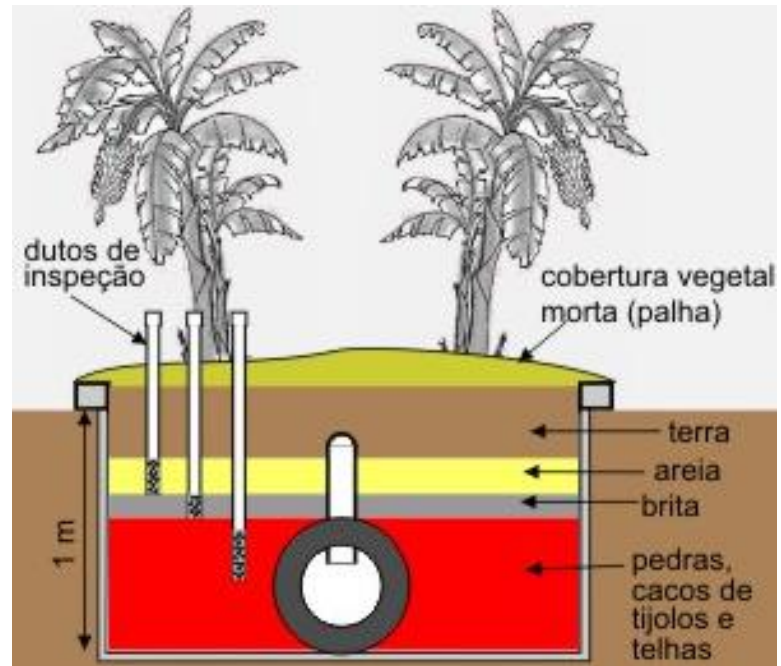


→ Dutos de inspeção: neste ponto pode-se iniciar a fixação dos 3 dutos de 50 mm de diâmetro, conforme indicado, para a inspeção e coletas de amostras de água.



- ➔ **Camadas de materiais:** como a altura dos pneus é de cerca de 55 cm, que juntamente com a colmeia de tijolos de cada lado vão formar a primeira camada (mais baixa) de preenchimento da bacia (câmara), irão restar ainda 45 cm em média para completar a altura da BET e mais 4 camadas de materiais. A segunda camada é a de brita (+/- 10 cm) e a seguir convém utilizar algum tipo de manta permeável para evitar que a areia (+/- 10 cm) da camada superior (terceira) desça e feche os espaços da brita. Em seguida vem a camada de solo (+/- 25 cm) que vai até o limite superior da bacia. Procure usar um solo rico em matéria orgânica e mais arenoso do que argiloso. Por fim vem a última camada, que fica acima do nível da BET. Essa camada é composta de folhagem seca, também conhecida pelos praticantes da Permacultura como Mulch;
- ➔ **Proteção ou Mulch:** como a bacia não tem tampa, para evitar o alagamento pela chuva, ela deve ser coberta com folhagem seca. Todas as folhas que caem das plantas e as aparas de gramas e podas, são colocadas sobre a bacia para formar um colchão por onde a água da chuva escorre para fora do sistema. E para evitar a entrada da água que escorre pelo solo, é colocada uma fiada de tijolos ou blocos de concreto, ao redor da bacia para que ela fique mais alta que o nível do terreno;
- ➔ **Plantio:** por último, deve-se plantar espécies de folhas largas como mamoeiro, bananeiras, taiobas, caetés, etc. Ao passar do tempo, se aparecerem minhocas e outros organismos do solo, como cascudos e insetos, isto é sinal de que o sistema de tratamento está funcionando muito bem e o solo está ficando mais fértil; estes organismos auxiliam na digestão do esgoto.

Mostra-se, por meio das figuras à seguir, respectivamente, desenho esquemático referente aos itens citados acima e imagens de implantação do sistema de fossa biossética em residências unifamiliares.





Embora seja permitida a utilização de tanques sépticos ou bacia de evapotranspiração, em alguns casos, para tratamento de esgoto sanitário, é proibido que águas pluviais ou qualquer outro despejo, como águas de piscina, sejam encaminhados ao sistema de fossas sépticas.

Além disso, tal sistema deve preservar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Para isso, deve-se respeitar seguintes distâncias mínimas contidas na NBR 7229/93:

- ➔ 1,50 m de construções, limites de terreno, sumidouros, valas de infiltração e ramal predial de água;
- ➔ 3,0 m de árvores e de qualquer ponto de rede pública de abastecimento de água;
- ➔ 15,0 m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza.

Para dimensionamento de um sistema Fossa Séptica – Sumidouro considera-se a contribuição de esgoto de cada um dos habitantes da casa. De modo geral, para uma residência considera-se 5 habitantes e a contribuição per capita de esgoto, que é de 100 para residência de padrão baixo. Utiliza-se um tempo de detenção de 1 dia bem como o coeficiente K de 105 (em função do intervalo de limpeza adotado: 2 anos e da temperatura no mês mais frio. O cálculo de determinação do volume da fossa bem como de suas demais dimensões é apresentado a seguir:

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

Onde:

V: volume útil;

N: número de pessoas ou unidades de contribuição;

C: contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia, segundo tabela 1 abaixo;

T: período de detenção, em dias, segundo tabela 2 abaixo;

K: taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco, segundo tabela 3 abaixo;

Lf: contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia, segundo tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante

| Edificação | Unidade | Contribuição de esgotos (C) | Lodo fresco (Lf) |
|--------------------------------------|---------|-----------------------------|------------------|
| 1. Ocupantes permanentes | | | |
| -Residência | | | |
| Padrão alto | Pessoa | 160 | 1,0 |
| Padrão médio | Pessoa | 130 | 1,0 |
| Padrão baixo | Pessoa | 100 | 1,0 |
| -hotel (exceto lavanderia e cozinha) | Pessoa | 100 | 1,0 |
| -Alojamento provisório | Pessoa | 80 | 1,0 |

Tabela 2 – Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária

| Contribuição diária (L) | Tempo de detenção | |
|-------------------------|-------------------|-------|
| | Dias | Horas |
| Até 1500 | 1 | 24 |
| De 1501 a 3000 | 0,92 | 22 |
| De 3001 a 4500 | 0,83 | 20 |
| De 4501 a 6000 | 0,75 | 18 |
| De 6001 a 7500 | 0,67 | 16 |
| De 7501 a 9000 | 0,58 | 14 |
| Mais que 9000 | 0,5 | 12 |

| Tabela 3 – Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias | | | |
|--|---|-------------|--------|
| Intervalo entre limpezas (anos) | Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C | | |
| | t ≤ 10 | 10 ≤ t ≤ 20 | t > 20 |
| 1 | 94 | 65 | 57 |
| 2 | 134 | 105 | 97 |
| 3 | 174 | 145 | 137 |
| 4 | 214 | 185 | 177 |
| 5 | 254 | 225 | 217 |

Assim sendo, para o caso anterior, descrito acima, têm-se:

$$V = 1000 + 5 \times (100 \times 1 + 105 \times 1)$$

$$V = 2.025 \text{ litros ou } 2,02 \text{ m}^3$$

Após o cálculo do volume necessário, encontram-se as dimensões do tanque séptico.

De maneira geral, opta-se por tanques em formatos cilíndricos quando temos pouco espaço em planta, porém podemos executar o tanque com uma profundidade maior. Já os tanques prismáticos são utilizados quando temos mais espaço para dimensões maiores em planta, porém, são executadas a pequenas profundidades.

Para o dimensionamento de um tanque prismático:

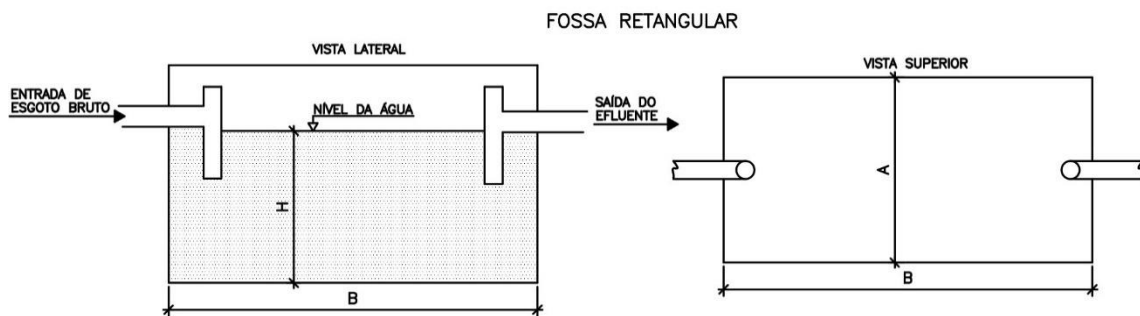
$$V = A * B * H$$

Onde:

A: largura do tanque (m), geralmente considera-se como B/2 para tanques retangulares;

B: comprimento do tanque (m);

H: altura do líquido no interior do tanque (m).



No caso anterior:

$$2,02 = B/2 * B * 1,0$$

$$B = 2,0 \text{ m}$$

Desta forma, considera-se o tanque retangular, com nível de água (H) de 1,0 m. Assim sendo, as dimensões do tanque são:

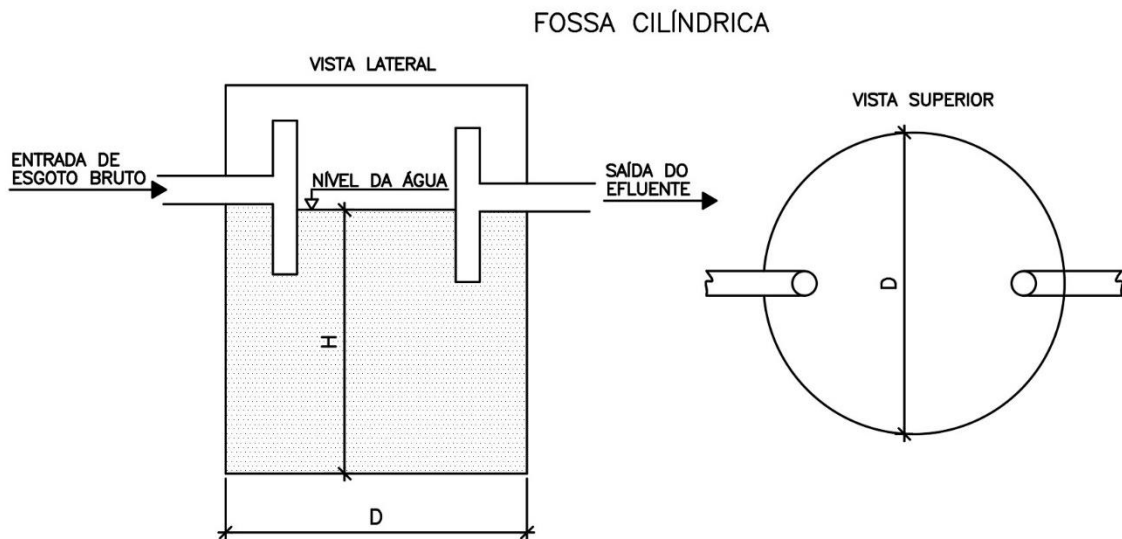
- **Profundidade: 1,50 m;**
- **Largura: 2,0 m**

Para dimensionar um tanque séptico cilíndrica, utiliza-se à seguinte equação:

$$V = \pi * \frac{d^2}{4} * H$$

Onde:

H: altura do líquido no interior do tanque (m).



No caso anterior:

$$2,02 = \pi * \frac{d^2}{4} * 1,0$$

$$d = 1,60 \text{ m}$$

Desta forma, considera-se o tanque cilíndrico, com nível de água (H) de 1,0 m. Assim sendo, as dimensões do tanque são:

- **Profundidade: 1,00 m;**
- **Diâmetro = 1,60 m**

Ainda, deve-se respeitar as dimensões mínimas, exigidas pela Norma, bem como as relações entre as dimensões da fossa, seguindo as prescrições abaixo:

- **Largura mínima interna: 0,80m;**
- **Diâmetro interno mínimo: 1,10m;**

- ➔ Relação comprimento/largura (para tanques prismáticos retangulares): mínimo 2:1; máximo 4:1;
- ➔ A profundidade mínima deve seguir os valores da tabela abaixo.

| Tabela 4 – Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil | | |
|--|------------------------------|------------------------------|
| Volume útil (m³) | Profundidade útil mínima (m) | Profundidade útil máxima (m) |
| Até 6,0 | 1,2 | 2,2 |
| De 6,0 a 10,0 | 1,5 | 2,5 |
| Mais que 10,0 | 1,8 | 2,8 |

Para dimensionamento do sumidouro, considerando-se a contribuição de esgoto de um dos 5 habitantes e a contribuição per capita de esgoto, de 100 para residência de padrão baixo (similar à fossa séptica); contudo, utiliza-se coeficiente de infiltração (TX) de 0,09. Assim sendo:

$$A \geq \frac{C*N}{1000*TX}$$

$$A \geq \frac{100*5}{1000*0,09} = 5,56 \text{ m}^2$$

Para dimensionamento da altura:

$$H = \frac{A - \left(\frac{\pi d^2}{4}\right)}{\pi d}$$

$$H = \frac{5,56 - \left(\frac{\pi * 1,6^2}{4}\right)}{\pi * 1,6} = 0,71 \text{ m}$$

Assim sendo, as dimensões do sumidouro são:

- ➔ **Diâmetro = 1,60 m**
- ➔ **Profundidade: 0,71 m;**

EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO

Considerando uma rede de hotelaria, composta por 4 tipos de cabanas (Tipos A, B, C e D), cada uma com dois quartos para hospedes, onde há 7 unidades de cada tipo de cabana; ou seja, 56 dormitórios e com capacidade de ocupação de 112 pessoas (2 pessoas em média por acomodação).

Dimensionar o Sistema de Tanque Séptico – Filtro Anaeróbico para tratamento individual do esgoto desta rede de hotelaria (no local não há sistema de captação de esgoto doméstico). Para isto, usar a planilha eletrônica disponível por meio do QR-Code.

RESOLUÇÃO:

Para início do processo para dimensionamento do Tanque Séptico, primeiramente deve-se quantificar a população existente e que contribuirão para volume de esgoto à ser tratado. Mostra-se, abaixo, planilha resumo da População para a presente situação, onde não considerados os quartos.

| 1. POPULAÇÃO | | | | |
|--------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------|--------------|
| | Quartos <= 12,00m ² | Quartos > 12,00m ² | Quarto Empregados | Qtd. Cabanas |
| Tipo A | 2 | 0 | 0 | 7 |
| Tipo B | 2 | 0 | 0 | 7 |
| Tipo C | 2 | 0 | 0 | 7 |
| Tipo D | 2 | 0 | 0 | 7 |

Nº de Dormitórios: 56 dormitórios

População: 112 pessoas

Para cálculo da contribuição diária de carga de esgoto por pessoa, considera-se a tabela abaixo (hotel), Na sequência é mostrado o cálculo da contribuição de esgoto.

| Prédio | Unidade | Contribuição de esgotos(C) e do lodo fresco (Lf) | |
|---------------------------------------|---------|--|---|
| | | | |
| 1 Ocupantes permanentes | | | |
| - Residência | Pessoa | 160 | 1 |
| Padrão alto | Pessoa | 130 | 1 |
| Padrão médio | Pessoa | 100 | 1 |
| Padrão baixo | | | |
| - Hotel (exceto lavanderia e cozinha) | Pessoa | 100 | 1 |
| - Alojamento provisório | Pessoa | 80 | 1 |

2. CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTO

Hotel: 100 L/ pessoa

Contribuição: 11,200 litros

11.20 m³

Apresenta-se, abaixo, sistemática de cálculo do volume útil necessário para o sistema de Fossa Séptica. Na sequência, mostra-se as tabelas de parâmetros considerados de K, T e Lf.

3. VOLUME ÚTIL (V= 1000 + N (CT + KLf))

V = Volume útil (Litros) → **17,128.00 Litros**
→ **17.13 m³**

N = Número de Pessoas → 112

C = Contribuição em litros de pessoa por dia → 100

T = Período de Detenção em dia (Tabela 02) → 0.5

K = Taxa de acumulação de lodo digerido em dias (Tabela 03) → 94

Lf = contribuição de lodo fresco, em litros/pessoa x dia (Tabela 01) → 1

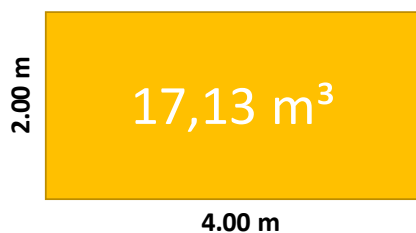
| Contribuição diária (L) | Contribuição diária (L) | |
|-------------------------|-------------------------|-------|
| | Dias | Horas |
| Até 1500 | 1,00 | 24 |
| De 1501 a 3000 | 0,92 | 22 |
| De 3001 a 4500 | 0,83 | 20 |
| De 4501 a 6000 | 0,75 | 18 |
| De 6001 a 7500 | 0,67 | 16 |
| De 7501 a 9000 | 0,58 | 14 |
| Mais que 9000 | 0,50 | 12 |

| Intervalo entre limpezas (anos) | Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t) , em (°C) | | |
|------------------------------------|--|-------------|--------|
| | t ≤ 10 | 10 ≤ t ≤ 20 | t > 20 |
| 1 | 94 | 65 | 57 |
| 2 | 134 | 105 | 97 |
| 3 | 174 | 145 | 137 |
| 4 | 214 | 185 | 177 |
| 5 | 254 | 225 | 217 |

Para especificação das dimensões do tanque séptico de tratamento primário de formato retangular, considera-se a proporção mínima de 1:2 (largura x comprimento) e arbitra-se o valor de profundidade até obter o valor mínimo do volume útil calculado anteriormente.

4. DIMENSÃO DO TANQUE SÉPTICO

RETANGULAR



Profundidade: 2.15 m *arbitrar*
Comprimento: 4.00 m
Largura: 2.00 m
Volume: 17.20 m³

OBS: P máx: 2,80 m
P mín: 1,80 m
Proporção Larg. X Comp. 1:2 à 1:4

Para dimensionamento do Filtro Anaeróbico e Sumidouro (tratamento secundário), de forma semelhante ao tanque séptico, calcula-se o volume útil e posteriormente as dimensões do filtro anaeróbico circular, conforme mostrado abaixo.

1. DIMENSIONAMENTO FILTRO ANAERÓBICO

$$Vu = 1,6 \times NCT$$

Vu = Volume útil em Litros

N = Número de Pessoas

C = Contribuição, em litros/pessoa x dia ou em litros/unidade x dia (Tabela 01)

T = Período de detenção, em dias (Tabela 02)

$$\begin{aligned} N &= 112 \\ C &= 100 \\ T &= 0.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Vu &= 8,960.00 \text{ Litros} \\ &08.96 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

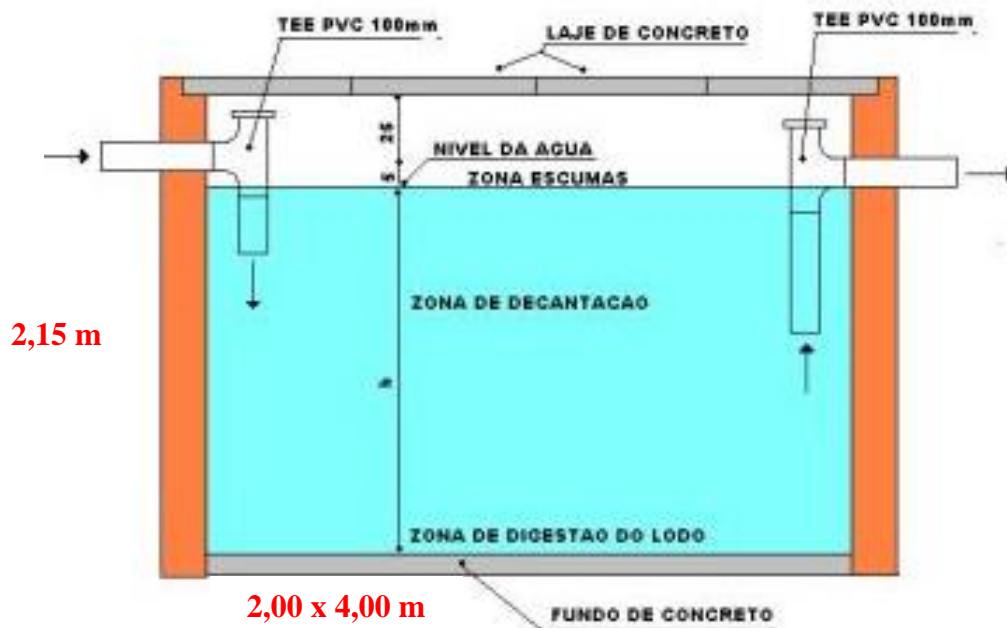
Profundidade Fixa = 1,80m

Profundidade Útil = 1,20m

Diâmetro: **3.00 m** *arbitrar*

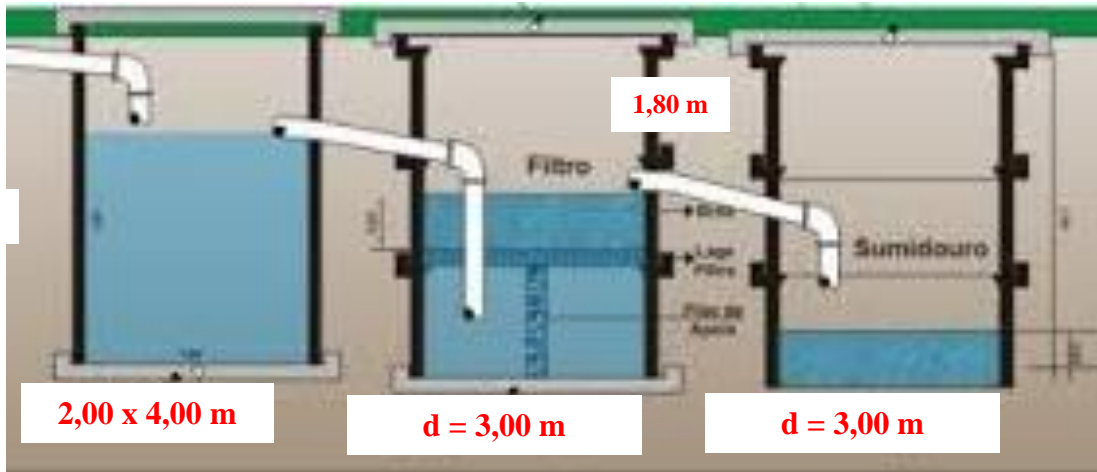
Volume: **8.48 m³**

Mostra-se, abaixo, representação esquemática da Tanque/Fossa Séptica dimensionada.



Apresenta-se, abaixo, representação esquemática do sistema Fossa – Filtro – Sumidouro, respectivamente.

2,15 m



2,00 x 4,00 m

d = 3,00 m

d = 3,00 m

8 SISTEMA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

Toda edificação por força legal deve ser dotada de medidas de segurança contra incêndio visando os seguintes objetivos:

- ➔ proporcionar um nível adequado de segurança aos ocupantes de uma edificação em casos de incêndio;
- ➔ possibilitar a saída dos ocupantes da edificação em condições de segurança, evitando perdas de vida;
- ➔ minimizar as probabilidades de propagação do fogo e riscos ao meio ambiente;
- ➔ minimizar os danos ao patrimônio;
- ➔ facilitar as ações de socorro público.

As medidas de segurança contra incêndio nas edificações devem ser utilizadas inicialmente pelos ocupantes do prédio e secundariamente pelas guarnições externas do socorro público (bombeiros).

No Brasil diversos estados possuem legislações próprias que estabelecem a exigência e o dimensionamento dos sistemas de segurança que cada tipo de edificação deve possuir. A legislação contempla os Códigos de Obras e Edificações dos Municípios, NBRs e NRs, Normas das Companhias Seguradoras, dentre outras.

Desta forma as exigências quanto à segurança das edificações podem variar entre os Estados do país, mas a predominância de exigências para aprovação de projetos de prevenção contra incêndio e para a aprovação de vistorias é comum a todos junto aos Corpos de Bombeiros.

É responsabilidade do proprietário e do profissional contratado a elaboração dos projetos técnicos de segurança contra incêndio, as providências referentes às instalações e as aprovações junto ao Corpo de Bombeiros e/ou Prefeitura local, onde a lei o exigir.

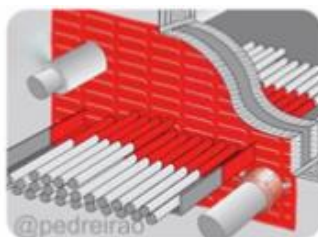
É de suma importância o conhecimento das medidas de segurança instaladas nas edificações pelas guarnições dos Corpos de Bombeiros, pois no atendimento operacional, a utilização de um acesso ou rota de fuga e o manuseio correto de um equipamento será determinante no sucesso de uma intervenção, podendo significar vidas salvas ou a salvaguarda do Bombeiro que estiver atuando na emergência.

As exigências quanto às medidas de segurança contra incêndio a serem instaladas em cada edificação variam quanto a sua ocupação, área construída, altura e risco, sendo este conjunto de medidas dividido basicamente em dois grupos:

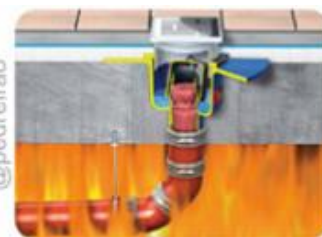
→ **Proteção Passiva:** característica construtiva do edifício que tem por objetivo evitar ou retardar a propagação do fogo. Esta proteção está incorporada à construção física do edifício. Ex. compartimentação de áreas (figura abaixo), dutos e shaft's, ventilação, acesso externo ao prédio, controle de materiais de acabamento, resistência ao fogo das estruturas, saídas de emergências, escadas e outros;



Pintura antichama de Cabos



Compartimentação de ambientes



Vedação de shafts e passagem de tubulações

→ **Proteção Ativa:** conjunto de medidas de proteção destinadas ao combate de princípios de incêndios. São os equipamentos de combate a incêndios propriamente ditos. Ex. aparelhos extintores, sistema de hidrantes, sistema de chuveiros automáticos (figura abaixo), sistema de alarme e detecção, sistema de iluminação de emergência, sinalização dos equipamentos, sistemas fixos, brigada de incêndio e outros.



Extintores



Hidrantes



Sprinklers

De acordo com o Regulamento de Segurança contra Incêndio das Edificações e Áreas de Risco as edificações são classificadas nos seguintes grupos:

- A: edificações destinadas a residências;
- B: edificações destinadas a hotéis;
- C: edificações destinadas a comércio;
- D: edificações destinadas a escritórios;
- E: edificações destinadas a escolas;
- F: edificações destinadas a local de reunião de público;

- G: edificações destinadas a garagens;
- H: edificações destinadas a hotéis;
- I: edificações destinadas a indústrias;
- J: edificações destinadas a depósitos;
- L: edificações destinadas a explosivos;
- M: edificações especiais:
 - M-1 túnel;
 - M-2 tanques ou parques de tanques;
 - M-3 central de comunicação e energia;
 - M-4 propriedade em transformação;
 - M-5 processamento de lixo;
 - M-6 terra selvagem;
 - M-7 pátio de container.

Didaticamente podemos analisar o risco da edificação sob quatro aspectos principais:

- **quanto a ocupação:** o uso do edifício quanto a sua ocupação influenciará diretamente nas exigências. Uma edificação destinada a local de reunião de público deve ser projetada principalmente quanto as rotas de fuga (saídas) que devem ser dimensionadas para o abandono rápido e seguro do ambiente, levando-se em consideração o número de pessoas e o percurso máximo de caminhada até se atingir um local seguro. Já uma edificação destinada a depósito de materiais combustíveis deve ser projetada com maior rigor quanto aos sistemas de combate a incêndio (por exemplo: sistema de chuveiro automático proporcional ao risco, hidrantes com grandes vazões e volume de reserva de incêndio suficiente para um combate eficaz);
- **quanto a área:** o tamanho do edifício (área total construída) é considerado para a exigência ou não de determinada medida de segurança (exemplos: para edifícios com área inferior a 750m² não é exigido o sistema de hidrante e alarme de incêndio, porém, em edifícios com grandes áreas sem compartimentação exige-se o sistema de chuveiros automáticos);
- **quanto a altura:** a altura do edifício influenciará principalmente em relação ao tipo e número de escadas, exigência de compartimentações horizontais e verticais, sistema de chuveiros automáticos, sistema de controle de fumaça e sistema de

detecção automática de incêndio. Quanto mais alto o edifício maior o rigor e a quantidade das medidas de proteção, de acordo com a dificuldade de saída das pessoas, bem como da dificuldade de acesso e combate das guarnições de bombeiros;

→ **quanto a carga de incêndio:** o potencial calorífico depositado no ambiente é fundamental para a definição do risco e dimensionamento correto das medidas de segurança contra incêndio. Os seguintes aspectos devem ser analisados para se determinar o correto potencial calorífico de um edifício, tais como, tipo da estrutura (combustível ou incombustível), materiais de revestimento e acabamento, bem como os materiais armazenados ou depositados no ambiente. Uma edificação com estrutura e acabamento do teto em madeira, pisos e paredes combustíveis, terá um risco bem maior do que uma outra edificação com as mesmas características (ocupação, área e altura) e construída com estrutura de concreto, com tetos, pisos e paredes incombustíveis.

Portanto, as exigências das medidas de segurança contra incêndio de uma edificação variam de acordo com as características da construção, conforme acima descrito, devendo-se analisar previamente os riscos envolvidos e posteriormente definir o melhor sistema de segurança a ser projetado, tendo-se em mente que um bom projeto é aquele que reúne a **maior segurança possível com o menor custo**, ou seja, o projetista deve considerar também a relação *custo-benefício* do projeto como um todo, tornando-o seguro e economicamente viável.

Os materiais de revestimento e acabamento empregados nas superfícies dos elementos construtivos das edificações, tanto nos ambientes internos como nos externos, além de atribuir características estéticas, de conforto e de durabilidade, devem ter como função impedir a propagação de fogo e o desenvolvimento da fumaça produzida quando este material queimar. Assim sendo, o Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento das edificações (CMAR), que tem por finalidade analisar os materiais aplicados como acabamento e revestimento de paredes, pisos, tetos e coberturas das edificações, estabelecendo limites para cada ocupação.

O CMAR destina-se a estabelecer padrões para o não surgimento de condições propícias ao crescimento e à propagação de incêndios, bem como, a geração de fumaça.

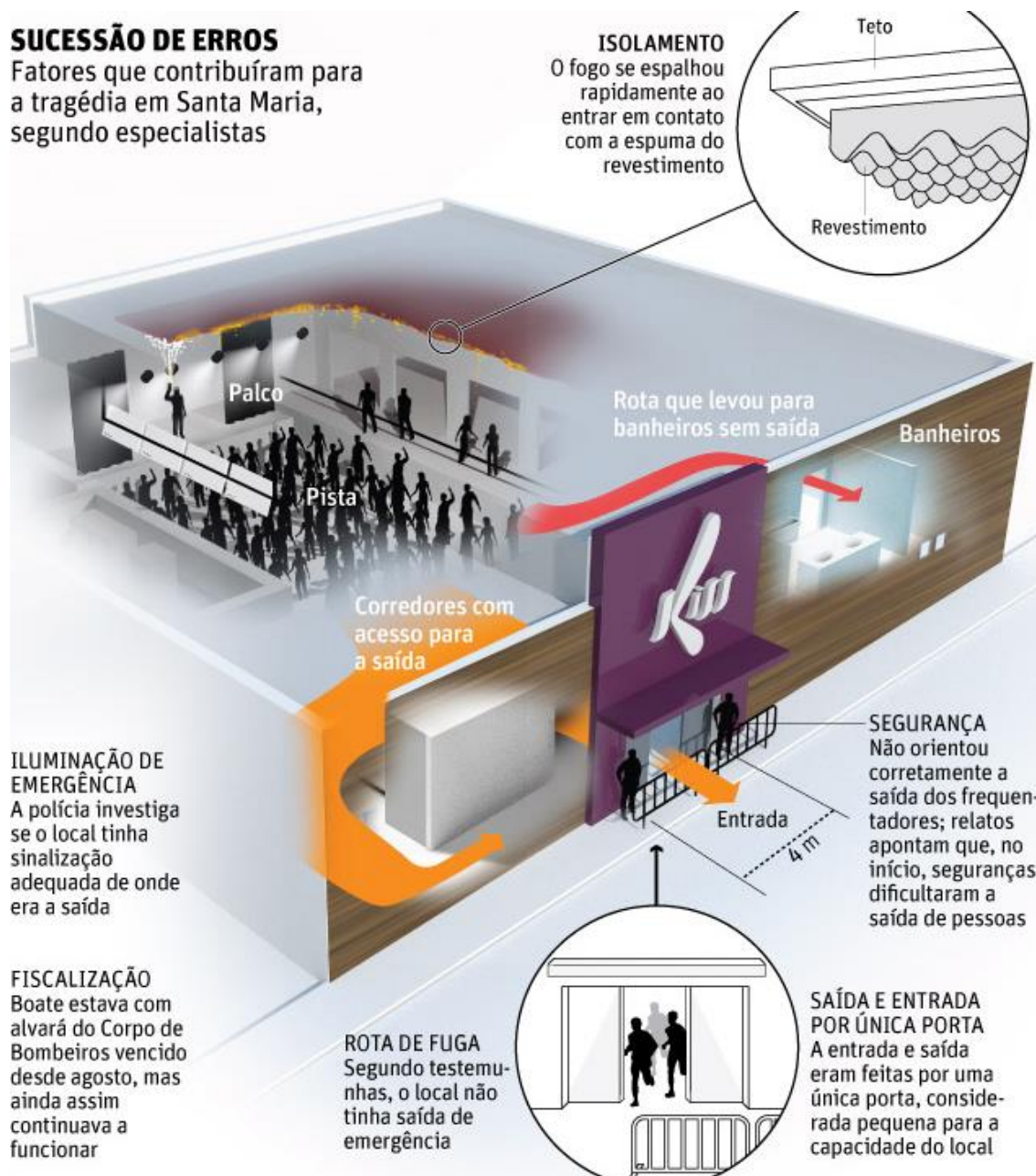
Importância da utilização de materiais adequados para condições de incêndio foi verificada no caso emblemático da Boate Kiss em Santa Maria/RS. O foco inicial de incêndio

foi dado pela propagação de chama pelo isolamento acústico do interior da edificação. A utilização de material inadequado (espuma de colchão) fez com que o fogo se alastrasse rapidamente e ainda liberasse gás tóxico aos ocupantes da edificação.

Mostra-se, por meio da figura esquemática na sequência, a sucessão dos principais erros e omissões que culminaram ao trágico incidente. Nota-se parcela significativa do projeto e execução de medidas preventivas (materiais utilizados e projeto concebido).

SUCESSÃO DE ERROS

Fatores que contribuíram para a tragédia em Santa Maria, segundo especialistas



Como herança da tragédia, foi promulgada pouco mais de quatro após, a Lei Federal nº 13.425 (2017), conhecida como "Lei Kiss", que estabeleceu diretrizes gerais e ações complementares para a segurança contra incêndio e pânico em estabelecimentos comerciais,

em edificações e áreas de reunião de público. No estado do Rio Grande do Sul, em dezembro/2019, foi prorrogada por quatro anos, o prazo para estabelecimentos se adaptarem à Lei Kiss.

Atualmente, em maio/2020, no Rio Grande do Sul, as instalações com baixo risco não dependem de PPCI e vistoria. Nesses casos, há duas formas de licença online: para edificações com até 200 metros quadrados e dois pavimentos é exigido o Certificado de Licenciamento do Corpo de Bombeiros (CLCB); para prédios com até 750 metros quadrados e três pavimentos, é necessário o Plano Simplificado de Prevenção e Proteção Contra incêndio (PSPCI).

Um **Plano de Prevenção e Proteção contra Incêndios (PPCI)** é de responsabilidade do proprietário do edifício, devendo ser elaborado por profissional competente, conforme especificações do Corpo de Bombeiros do estado. O objetivo é identificar as ações que devem ser tomadas pelos ocupantes e pelos responsáveis de segurança em caso de incêndio ou situação de emergência semelhante.

Além disso, são identificadas ações que devem ser implementadas e documentadas, quando necessário, a fim de manter os sistemas de proteção contra incêndio e auxiliar na sua prevenção no local. O PPCI abrange, portanto, a prevenção, evacuação e resposta a emergências. Uma cópia deste plano deve ser disponibilizada a todos os funcionários e à supervisão. Todos os beneficiários deste plano devem estudar os procedimentos descritos e estar preparados para segui-los em caso de incêndio ou qualquer outra emergência.

O PPCI deve ser elaborado por escrito, conforme requisitos mínimos definidos pela NBR-15219 (ABNT, 2005), e ser assinado pelo profissional elaborador e pelo responsável da edificação ou área de risco. O Corpo de Bombeiros do estado onde a edificação está localizada deve averiguar o PPCI e garantir que as medidas de segurança estão adequadas. Em muitos casos, mesmo com o PPCI sendo elaborado por profissional habilitado, o Corpo de Bombeiros pode exigir mudanças, como o acréscimo de medidas, e determinar um prazo para que elas sejam executadas. Somente o alvará dos bombeiros afirmando que o local está com o PPCI regulamentado e atualizado impede a fiscalização de aplicar multas ao dono do estabelecimento.

O PPCI deve conter, no mínimo:

- ➔ as características gerais da edificação;
- ➔ os procedimentos básicos de emergência contra incêndio e pânico;
- ➔ o plano de abandono;
- ➔ a previsão de exercícios simulados;

→ as plantas de emergência.

As medidas de controle estabelecidas no PPCI devem:

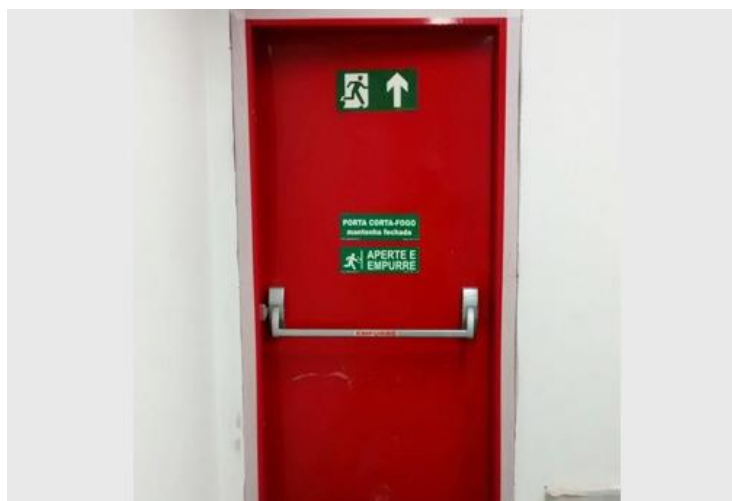
- esclarecer as responsabilidades de saúde, segurança e proteção contra incêndio;
- garantir que todos compreendam seus papéis e responsabilidades;
- definir padrões específicos e mensuráveis para avaliar o desempenho;
- garantir uma supervisão adequada.

Além disso, alguns dos principais pontos a serem observados em um PPCI são:

- saídas suficientes para retirada de pessoal, em caso de incêndio;
- equipamentos suficientes e em perfeito estado de funcionamento para combater o fogo em seu início;
- pessoas treinadas no uso dos equipamentos.

Compartimentação de áreas corresponde a uma medida de proteção passiva, constituída de elementos de construção resistentes ao fogo e destinados a evitar ou minimizar a propagação do fogo, calor e gases, tanto interna quanto externamente ao edifício e no mesmo pavimento ou para pavimentos elevados consecutivos.

- **Compartimentação horizontal:** medida de proteção, constituída de elementos construtivos resistentes ao fogo, separando ambientes, de tal modo que o incêndio fique contido no local de origem e evite a sua propagação no plano horizontal. Incluem-se nesse conceito os elementos de vedação como as paredes e portas corta-fogo (figura abaixo).



→ **Compartimentação vertical:** medida de proteção constituída de elementos construtivos resistentes ao fogo separando pavimentos consecutivos, de tal modo que o incêndio fique contido no local de origem e dificulte a sua propagação no plano vertical. Incluem-se nesse conceito os elementos de vedação como entrepisos e lajes corta-fogo e enclausuramento de escadas e *shafts* (figura abaixo).



A compartimentação horizontal se destina a impedir a propagação de incêndio no pavimento de origem para outros ambientes no plano horizontal. A compartimentação vertical se destina a impedir a propagação de incêndio no sentido vertical, ou seja, entre pavimentos elevados consecutivos.

Em termos de característica de construção, para os ambientes compartimentados exige-se os seguintes requisitos:

- resistência ao fogo de no mínimo 120 minutos;
- parede corta-fogo construída entre o piso e o teto
- materiais transparentes ou translúcidos das janelas devem ser incombustíveis, exceção feita aos vidros laminados;
- aberturas existentes nos entrepisos devem ser protegidas por vedadores corta-fogo;
- os poços destinados a elevadores devem ser constituídos por paredes corta-fogo com resistência ao fogo de no mínimo 240 minutos;

- as escadas devem ser enclausuradas por meio de paredes corta-fogo e portas corta-fogo as quais devem ter resistência ao fogo de, no mínimo, 240 minutos para as paredes e, no mínimo, 60 minutos para as portas;

Os **sistemas fixos automáticos de combate incêndios** têm demonstrado, por intermédio dos tempos, serem meios eficazes para controle e combate a incêndios em edificações. Os chuveiros automáticos, também conhecidos como "*sprinklers*", possuem a vantagem, sobre hidrantes e extintores, de dispensar a presença de pessoal, atuando automaticamente na fase inicial do incêndio, o que reduz as perdas decorrentes do tempo gasto desde a sua detecção até o início do combate.



O sistema de chuveiros automáticos de extinção de incêndios proporciona proteção contra incêndio de edificações que possuem um risco considerável do desenvolvimento de incêndio e onde a água for o agente extintor mais adequado, pode-se afirmar que o sistema de chuveiros automáticos de extinção de incêndios é normalmente a medida de proteção ativa contra incêndio mais eficaz e segura.

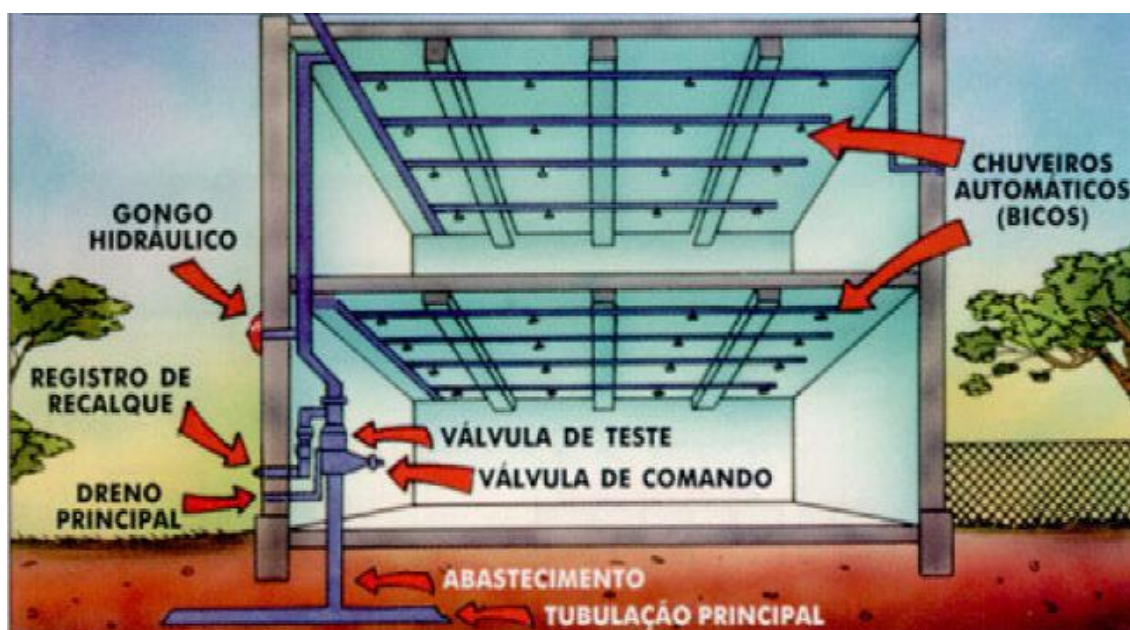
Deve ser entendido, fundamentalmente, como um sistema de proteção contra incêndio da edificação juntamente com os seus bens materiais. No entanto, pode ser considerado indiretamente, como um sistema de proteção da vida humana, uma vez que, combate ao incêndio em seus estágios iniciais, evitando assim que se propague na edificação além do local de sua origem.

Este sistema automático de extinção de incêndio tem conquistado um extenso campo de aplicação, abrangendo edificações industriais, comerciais e até mesmo residenciais em alguns países.

O sistema de chuveiros automáticos de extinção de incêndios se caracteriza fundamentalmente por entrar em funcionamento quando ativado pelo próprio incêndio, liberando uma descarga de água (adequada ao risco do local a que se visa proteger) somente por meio dos chuveiros automáticos que foram acionados pelos gases quentes produzidos no incêndio. É um sistema de proteção contra incêndio que deve operar com rapidez, de modo a extinguir o incêndio em seus estágios iniciais e controlá-lo não permitindo que atinja níveis mais desenvolvidos. Compreende uma rede de tubulação permanentemente cheia de água sob pressão, em cujos ramais os chuveiros são instalados,

Os chuveiros automáticos – *sprinklers* – desempenham o papel de detectores de incêndio, só descarregando água quando acionados pelo calor do incêndio. É o tipo de sistema mais utilizado no Brasil. Quando um ou mais chuveiros são abertos, o fluxo de água faz com que a válvula se abra, permitindo a passagem da água da fonte de abastecimento. Simultaneamente, um alarme é acionado indicando que o sistema está em funcionamento.

Mostra-se, abaixo, esquema do sistema hidrossanitário de *sprinklers*.

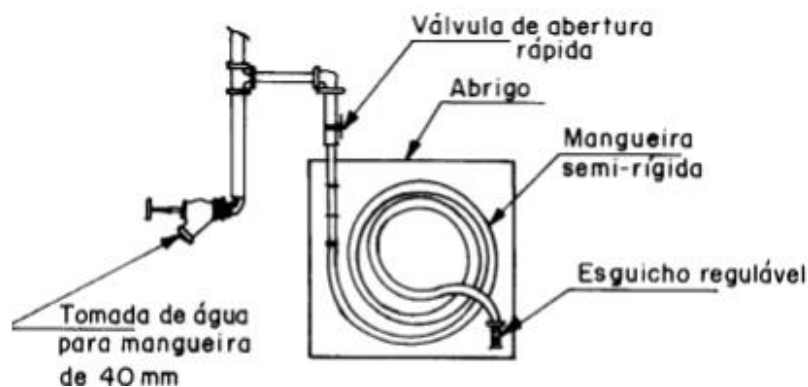


O sistema de combate a incêndios sob comando através de **hidrantes e mangotinhos** é um conjunto de equipamentos e instalações que permitem acumular, transportar e lançar a água (agente extintor) sobre os materiais incendiados. O sistema é composto basicamente por reserva de incêndio, bombas de recalque, rede de tubulação, hidrantes e mangotinhos, abrigo para mangueira e acessórios e registro de recalque. É fundamental, que ao utilizar o sistema, a chave principal de energia da edificação ou setor seja desligada, a fim de evitar acidentes.

O objetivo do sistema é dar condições de combater, com recursos próprios, focos de incêndio em todos os pontos da edificação, bem como oferecer uma opção de auxílio, no caso

de necessidade, para o Corpo de Bombeiros. A principal norma utilizada para dimensionamento do sistema é a NBR-13714 (ABNT, 2000).

Mostra-se, abaixo, componentes do sistema de mangotinho.



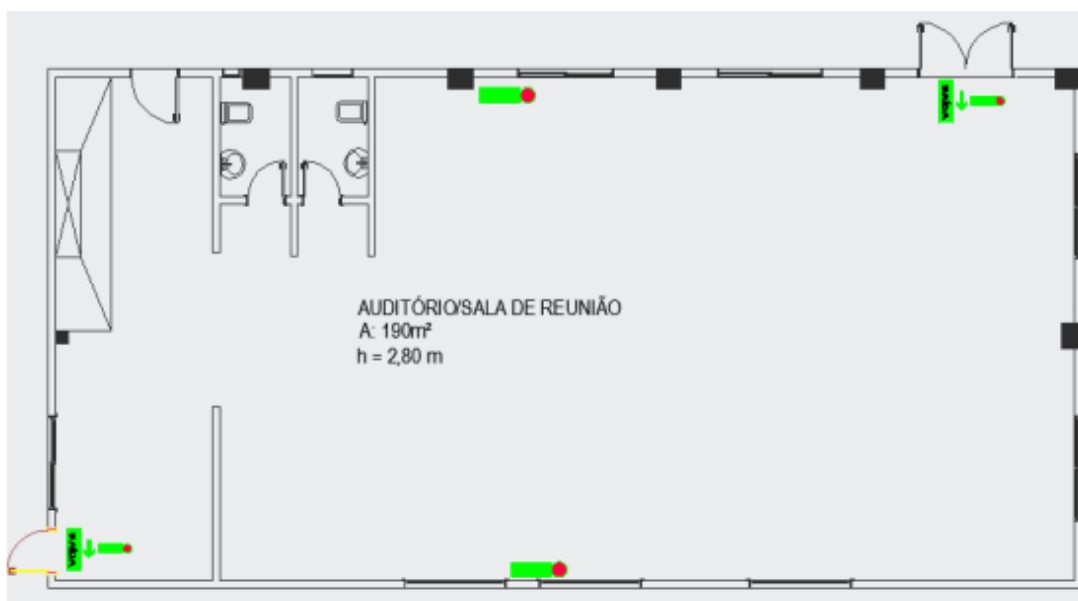
A NBR-13714 (ABNT, 2000) determina que o volume de reserva de incêndio seja calculado considerando que as vazões sejam mantidas por um tempo mínimo de 60 minutos.

A **saída de emergência** é o caminho devidamente protegido, parte da rota de fuga, a ser percorrida pelo usuário de uma edificação em caso de incêndio, até atingir a via pública ou espaço aberto protegido em comunicação com a mesma. A norma que fornece os parâmetros de dimensionamento de saídas de emergência adotadas pelas legislações estaduais e municipais por todo o país é a NBR-9077 (ABNT, 2001).

As saídas de emergência constituem-se de portas, corredores, escadas, rampas ou combinações destes elementos, objetivando a saída segura das pessoas de uma edificação, em caso de incêndio, até o exterior, bem como facilitar o acesso do Corpo de Bombeiros para o combate ao fogo e ações de resgate.

Os **sistemas de iluminação de emergência** têm como objetivo proporcionar iluminação suficiente e adequada, a fim de permitir a saída fácil e segura das pessoas em caso de interrupção da alimentação normal, bem como proporcionar a intervenção de equipes de socorro.

Para a elaboração de projeto de iluminação de emergência, instalação, manutenção do sistema e demais orientações, deve ser utilizada a NBR-10898 (ABNT, 2013). No PPCI, os locais de instalação das luminárias precisam constar em planta. Segundo a norma, a distância máxima entre dois pontos de iluminação de ambiente deve ser equivalente a quatro vezes a altura da instalação destes em relação ao nível do piso e nunca deve ultrapassar 15 m. A distância máxima entre o ponto de iluminação (figura abaixo) e a parede não deve ultrapassar 7,5 m.



Os detalhes de projeto e instalação da sinalização de emergência nas edificações estão nas duas partes da NBR-13434 (ABNT, 2004): princípios de projeto e símbolos e suas formas, dimensões e cores. A sinalização, que se dá por meio da colocação de placas, deve ser exaustiva e de fácil visualização e entendimento. Sua projeção deve levar em consideração o fato de que irá orientar pessoas em pânico, de forma que jamais as pode deixar em dúvida quanto ao que fazer ou a rota a seguir.

Abaixo exemplos de sinalização utilizada em PPCI.



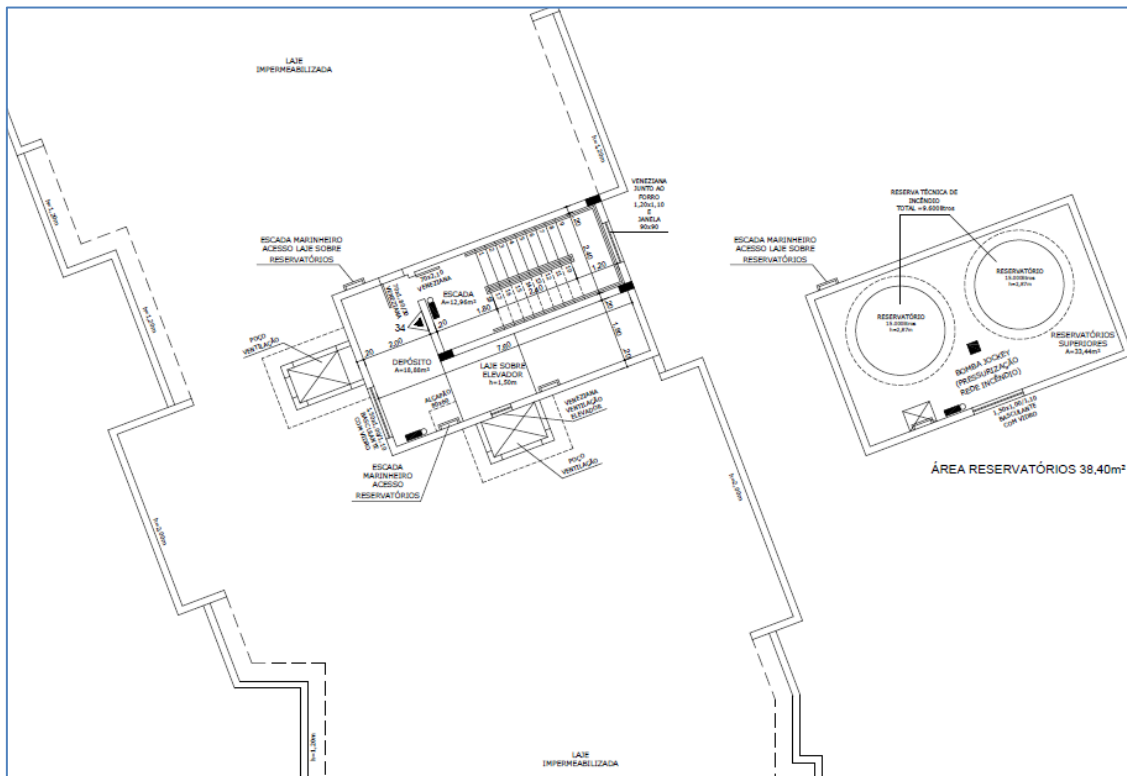
EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Considerando uma edificação de uso misto (residencial e comercial), conforme projeto PPCI disponibilizado por meio do QR-Code, identificar os componentes de segurança contra incêndio e quantificá-los.


No presente caso, considerar a planta de cobertura.

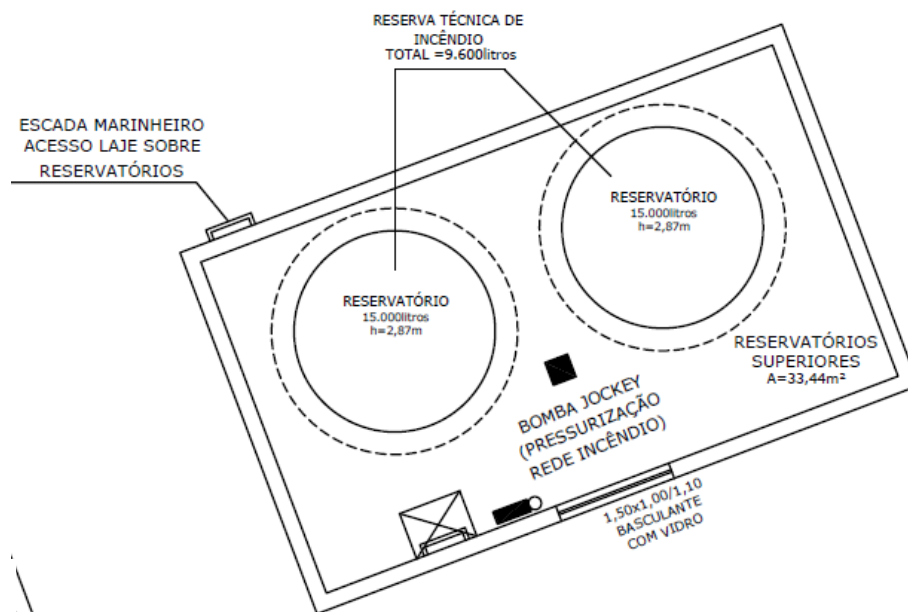
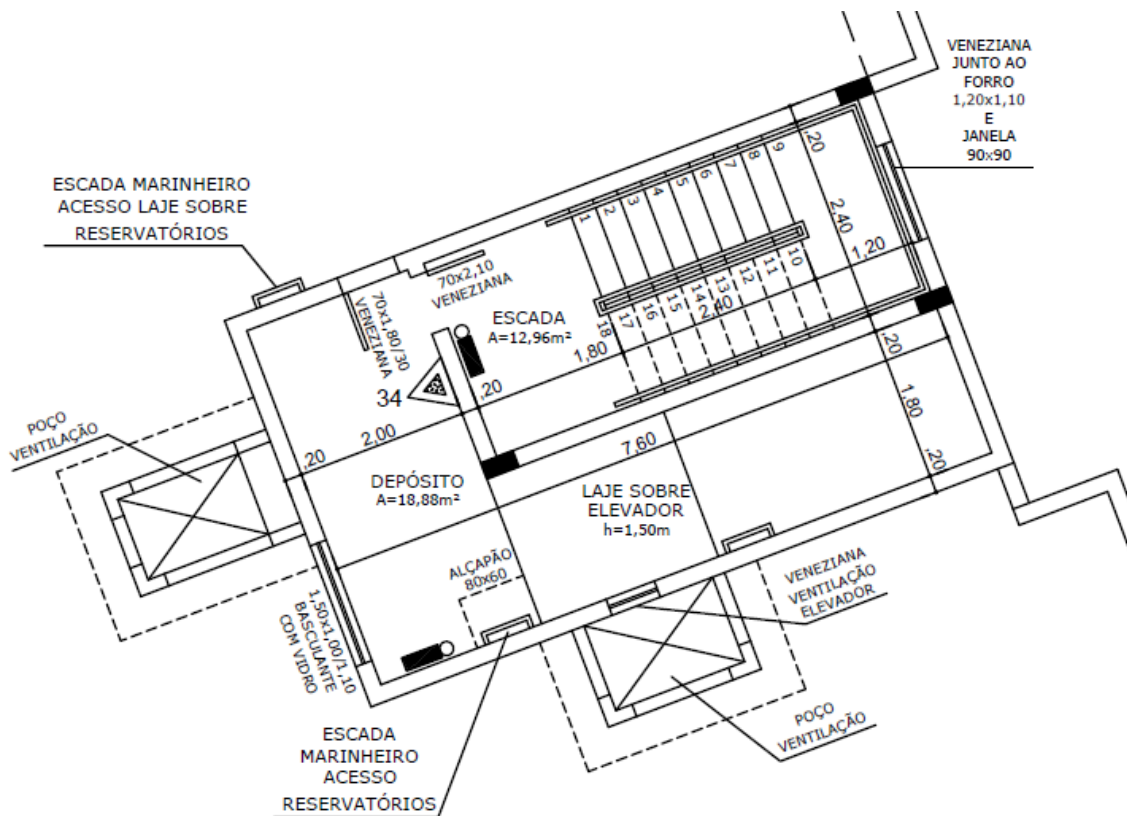
RESOLUÇÃO:

Conforme enunciado, apresenta-se abaixo imagem da planta baixa do pavimento de cobertura (telhado e reservatórios superiores).



Em detalhe, na próxima página, as áreas de edificação onde constam equipamentos de proteção contra incêndio, conforme legenda abaixo.

| LEGENDA | |
|---|--|
|  | EXTINTOR DE PÓ QUÍMICO ABC 4Kg 2A/20BC |
|  | ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA |



Após identificado os equipamentos contra incêndio mostrados na legenda (conforme simbologia da norma NBR-13434 (ABNT, 2004), realiza-se o quantitativo dos mesmos, sendo:

- ➔ Iluminação de Emergência: 03;
- ➔ Extintor de pó químico ABC (4 kg): 01

9 SISTEMA HIDROSSANITÁRIO DE ÁGUA FRIA

Por definição, **alimentador predial** é a tubulação que liga a fonte de abastecimento a um reservatório de água de uso doméstico, ou seja, é aquela responsável pela entrada de água na edificação.

Barrilete é a tubulação que se origina no reservatório e da qual derivam as colunas de distribuição, quando o tipo de abastecimento é indireto, ou seja, feito por intermédio de um reservatório. Já quando o abastecimento é direto, o barrilete pode ser considerado como a tubulação diretamente ligada ao ramal predial.

Coluna de distribuição é a tubulação derivada do barrilete e destinada a alimentar os ramais.

Ramal é a tubulação derivada da coluna de distribuição e destinada a alimentar os sub-ramais. É importante notar que ramal não é o mesmo que ramal predial. Sendo este a tubulação compreendida entre a rede pública de abastecimento de água e a extremidade a montante do alimentador predial.

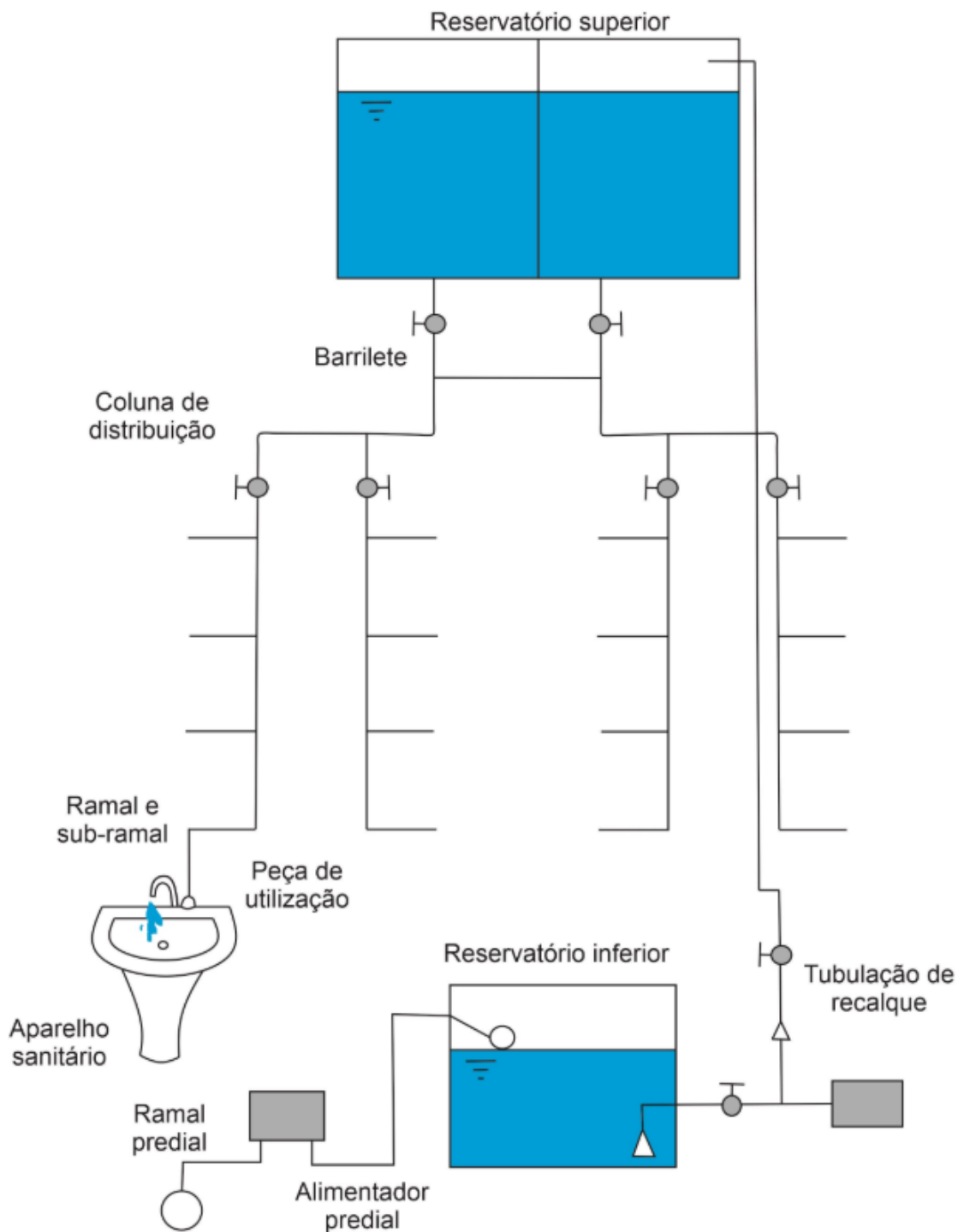
Sub-ramal, por sua vez, é a tubulação que liga o ramal à peças de utilização.

Define-se como **peça de utilização**, o componente na posição a jusante do sub-ramal que permite a utilização da água e o ajuste da sua vazão, em alguns casos. As peças de utilização fazem, ainda, parte dos aparelhos sanitários.

Costuma-se associar a palavra **aparelho sanitário** à imagem de um vaso sanitário. No entanto, essa palavra tem um significado mais amplo e, nada mais é, que um aparelho ligado à instalação predial destinado ao uso de água para fins higiênicos ou a receber dejetos ou águas servidas. Ou seja, os aparelhos sanitários contemplam, além dos vasos sanitários, os lavatórios, as pias, os mictórios, as banheiras e até os chuveiros.

Mostram-se, de modo ilustrativo, abaixo, os principais componentes do sistema hidrossanitário de água fria definidos anteriormente.

O dimensionamento do sistema hidrossanitário de água fria objetiva assegurar as vazões adequadas nos pontos de utilização de modo a tornar o mais eficiente possível o uso da água e energia. Para isso, devemos conhecer as vazões de abastecimento de água para cada peça.



As tubulações de água fria devem ser dimensionadas de tal forma que, no uso simultâneo provável de dois ou mais pontos de utilização, a vazão de projeto seja plenamente disponível. Para determinar a vazão mínima de projeto de cada ponto, basta observarmos os valores na tabela abaixo.

| Aparelho sanitário | | Peça de utilização | Vazão de projeto L/s | Peso relativo |
|--|---------------------|---|----------------------------|------------------|
| Bacia sanitária | | Caixa de descarga | 0,15 | 0,3 |
| | | Válvula de descarga | 1,70 | 32,0 |
| Banheira | | Misturador (água fria) | 0,30 | 1,0 |
| Bebedouro | | Registro de pressão | 0,10 | 0,1 |
| Bidê | | Misturador (água fria) | 0,10 | 0,1 |
| Chuveiro ou ducha | | Misturador (água fria) | 0,20 | 0,4 |
| Chuveiro elétrico | | Registro de pressão | 0,10 | 0,1 |
| Lavadora de pratos ou de roupas | | Registro de pressão | 0,30 | 1,0 |
| Lavatório | | Torneira ou misturador (água fria) | 0,15 | 0,3 |
| Mictório cerâmico | com sifão integrado | Válvula de descarga | 0,50 | 2,8 |
| | sem sifão integrado | Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório | 0,15 | 0,3 |
| Mictório tipo calha | | Caixa de descarga ou registro de pressão | 0,15 por metro de calha | 0,3 |
| Pia | | Torneira ou misturador (água fria) | 0,25 | 0,7 |
| | | Torneira elétrica | 0,10 | 0,1 |
| Tanque | | Torneira | 0,25 | 0,7 |
| Torneira de jardim ou lavagem em geral | | Torneira | 0,20 | 0,4 |

Já no caso de funcionamento simultâneo não previsto pelo cálculo de dimensionamento da tubulação, a redução temporária da vazão, em qualquer um dos pontos de utilização, não deve comprometer significativamente a satisfação do usuário.

Para tanto, recomenda-se projetar e executar sistemas independentes de distribuição para instalações prediais que utilizam componentes de alta vazão, como, por exemplo, a válvula de descarga para bacia sanitária.

Para tanto, o cálculo da vazão nos pontos restantes da tubulação, faz-se uso dos valores da tabela anterior.

Contudo, antes, é preciso dividir a instalação em vários trechos e, para isso, devemos saber que os trechos começam e terminam sempre que houver mudança de vazão ou de diâmetro. Assim sendo, os pesos dos demais trechos é determinado somando-se os pesos já existentes na instalação, ou seja, os pesos das peças sanitárias, sempre do fim para o início do traçado. Enfim, para determinar a vazão em si, faremos uso do método probabilístico, uma vez que, dificilmente, todas as peças sanitárias do banheiro serão ligadas ao mesmo tempo.

A vazão em cada trecho restante é, então, estimada pela equação:

$$Q = 0,3\sqrt{\Sigma P}$$

Onde:

Q: vazão no trecho (litros/segundo);

ΣP : soma dos pesos até o trecho, contados no sentido contrário à vazão.

Em relação às vazões do abastecimento de reservatórios, recomenda-se dividir a capacidade do reservatório pelo tempo de enchimento para determinação.

O tempo de enchimento, por sua vez, depende muito do tipo de reservatório como, por exemplo:

- no caso de edifícios com pequenos reservatórios individualizados, o tempo de enchimento deve ser menor que 1 hora;
- no caso de grandes reservatórios, o tempo de enchimento pode ser de até 6 horas.

Ainda, é necessária verificação da velocidade máxima na tubulação. Desse modo, sabendo as vazões recomendadas, os diâmetros das tubulações devem ser tal que a velocidade da água, em qualquer trecho de tubulação, não atinja valores maiores que 3 m/s. Deste modo:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{v * \pi}}$$

Onde:

D: diâmetro da tubulação (m);

v: velocidade (m/s);

Q: vazão do ponto de utilização (m³/s), conforme tabela anterior.

Escolhido o diâmetro e a vazão em cada trecho, deve-se calcular a perda de carga unitária em cada trecho para, após isso, multiplicar pelo comprimento total do trecho e, assim, calcular a perda de carga total.

Para cálculo da perda de carga unitária, considera-se o tipo de tubulação hidrossanitária considerada em projeto.

Para tubos lisos – plástico, cobre ou liga de cobre – considera-se a equação:

$$J = 8,69.10^6 * Q^{1,75} * d^{-4,75}$$

Onde:

J: perda de carga unitária (kPa/m);

Q: vazão estimada na seção considerada (l/s);

d: diâmetro interno do tubo (mm).

Para tubos rugosos – aço-carbono, galvanizado ou não – considera-se a equação:

$$J = 20,2 \cdot 10^6 * Q^{1,88} * d^{-4,88}$$

Assim sendo, a perda de carga total se dá pela equação:

$$\Delta H = J * L_{total}$$

Onde:

ΔH : perda de carga total (kPa);

L total: comprimento total do trecho, considerando o comprimento real e os acessórios (m), conforme tabelas abaixo.

COMPRIMENTO EQUIVALENTE PARA CONEXÕES LISAS
(PLÁSTICO, COBRE OU LIGA DE COBRE)

| Diâmetro nominal (DN) | Tipo de conexão | | | | | |
|-----------------------|-----------------|--------------|-----------|-----------|--------------------|---------------------|
| | Cotovelo 90° | Cotovelo 45° | Curva 90° | Curva 45° | Tê passagem direta | Tê passagem lateral |
| 15 | 1,1 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,7 | 2,3 |
| 20 | 1,2 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,8 | 2,4 |
| 25 | 1,5 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,9 | 3,1 |
| 32 | 2,0 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 1,5 | 4,6 |
| 40 | 3,2 | 1,0 | 1,2 | 0,6 | 2,2 | 7,3 |
| 50 | 3,4 | 1,3 | 1,3 | 0,7 | 2,3 | 7,6 |
| 65 | 3,7 | 1,7 | 1,4 | 0,8 | 2,4 | 7,8 |
| 80 | 3,9 | 1,8 | 1,5 | 0,9 | 2,5 | 8,0 |
| 100 | 4,3 | 1,9 | 1,6 | 1,0 | 2,6 | 8,3 |
| 125 | 4,9 | 2,4 | 1,9 | 1,1 | 3,3 | 10,0 |
| 150 | 5,4 | 2,6 | 2,1 | 1,2 | 3,8 | 11,1 |

COMPRIMENTO EQUIVALENTE PARA CONEXÕES RUGOSAS
(AÇO-CARBONO, GALVANIZADO OU NÃO)

| Diâmetro nominal (DN) | Tipo de conexão | | | | | |
|-----------------------|-----------------|--------------|-----------|-----------|--------------------|---------------------|
| | Cotovelo 90° | Cotovelo 45° | Curva 90° | Curva 45° | Tê passagem direta | Tê passagem lateral |
| 15 | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,7 |
| 20 | 0,7 | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 1,0 |
| 25 | 0,9 | 0,4 | 0,7 | 0,4 | 0,2 | 1,4 |
| 32 | 1,2 | 0,5 | 0,8 | 0,5 | 0,2 | 1,7 |
| 40 | 1,4 | 0,6 | 1,0 | 0,6 | 0,2 | 2,1 |
| 50 | 1,9 | 0,9 | 1,4 | 0,8 | 0,3 | 2,7 |
| 65 | 2,4 | 1,1 | 1,7 | 1,0 | 0,4 | 3,4 |
| 80 | 2,8 | 1,3 | 2,0 | 1,2 | 0,5 | 4,1 |
| 100 | 3,8 | 1,7 | 2,7 | ... | 0,7 | 5,5 |
| 125 | 4,7 | 2,2 | ... | ... | 0,8 | 6,9 |
| 150 | 5,6 | 2,6 | 4,0 | ... | 1,0 | 8,2 |

Calculada a perda de carga, deve-se verificar se as pressões de projeto na tubulação são atendidas. Isso porque, em condições dinâmicas, ou seja, com escoamento, a pressão da água nos pontos de utilização deve ser estabelecida de modo a garantir a vazão de projeto para bom funcionamento da peça de utilização. Assim sendo, as pressões máxima e mínima abaixo devem ser garantidas.

A pressão disponível na saída do trecho deve considerar a diferença de cota positiva ou negativa, ou seja, a coluna d'água. Neste caso, trechos ascendentes possuem diferença de cota negativa, e trechos descendente possuem diferença positiva, ou seja, a favor da gravidade. A pressão disponível é, então calculada por:

$$P_{disp,i} = P_{disp,(i-1)} + cota \cdot 10$$

Onde:

$P_{disp,i}$: pressão disponível no trecho considerado (kPa);

$P_{disp,(i-1)}$: pressão disponível no trecho anterior (kPa);

cota: é a diferença de cota entre o início e fim do trecho (m).

A pressão disponível residual considera as perdas de carga verificadas no mesmo trecho. Desse modo:

$$P_{res,i} = P_{disp,i} - \Delta H_i$$

Onde:

$P_{res,i}$: pressão disponível residual no trecho considerado (kPa);

ΔH : perda de carga total do trecho (kPa).

A pressão disponível residual deverá, então, atender à pressões máxima e mínima, abaixo. Caso contrário, mudanças no traçado ou no diâmetro escolhido devem ser feitas.

Em condições estáticas, ou seja, sem escoamento, a pressão da água em qualquer ponto de utilização da rede predial de distribuição não deve ser superior a 400 kPa, pois, caso contrário, pode haver risco de explosão da tubulação.

A ocorrência de sobrepressões devidas a transientes hidráulicos como o golpe de aríete, deve ser considerada no dimensionamento das tubulações. Tais sobrepressões são admitidas, desde que não superem o valor de 200 kPa.

Além disso, a pressão excessiva na peça de utilização tende a aumentar desnecessariamente o consumo de água. E a solução para isso é dimensionar a tubulação para trabalhar próximo aos limites mínimos de pressão.

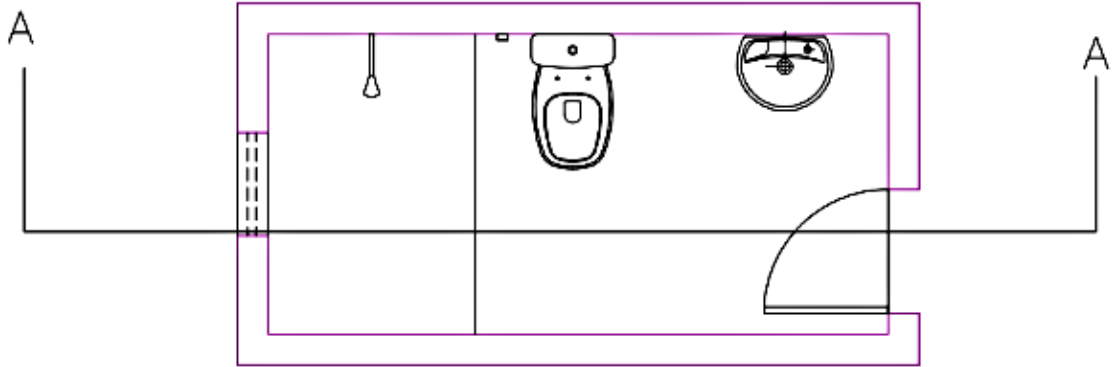
No geral, a pressão na tubulação de utilização não deve ser inferior a 10 kPa. As seguintes exceções devem ser consideradas:

- ➔ a pressão no ponto da caixa de descarga pode atingir o valor mínimo de até 5 kPa;
- ➔ o ponto da válvula de descarga para bacia sanitária pode atingir o valor mínimo de até 15 kPa.

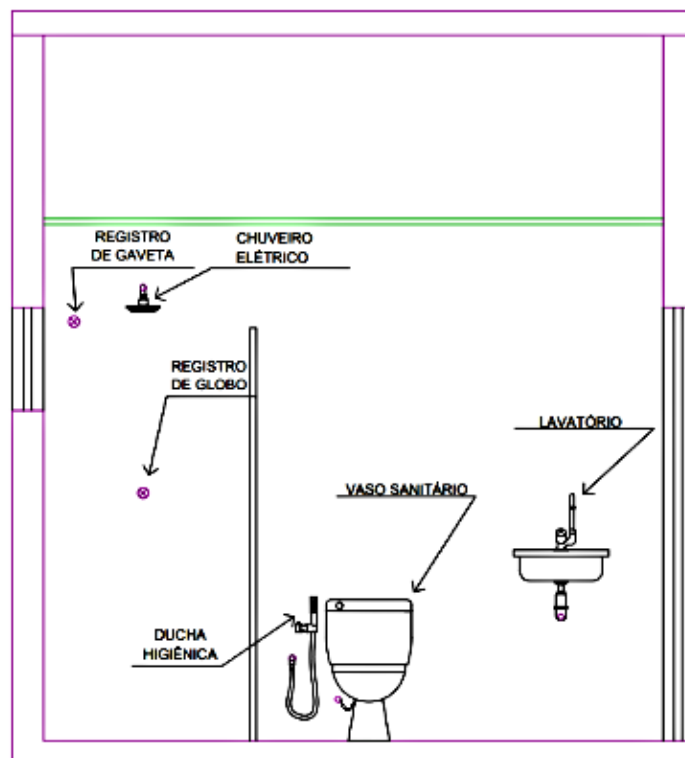
Já em relação à rede predial de distribuição, a pressão da água em condições dinâmicas, ou seja, com escoamento não deve ser menor que 5 kPa.

EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO DE ÁGUA FRIA

Dimensionar a instalação hidráulica de água fria do banheiro apresentado abaixo, sabendo que a tubulação será de PVC roscável.



PLANTA



CORTE AA

RESOLUÇÃO:

Para determinar os pesos e vazões de cada peça sanitária consulta-se a tabela mostrada no referencial teórico (1ª tabela), retirada da NBR 5626 (ABNT, 1998). Resumo apresentado abaixo:

| Peça sanitária | Vazão mínima (l/s) | Peso | Cota do sub-ramal (m) | Pressão requerida (kPa) |
|--------------------------------------|--------------------|------|-----------------------|-------------------------|
| Chuveiro elétrico | 0,10 | 0,10 | 2,20 | 10,00 |
| Ducha higiênica | 0,20 | 0,40 | 0,40 | 10,00 |
| Vaso sanitário com caixa de descarga | 0,15 | 0,30 | 0,20 | 5,00 |
| Lavatório | 0,15 | 0,30 | 0,60 | 10,00 |

Para dimensionamento do diâmetro mínimo para os sub-ramais, considera-se que a velocidade da instalação não deve ficar acima de 3,0 m/s, o diâmetro mínimo é determinado por:

Diâmetro do sub-ramal de chuveiro

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (0,1 \cdot 10^{-3})}{3 \cdot \pi}} = 6,52 \text{ mm}$$

Diâmetro da ducha higiênica

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (0,2 \cdot 10^{-3})}{3 \cdot \pi}} = 9,22 \text{ mm}$$

Diâmetro do vaso sanitário e do lavatório

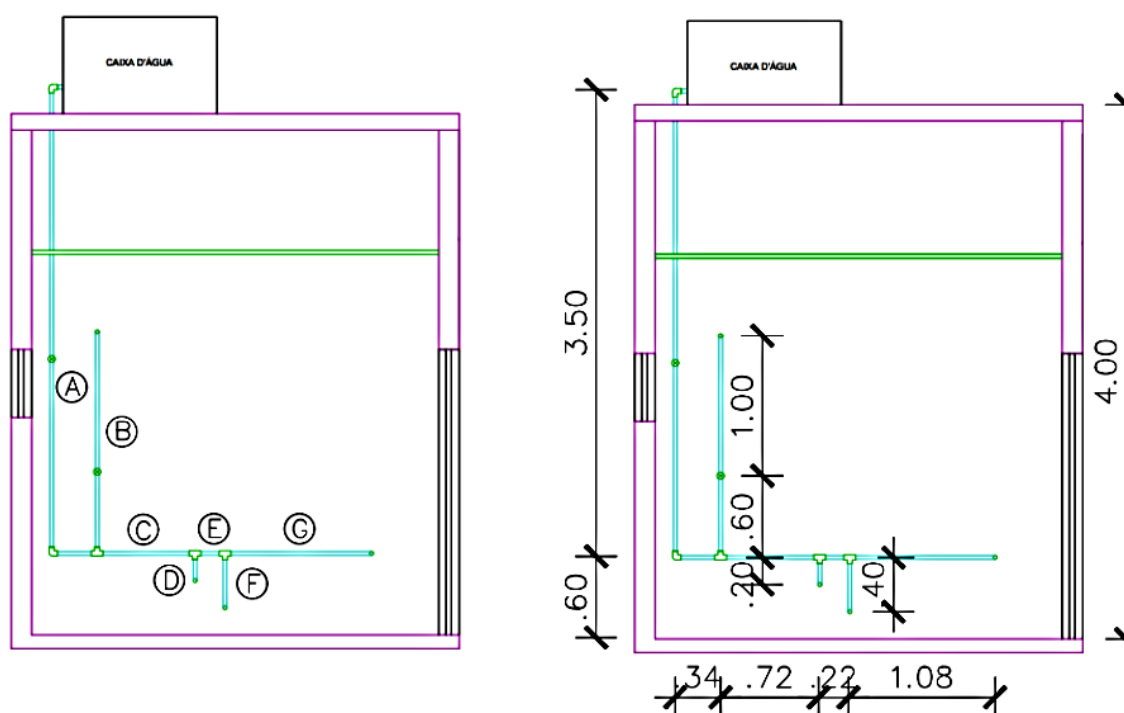
$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (0,15 \cdot 10^{-3})}{3 \cdot \pi}} = 7,98 \text{ mm}$$

Calculado o diâmetro mínimo, deve-se escolher a seção comercial mais adequada. Neste exemplo, usa-se como referência a tabela abaixo da fabricante Tigre para a escolha da melhor seção (diâmetro mínimo comercial para as peças de utilização: água fria roscável).

Logo, para as 4 peças sanitária consideradas, o sub-ramal será de 20 mm (diâmetro externo) ou 1/2" (diâmetro interno).

| Peças de utilização | DE (mm) | D. ref. (pol.) |
|---|---------|----------------|
| Aquecedor de alta pressão | 20 | ½ |
| Aquecedor de baixa pressão | 25 | ¾ |
| Bacia sanitária com caixa de descarga | 20 | ½ |
| Bacia sanitária com válvula de descarga de 1¼ | 50 | 1½ |
| Bacia sanitária com válvula de descarga de 1½ | 50 | 1½ |
| Banheira | 20 | ½ |
| Bebedouro | 20 | ½ |
| Bidê | 20 | ½ |
| Chuveiro | 20 | ½ |
| Filtro de pressão | 20 | ½ |
| Lavatório | 20 | ½ |
| Máquina de lavar pratos | 25 | ¾ |
| Máquina de lavar roupa | 25 | ¾ |
| Mictório de descarga contínua por metro ou aparelho | 20 | ½ |
| Pia de cozinha | 20 | ½ |
| Tanque de lavar roupa | 25 | ¾ |

Determinados os pesos nos trechos conectados às peças sanitária, obtém-se os pesos nos trechos restantes da instalação. Porém, antes disso, é preciso dividir a instalação em vários trechos e, para isso, deve-se saber que os trechos começam e terminam sempre que houver mudança de vazão ou de diâmetro.



Assim sendo, os demais trechos são determinados somando-se os pesos já existentes na instalação, ou seja, os pesos das peças sanitárias, sempre do fim para o início do traçado. Ou seja, considerando a seguinte ordem:

→ **Trecho G:**

- trecho diretamente ligado ao lavatório, logo seu peso corresponderá ao peso da peça, que é 0,30;

→ **Trecho F:**

- também está diretamente ligado a uma peça, logo seu peso corresponderá ao peso do vaso sanitário, que é 0,30;

→ **Trecho E:**

- esse trecho está ligado aos trechos anteriores, logo seu peso corresponderá à soma dos pesos dos trechos conectados a ele, que é $0,3+0,3=0,6$;

→ **Trecho D:**

- esse trecho também está diretamente ligado a uma peça, logo seu peso corresponderá ao peso da ducha higiênica, que é 0,40

→ **Trecho C:**

- esse trecho está ligado aos trechos D e E, logo seu peso corresponderá à soma dos pesos desses trecho, que é $0,6+0,4=1,0$;

→ **Trecho B:**

- esse trecho está diretamente ligado ao chuveiro elétrico, logo seu peso corresponderá ao peso da peça, que é 0,10;

→ **Trecho A:**

- esse trecho está ligado aos trechos B e C, logo seu peso corresponderá à soma dos pesos desses trecho, que é $1,0+0,1=1,1$.

Determinadas as vazões nos trechos (B, D, F e G) conectados às peças sanitária, precisamos agora determinar as vazões nos trechos restantes da instalação. Para isso, faz-se uso do método probabilístico, uma vez que, dificilmente, todas as peças sanitárias do banheiro serão ligadas ao mesmo tempo. Sabendo disso, a vazão em cada trecho restante é, então, estimada:

$$\rightarrow Q(A) = 0,33\sqrt{1,1} = 0,31 \text{ l/s};$$

$$\rightarrow Q(B) = 0,33\sqrt{1,0} = 0,30 \text{ l/s};$$

$$\rightarrow Q(C) = 0,33\sqrt{0,6} = 0,23 \text{ l/s};$$

O diâmetro mínimo dos sub-ramais foi calculado e o diâmetro comercial adotado para eles foi bem superior aos valores encontrados. Desse modo, é aceitável adotarmos o mesmo diâmetro de 1/2" (diâmetro interno de 12,70 mm) para toda a instalação. No entanto, só teremos certeza se esta escolha está correta após verificarmos a velocidade em todos os trechos e a pressão dos pontos de utilização.

Sabendo que a velocidade máxima permitida conforme norma é de 3,0 m/s, precisamos verificar se a velocidade em todos os trechos é atendida pela expressão abaixo (lembrando que o diâmetro adotado é o interno):

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

$$\rightarrow v(A) = \frac{4*(0,31.10^{-3})}{\pi*(12,70.10^{-3})^2} = 2,49 \text{ m/s}$$

$$\rightarrow v(B) = \frac{4*(0,30.10^{-3})}{\pi*(12,70.10^{-3})^2} = 2,43 \text{ m/s}$$

$$\rightarrow v(C) = \frac{4*(0,23.10^{-3})}{\pi*(12,70.10^{-3})^2} = 1,84 \text{ m/s}$$

$$\rightarrow v(D) = \frac{4*(0,20.10^{-3})}{\pi*(12,70.10^{-3})^2} = 1,58 \text{ m/s}$$

$$\rightarrow v(E) = \frac{4*(0,23.10^{-3})}{\pi*(12,70.10^{-3})^2} = 1,84 \text{ m/s}$$

$$\rightarrow v (F) = \frac{4*(0,15.10^{-3})}{\pi*(12,70.10^{-3})^2} = 1,18 \text{ m/s}$$

$$\rightarrow v (G) = \frac{4*(0,15.10^{-3})}{\pi*(12,70.10^{-3})^2} = 1,18 \text{ m/s}$$

Portanto, todos os trechos atendem à velocidade máxima com o diâmetro de 1/2".

Por fim, o último critério a ser atendido será a pressão nos pontos de utilização.

De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 1998), para tubos lisos, como é o caso, a perda de carga distribuída é dada em cada trecho por:

$$\rightarrow J (A) = 8,69. 10^6 * 0,31^{1,75} * 12,70^{-4,75} = 6,56 \text{ kPa/m}$$

$$\rightarrow J (B) = 8,69. 10^6 * 0,10^{1,75} * 12,70^{-4,75} = 0,88 \text{ kPa/m}$$

$$\rightarrow J (C) = 8,69. 10^6 * 0,30^{1,75} * 12,70^{-4,75} = 6,04 \text{ kPa/m}$$

$$\rightarrow J (D) = 8,69. 10^6 * 0,20^{1,75} * 12,70^{-4,75} = 2,97 \text{ kPa/m}$$

$$\rightarrow J (E) = 8,69. 10^6 * 0,23^{1,75} * 12,70^{-4,75} = 3,86 \text{ kPa/m}$$

$$\rightarrow J (F) = 8,69. 10^6 * 0,15^{1,75} * 12,70^{-4,75} = 1,80 \text{ kPa/m}$$

$$\rightarrow J (G) = 8,69. 10^6 * 0,15^{1,75} * 12,70^{-4,75} = 1,80 \text{ kPa/m}$$

O comprimento total nada mais é do que a soma entre o comprimento real dos trechos e o comprimento equivalente para cada uma das conexões. Por isto, faz-se uso de tabela de conexões para o tipo de tubulação considerada; no caso, água fria roscável da Tigre®.

| DE (mm) | D. ref. (pol.) | Joelho 90° | Joelho 45° | Curva 90° | Curva 45° | Tê 90° Passagem Direita | Tê 90° Saída de lado | Tê 90° Saída Bilateral | Entrada Normal | Entrada de Borda | Saída de Canalização | Válvula de Pé e Crivo | Válvula de Retenção Tipo Leve | Válvula de Retenção Tipo Pesado | Registro de Globo Aberto | Registro de Gaveta Aberto | Registro de Ângulo Aberto |
|---------|----------------|------------|------------|-----------|-----------|-------------------------|----------------------|------------------------|----------------|------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 20 | ½" | 1,1 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,7 | 2,3 | 2,3 | 0,3 | 0,9 | 0,8 | 8,1 | 2,5 | 3,6 | 11,1 | 0,1 | 5,9 |
| 25 | ¾" | 1,2 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,8 | 2,4 | 2,4 | 0,4 | 1,0 | 0,9 | 9,5 | 2,7 | 4,1 | 11,4 | 0,2 | 6,1 |
| 32 | 1" | 1,5 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,9 | 3,1 | 3,1 | 0,5 | 1,2 | 1,3 | 13,3 | 3,8 | 5,8 | 15,0 | 0,3 | 8,4 |
| 40 | 1¼" | 2,0 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 1,5 | 4,6 | 4,6 | 0,6 | 1,8 | 1,4 | 15,5 | 4,9 | 7,4 | 22,0 | 0,4 | 10,5 |
| 50 | 1½" | 3,2 | 1,3 | 1,2 | 0,6 | 2,2 | 7,3 | 7,3 | 1,0 | 2,3 | 3,2 | 18,3 | 6,8 | 9,1 | 35,8 | 0,7 | 17,0 |
| 60 | 2" | 3,4 | 1,5 | 1,3 | 0,7 | 2,3 | 7,6 | 7,6 | 1,5 | 2,8 | 3,3 | 23,7 | 7,1 | 10,8 | 37,9 | 0,8 | 18,5 |
| 75 | 2½" | 3,7 | 1,7 | 1,4 | 0,8 | 2,4 | 7,8 | 7,8 | 1,6 | 3,3 | 3,5 | 25,0 | 8,2 | 12,5 | 38,0 | 0,9 | 19,0 |
| 85 | 3" | 3,9 | 1,8 | 1,5 | 0,9 | 2,5 | 8,0 | 8,0 | 2,0 | 3,7 | 3,7 | 26,8 | 9,3 | 14,2 | 40,0 | 0,9 | 20,0 |
| 110 | 4" | 4,3 | 1,9 | 1,6 | 1,0 | 2,6 | 8,3 | 8,3 | 2,2 | 4,0 | 3,9 | 28,6 | 10,4 | 16,0 | 42,3 | 1,0 | 22,1 |

Deste modo, têm-se:

$$\begin{aligned}
L_{\text{total,A}} &= L_A + L_{\text{entrada normal}} + L_{\text{joelho } 90^\circ} + \dots \\
\dots + L_{\text{registro de gaveta}} + L_{\text{joelho } 90^\circ} &= 6,44 \text{ m} \\
L_{\text{total,B}} &= L_B + L_{\text{T saída de lado}} + \dots \\
\dots + L_{\text{registro de globo}} + L_{\text{joelho } 90^\circ} &= 16,10 \text{ m} \\
L_{\text{total,C}} &= L_C + L_{\text{T passagem direta}} = 1,42 \text{ m} \\
L_{\text{total,D}} &= L_D + L_{\text{Tsaída de lado}} + L_{\text{joelho } 90^\circ} = 3,60 \text{ m} \\
L_{\text{total,E}} &= L_E + L_{\text{T passagem direta}} = 0,92 \text{ m} \\
L_{\text{total,F}} &= L_F + L_{\text{T saída de lado}} + L_{\text{joelho } 90^\circ} = 3,80 \text{ m} \\
L_{\text{total,G}} &= L_G + L_{\text{T passagem direta}} + L_{\text{joelho } 90^\circ} = 2,88 \text{ m}
\end{aligned}$$

A perda de carga total é determinada pelo produto entre a perda de carga distribuída e o comprimento equivalente de cada trecho, já considerando a perda de carga localizada.

Deste modo, temos:

$$\Delta H_A = 6,56.6,44 = 42,27 \text{ kPa}$$

$$\Delta H_B = 0,88.16,10 = 14,22 \text{ kPa}$$

$$\Delta H_C = 6,04.1,42 = 8,57 \text{ kPa}$$

$$\Delta H_D = 2,97.3,60 = 10,69 \text{ kPa}$$

$$\Delta H_E = 3,86.0,92 = 3,55 \text{ kPa}$$

$$\Delta H_F = 1,80.3,80 = 6,82 \text{ kPa}$$

$$\Delta H_G = 1,80.2,88 = 5,17 \text{ kPa}$$

Por meio da tabela abaixo, contida na NBR-5626 (ABNT,1998), previamente preenchida com os dados das etapas anteriores. Ressalta-se:

- os trechos representados por letras verdes indicam a existência de uma peça de utilização;
- Para a diferença de cotas (coluna 7), entre o início e fim de cada trecho, foi arbitrado o valor positivo para descidas e negativo para subidas.

| Trecho | Soma dos pesos | Vazão estimada (L/s) | Diâmetro interno (mm) | Velocidade (m/s) | Perda de carga distribuída (kPa/m) | Diferença de cota (m) | Pressão disponível (kPa) | Comprimento da tubulação (m) | | | Perda de carga total (kPa) | Pressão disponível residual (kPa) | Pressão requerida (kPa) |
|--------|----------------|----------------------|-----------------------|------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|------------|-------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| | | | | | | | | Real | Acessórios | Total | | | |
| A | 1,10 | 0,31 | 12,70 | 2,49 | 6,56 | 3,50 | | 3,84 | 2,60 | 6,44 | 42,27 | | 10,0 |
| B | 0,10 | 0,10 | 12,70 | 0,79 | 0,88 | -1,60 | | ← 1,60 | 14,50 | 16,10 | 14,22 | | 10,0 |
| C | 1,00 | 0,30 | 12,70 | 2,37 | 6,04 | 0,00 | | ← 0,72 | 0,70 | 1,42 | 8,57 | | 10,0 |
| D | 0,40 | 0,20 | 12,70 | 1,58 | 2,97 | 0,20 | | ← 0,20 | 3,40 | 3,60 | 10,69 | | 10,0 |
| E | 0,60 | 0,23 | 12,70 | 1,84 | 3,86 | 0,00 | | ← 0,22 | 0,70 | 0,92 | 3,55 | | 10,0 |
| F | 0,30 | 0,15 | 12,70 | 1,18 | 1,80 | 0,40 | | ← 0,40 | 3,40 | 3,80 | 6,82 | | 5,0 |
| G | 0,30 | 0,15 | 12,70 | 1,18 | 1,80 | 0,00 | | ← 1,08 | 1,80 | 2,88 | 5,17 | | 10,0 |

Deve-se entender que a pressão disponível na saída de cada trecho é a soma da pressão residual do trecho anterior mais a diferença de cota multiplicada pelo peso específico da água, que é 10 kN/m³. Além disso, a pressão disponível residual é a diferença entre a pressão disponível e a perda de carga em cada trecho. Ou seja:

$$P_{disp,i} = P_{disp,(i-1)} + cota \cdot 10$$

$$P_{res,i} = P_{disp,i} - \Delta H_i$$

Para o trecho A, como não há nenhum trecho antes, podemos somente considerar a diferença de cota para o cálculo da pressão disponível. Vale ainda ressaltar que, nessa etapa, é muito importante seguir a sequência correta dos trechos (setas em verde)

Por exemplo, a entrada dos trechos C e D coincide com a saída do trecho B, assim como a entrada dos trechos E e F coincide com a saída do trecho D e assim por diante.

| Trecho | Soma dos pesos | Vazão estimada (L/s) | Diâmetro interno (mm) | Velocidade (m/s) | Perda de carga distribuída (kPa/m) | Diferença de cota (m) | Pressão disponível (kPa) | Comprimento da tubulação (m) | | | Perda de carga total (kPa) | Pressão disponível residual (kPa) | Pressão requerida (kPa) |
|--------|----------------|----------------------|-----------------------|------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|------------|-------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| | | | | | | | | Real | Acessórios | Total | | | |
| A | 1,10 | 0,31 | 12,70 | 2,49 | 6,56 | 3,50 | 3,5·10+0 | 3,84 | 2,60 | 6,44 | 42,27 | 35-42,27 | 10,0 |
| B | 0,10 | 0,10 | 12,70 | 0,79 | 0,88 | -1,60 | -7,27-1,6·10 | 1,60 | 14,50 | 16,10 | 14,22 | -23,27-14,2 | 10,0 |
| C | 1,00 | 0,30 | 12,70 | 2,37 | 6,04 | 0,00 | -7,27+0 | 0,72 | 0,70 | 1,42 | 8,57 | -7,27-8,57 | 10,0 |
| D | 0,40 | 0,20 | 12,70 | 1,58 | 2,97 | 0,20 | -15,84+0,2·10 | 0,20 | 3,40 | 3,60 | 10,69 | -13,84-10,7 | 10,0 |
| E | 0,60 | 0,23 | 12,70 | 1,84 | 3,86 | 0,00 | -15,84+0 | 0,22 | 0,70 | 0,92 | 3,55 | -15,84-3,55 | 10,0 |
| F | 0,30 | 0,15 | 12,70 | 1,18 | 1,80 | 0,40 | -19,39+0,4·10 | 0,40 | 3,40 | 3,80 | 6,82 | -15,39-6,82 | 5,0 |
| G | 0,30 | 0,15 | 12,70 | 1,18 | 1,80 | 0,00 | -19,39+0 | 1,08 | 1,80 | 2,88 | 5,17 | -19,39-5,17 | 10,0 |

Feito isso, precisa-se comparar os valores das colunas 13 e 14, lembrando que a pressão disponível residual deve, no mínimo, ser igual à pressão requerida.

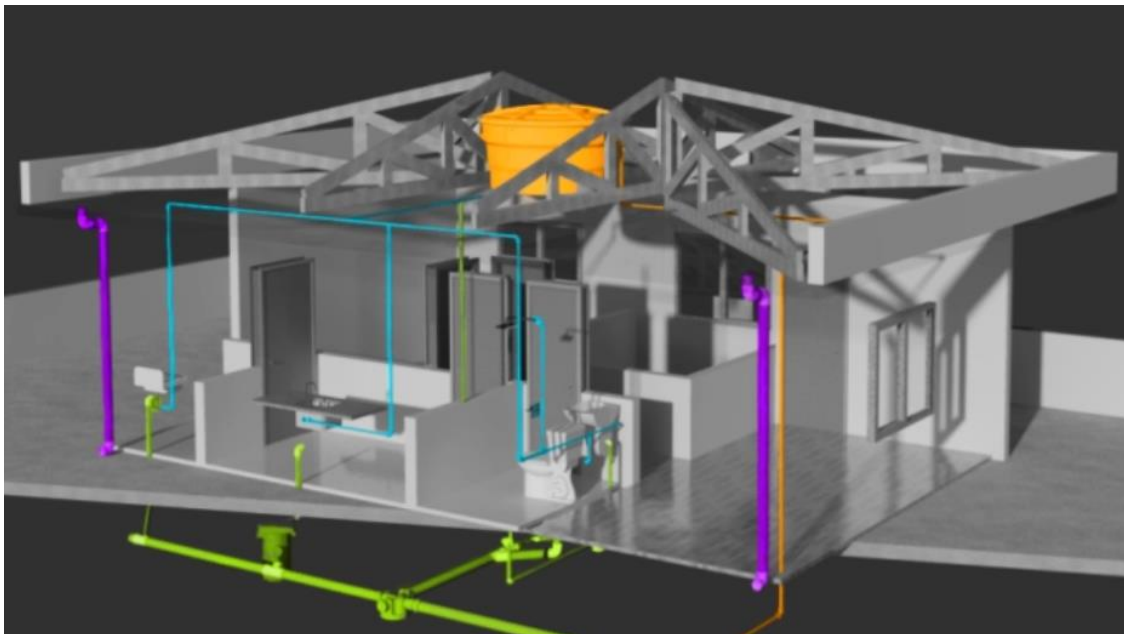
Após analisar, nota-se que o nenhum dos valores de pressão atendem e que o valor crítico está no trecho B, de -37,47 kPa.

Como solução, podemos aumentar a altura da caixa d'água em 4,75 m ou **aumentar o diâmetro da tubulação para 3/4"**, pois assim diminui-se a perda de carga.

Como solução, adota-se o diâmetro de 3/4" e verifica-se o atendimento, seguindo os mesmos passos anteriores.

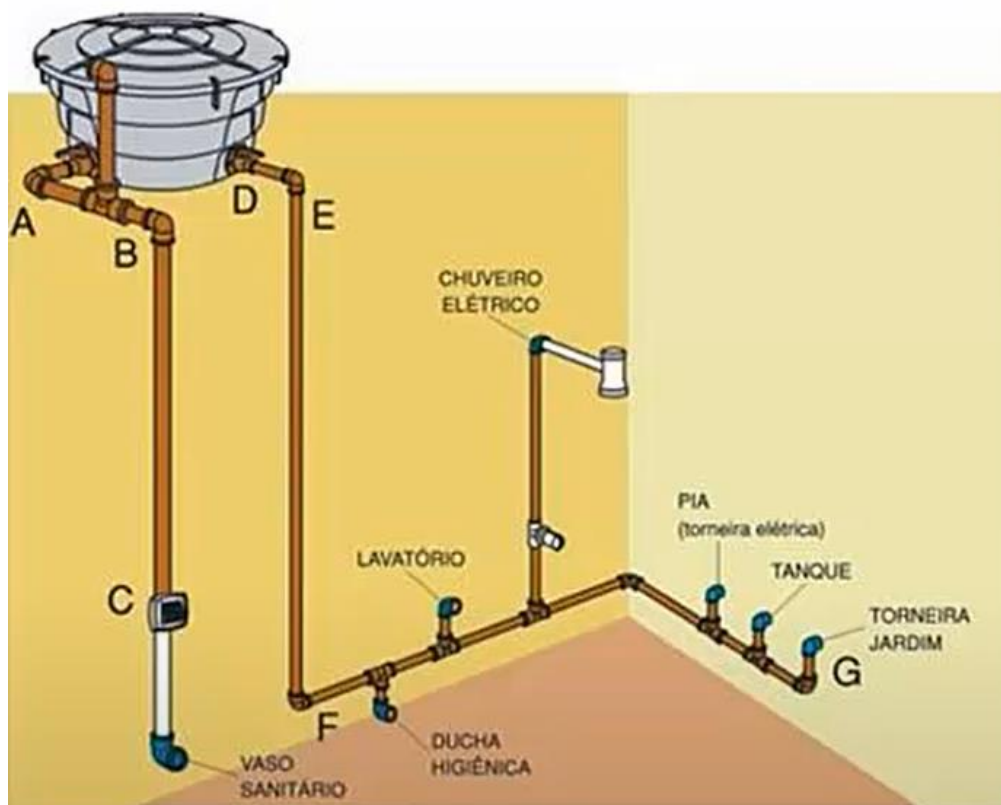
| 1 Trecho | 2 Soma dos pesos | 3 Vazão estimada (l/s) | 4 Diâmetro interno (mm) | 5 Velocidade (m/s) | 6 Perda de carga distribuída (kPa/m) | 7 Diferença de cota (m) | 8 Pressão disponível (kPa) | 9 Comprimento da tubulação (m) | | | 12 Perda de carga total (kPa) | 13 Pressão disponível residual (kPa) | 14 Pressão requerida (kPa) |
|-------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|---|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------|-------|----------------------------------|---|-------------------------------|
| | | | | | | | | Real | Acessórios | Total | | | |
| A | 1,10 | 0,31 | 19,05 | 1,10 | 0,93 | 3,50 | 35,00 | 3,84 | 3,0 | 6,84 | 6,37 | 28,63 | 10,0 |
| B | 0,10 | 0,10 | 19,05 | 0,35 | 0,13 | -1,60 | 12,63 | 1,60 | 15,0 | 16,60 | 2,14 | 10,49 | 10,0 |
| C | 1,00 | 0,30 | 19,05 | 1,05 | 0,88 | 0,00 | 28,63 | 0,72 | 0,8 | 1,52 | 1,34 | 27,29 | 10,0 |
| D | 0,40 | 0,20 | 19,05 | 0,70 | 0,43 | 0,20 | 29,29 | 0,20 | 3,6 | 3,80 | 1,64 | 27,65 | 10,0 |
| E | 0,60 | 0,23 | 19,05 | 0,82 | 0,55 | 0,00 | 27,29 | 0,22 | 0,8 | 1,02 | 0,56 | 26,73 | 10,0 |
| F | 0,30 | 0,15 | 19,05 | 0,53 | 0,26 | 0,40 | 30,73 | 0,40 | 3,6 | 4,00 | 1,05 | 29,68 | 5,0 |
| G | 0,30 | 0,15 | 19,05 | 0,53 | 0,26 | 0,00 | 26,73 | 1,08 | 2,0 | 3,08 | 0,81 | 25,92 | 10,0 |

Por fim, a pressão foi atendida de forma plena e o **resultado do dimensionamento foi um diâmetro de 3/4" (ou 25 mm)** para todo o traçado da instalação de água fria.



UTILIZAÇÃO DE PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO

Dimensionar as tubulações de água fria representadas na imagem abaixo que atende às seguintes peças de utilização.



RESOLUÇÃO:

Um modo expedito de dimensionamento, muito utilizado para edificações unifamiliares, chama-se método do consumo máximo possível. A sistemática de cálculo consta em planilha eletrônica.

Inicia-se quantificando a quantidade de aparelhos à serem dispostos na edificação e obtém-se por meio de tabela a vazão de projeto e o peso relativo, conforme mostrado abaixo:

| TABELA APARELHO SANITÁRIO | | | |
|---------------------------|---|------------------------|---------------|
| N. | Aparelho de Utilização | Vazão de Projeto (l/s) | Peso Relativo |
| 1 | Bacia Sanitária com válvula de descarga | 1.7 | 32.0 |
| 2 | Ducha Higiênica | 0.2 | 0.4 |
| 3 | Lavatório (torneira ou misturador) | 0.3 | 0.3 |
| 4 | Chuveiro Elétrico | 0.1 | 0.1 |
| 5 | Pia (com torneira elétrica) | 0.1 | 0.1 |
| 6 | Tanque | 0.7 | 0.7 |
| 7 | Torneira de Jardim | 0.4 | 0.4 |

| Aparelho sanitário | | Peça de utilização | Vazão de projeto L/s | Peso relativo |
|--|---------------------|---|----------------------------|------------------|
| Bacia sanitária | | Caixa de descarga | 0,15 | 0,3 |
| | | Válvula de descarga | 1,70 | 32,0 |
| Banheira | | Misturador (água fria) | 0,30 | 1,0 |
| Bebedouro | | Registro de pressão | 0,10 | 0,1 |
| Bidê | | Misturador (água fria) | 0,10 | 0,1 |
| Chuveiro ou ducha | | Misturador (água fria) | 0,20 | 0,4 |
| Chuveiro elétrico | | Registro de pressão | 0,10 | 0,1 |
| Lavadora de pratos ou de roupas | | Registro de pressão | 0,30 | 1,0 |
| Lavatório | | Torneira ou misturador (água fria) | 0,15 | 0,3 |
| Mictório cerâmico | com sifão integrado | Válvula de descarga | 0,50 | 2,8 |
| | sem sifão integrado | Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório | 0,15 | 0,3 |
| Mictório tipo calha | | Caixa de descarga ou registro de pressão | 0,15 por metro de calha | 0,3 |
| Pia | | Torneira ou misturador (água fria) | 0,25 | 0,7 |
| | | Torneira elétrica | 0,10 | 0,1 |
| Tanque | | Torneira | 0,25 | 0,7 |
| Torneira de jardim ou lavagem em geral | | Torneira | 0,20 | 0,4 |

Após, observa-se no desenho esquemático acima, a divisão da tubulação em trechos, sendo:

- A-B;
- B-C;
- D-E;
- E-F;
- F-G.

Considera-se os trechos partindo do reservatório superior, ou seja, pelos trechos A-B e D-E.

No trecho A-B, o único equipamento sanitário alimentado é a bacia sanitária, cujo peso relativo é 32 (tabela acima). Encontra-se, pelo ábaco luneta (abaixo) o diâmetro de 40 mm para tubulação soldável ou 1.1/4" para tubulação roscável. Como o trecho A-B e B-C alimentam o mesmo aparelho sanitário (vaso sanitário), a vazão que passa por A-B passará por B-C, logo, o diâmetro será o mesmo.

No trecho D-E, os equipamentos sanitários abastecidos são: ducha higiênica, lavatório, chuveiro elétrico, pia, tanque e torneira de jardim. Considerando o somatório dos pesos relativos, tem-se 2,0. Consultando o ábaco luneta obtém-se o diâmetro de 25 mm para

tubulação soldável e 3/4” para tubulação roscável (valores entre 1,1 a 3,5). Os segmentos E-F e F-G terão o mesmo diâmetro, pois são abastecidos pela mesma canalização.

Sistemática de cálculo pela planilha eletrônica é mostrada à seguir.

| DIMENSIONAMENTO DE COLUNAS E RAMAIS | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|------------------------|---------------|--------------|---------------|------------|------------|
| TABELA APARELHO SANITÁRIO | | | | ÁBACO LUNETA | | | |
| N. | Aparelho de Utilização | Vazão de Projeto (l/s) | Peso Relativo | Trecho | ∑ Peso trecho | Ø SOLDÁVEL | Ø ROSCÁVEL |
| 1 | Bacia Sanitária com válvula de descarga | 1,7 | 32,0 | A-B-C | 32,0 | 40 mm | 1.1/4" |
| 2 | Ducha Higiénica | 0,2 | 0,4 | D-E-F-G | 2,0 | 25 mm | 3/4" |
| 3 | Lavatório (torneira ou misturador) | 0,3 | 0,3 | | | | |
| 4 | Chuveiro Elétrico | 0,1 | 0,1 | | | | |
| 5 | Pia (com torneira elétrica) | 0,1 | 0,1 | | | | |
| 6 | Tanque | 0,7 | 0,7 | | | | |
| 7 | Torneira de Jardim | 0,4 | 0,4 | | | | |

| Aparelho sanitário | | Peça de utilização | Vazão de projeto L/s | Peso relativo |
|--|---------------------|---|-------------------------|---------------|
| Bacia sanitária | | Caixa de descarga | 0,15 | 0,3 |
| | | Válvula de descarga | 1,70 | 32,0 |
| Banheira | | Misturador (água fria) | 0,30 | 1,0 |
| Bebedouro | | Registro de pressão | 0,10 | 0,1 |
| Bidê | | Misturador (água fria) | 0,10 | 0,1 |
| Chuveiro ou ducha | | Misturador (água fria) | 0,20 | 0,4 |
| Chuveiro elétrico | | Registro de pressão | 0,10 | 0,1 |
| Lavadora de pratos ou de roupas | | Registro de pressão | 0,30 | 1,0 |
| Lavatório | | Torneira ou misturador (água fria) | 0,15 | 0,3 |
| Mictório cerâmico | com sifão integrado | Válvula de descarga | 0,50 | 2,8 |
| | sem sifão integrado | Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório | 0,15 | 0,3 |
| Mictório tipo calha | | Caixa de descarga ou registro de pressão | 0,15 por metro de calha | 0,3 |
| Pia | | Torneira ou misturador (água fria) | 0,25 | 0,7 |
| | | Torneira elétrica | 0,10 | 0,1 |
| Tanque | | Torneira | 0,25 | 0,7 |
| Torneira de jardim ou lavagem em geral | | Torneira | 0,20 | 0,4 |

| Ábaco luneta - Água fria | | | | | | |
|--------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------------------|
| 0 | 1,1 | 3,5 | 18 | 44 | 100 | SOMA DOS PESOS |
| | 20 mm | 25 mm | 32 mm | 40 mm | 50 mm | Ø SOLDÁVEL (mm) |
| | 1/2" | 3/4" | 1" | 1.1/4" | 1.1/2" | Ø ROSCÁVEL (pol.) |

Quanto ao dimensionamento dos sub-ramais (trechos de tubulação entre o ramal e o equipamento sanitário de utilização) deve-se verificar o diâmetro mínimo preconizado por norma NBR-5626 (ABNT, 1998), segundo tabela abaixo.

| Aparelho sanitário | Diâmetro | |
|--|--------------|------------------------|
| | Nominal (mm) | Referência (polegadas) |
| Aquecedor de baixa pressão | 20 | ¾ |
| Aquecedor de alta pressão | 15 | ½ |
| Vaso sanitário com caixa de descarga | 15 | ½ |
| Vaso sanitário com válvula de descarga | 50 | 2 |
| Banheira | 15 | ½ |
| Bebedouro | 15 | ½ |
| Bidê | 15 | ½ |
| Chuveiro | 15 | ½ |
| Filtro de pressão | 15 | ½ |
| Lavatório | 15 | ½ |
| Máquina de lavar roupa | 20 | ¾ |
| Máquina de lavar louça | 20 | ¾ |
| Mictório auto-aspirante | 25 | 1 |
| Mictório de descarga descontínua | 15 | ½ |
| Pia de despejo | 20 | ¾ |
| Pia de cozinha | 15 | ½ |
| Tanque de lavar roupa | 20 | ¾ |
| Torneira de jardim | 20 | ¾ |

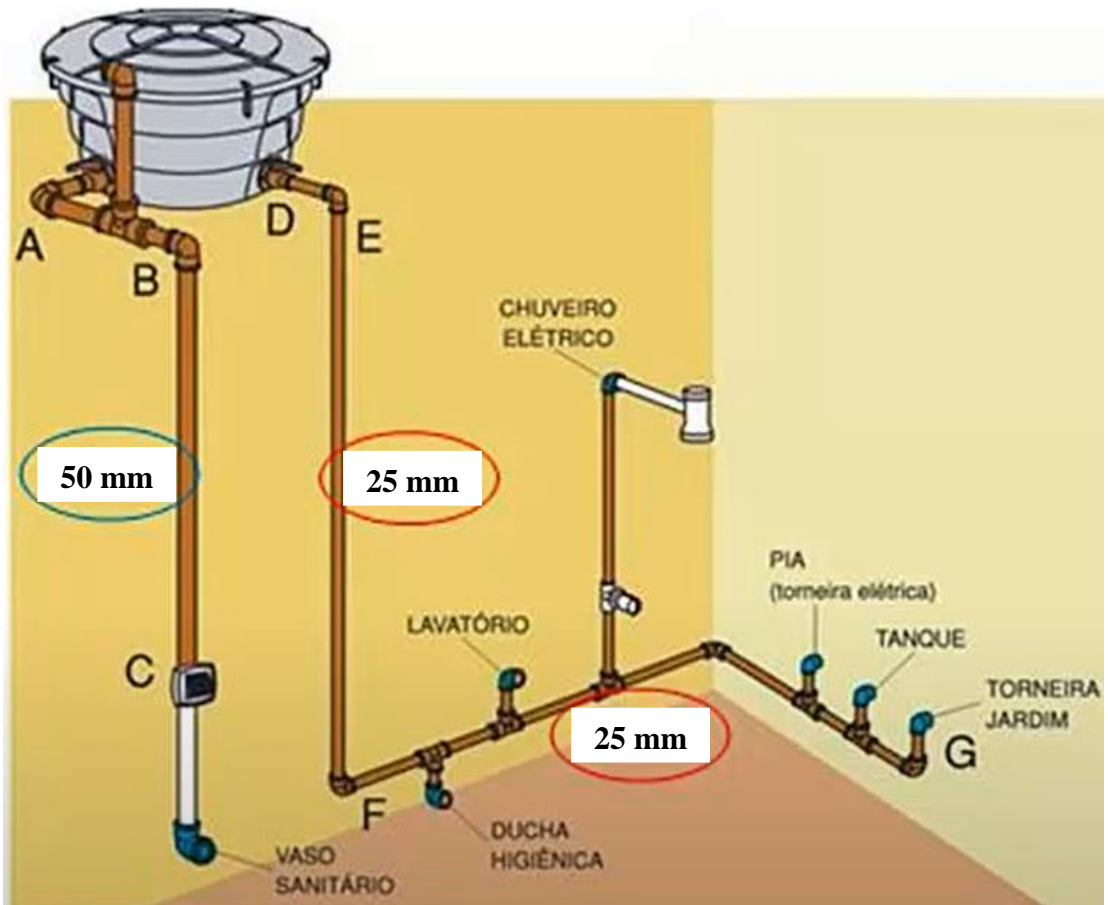
Assim sendo, obtém-se os valores de diâmetros mínimos de cada tubulação de sub-ramais, conforme mostrado abaixo.

| N. | Aparelho de Utilização | Vazão de Projeto (l/s) | Peso Relativo | SUB-RAMAI S | |
|----|---|------------------------|---------------|-------------|------------|
| | | | | Ø SOLDÁVEL | Ø ROSCÁVEL |
| 1 | Bacia Sanitária com válvula de descarga | 1.7 | 32.0 | 50 mm | 2" |
| 2 | Ducha Higiénica | 0.2 | 0.4 | 15 mm | 1/2" |
| 3 | Lavatório (torneira ou misturador) | 0.3 | 0.3 | 15 mm | 1/2" |
| 4 | Chuveiro Elétrico | 0.1 | 0.1 | 15 mm | 1/2" |
| 5 | Pia (com torneira elétrica) | 0.1 | 0.1 | 15 mm | 1/2" |
| 6 | Tanque | 0.7 | 0.7 | 20 mm | 3/4" |
| 7 | Torneira de Jardim | 0.4 | 0.4 | 20 mm | 3/4" |

Como dimensionamento à considerar (projeto), devem-se uniformizar os diâmetros obtidos considerando os ramais principais (equipamentos à serem abastecidos. De tal forma, que o trecho A-B-C que alimentará o vaso sanitário terá 50 mm em tubulação PVC soldável e o restante (trecho D-E-F-G) terá tubulação em PVC soldável de 25 mm.

| N. | Aparelho de Utilização | CÓLUNAS E RAMAI S | | SUB-RAMAI S | | PROJETO | |
|----|---|-------------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|
| | | Trecho | Ø SOLDÁVEL | Ø ROSCÁVEL | Ø SOLDÁVEL | Ø ROSCÁVEL | UNIFORMIZAR |
| 1 | Bacia Sanitária com válvula de descarga | A-B-C | 40 mm | 1.1/4" | 50 mm | 2" | 50 mm |
| 2 | Ducha Higiénica | D-E-F-G | 25 mm | 3/4" | 15 mm | 1/2" | 25 mm |
| 3 | Lavatório (torneira ou misturador) | | | | 15 mm | 1/2" | |
| 4 | Chuveiro Elétrico | | | | 15 mm | 1/2" | |
| 5 | Pia (com torneira elétrica) | | | | 15 mm | 1/2" | |
| 6 | Tanque | | | | 20 mm | 3/4" | |
| 7 | Torneira de Jardim | | | | 20 mm | 3/4" | |
| | | | | | | | |

Mostra-se, de forma esquemática, o dimensionamento realizado.



10 SISTEMA HIDROSSANITÁRIO DE ÁGUA QUENTE

Os sistemas prediais de água quente podem ser classificados em individual, central privado e central coletivo.

- ➔ O sistema individual consiste na alimentação de um único ponto de utilização, sem necessidade de uma rede de água quente:
 - Vantagens: menores custos (não é necessária rede de água quente), facilidade de instalação, ideal em ambientes pequenos e em ambientes localizados afastados das demais dependências do prédio.
 - Desvantagens: risco de choque, vazões limitadas, sendo inadequado seu uso para abastecimento, por exemplo, de banheiras.
- ➔ O sistema central privado consiste, basicamente, de um equipamento responsável pelo aquecimento da água e uma rede de tubulações que distribuem a água aquecida a pontos de utilização que pertencem a uma mesma unidade (ex.: apartamento):
- ➔ O sistema central coletivo, por sua vez, é constituído por um equipamento gerador de água quente e uma rede de tubulações que conduzem a água aquecida até aos pontos de utilização pertencentes a mais de uma unidade (ex.: edifício de apartamentos).

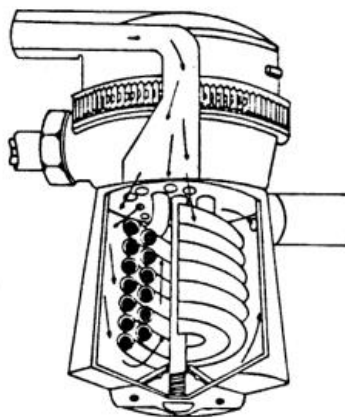
A geração de água quente consiste no processo de transferência de calor a partir de uma fonte energética para obtenção de água a uma dada temperatura, podendo haver reservação do volume a ser aquecido ou não. A transferência de calor pode se realizar de modo direto ou indireto.

Na modalidade de aquecimento direto, a fonte energética atua no reservatório ou serpentina que contém a água cuja temperatura deseja-se elevar, enquanto que no indireto a fonte energética aquece um determinado volume de fluído o qual, por condução, eleva a temperatura da água de consumo.

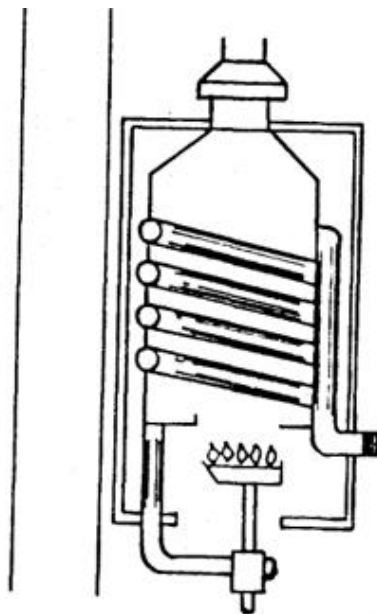
Por outro lado, a distribuição de água quente compreende o conjunto de tubulações que conduzem a água aquecida aos diversos pontos de utilização.

Os energéticos utilizados neste tipo de sistema são essencialmente o gás combustível e a eletricidade.

No caso de **aquecedores individuais a eletricidade** tem-se uma resistência que é ligada automaticamente pelo próprio fluxo de água, conforme figura abaixo.



Por sua vez, os **aquecedores individuais a gás** combustível possuem um queimador que é acionado por uma chama piloto, quando da passagem do fluxo de água, sendo que o ar ambiente é utilizado como comburente. Estes equipamentos podem ser classificados, quanto ao comburente utilizado, em aquecedores de fluxo balanceado (*Balanced Flue*) e aquecedores com consumo de ar interno ao ambiente.



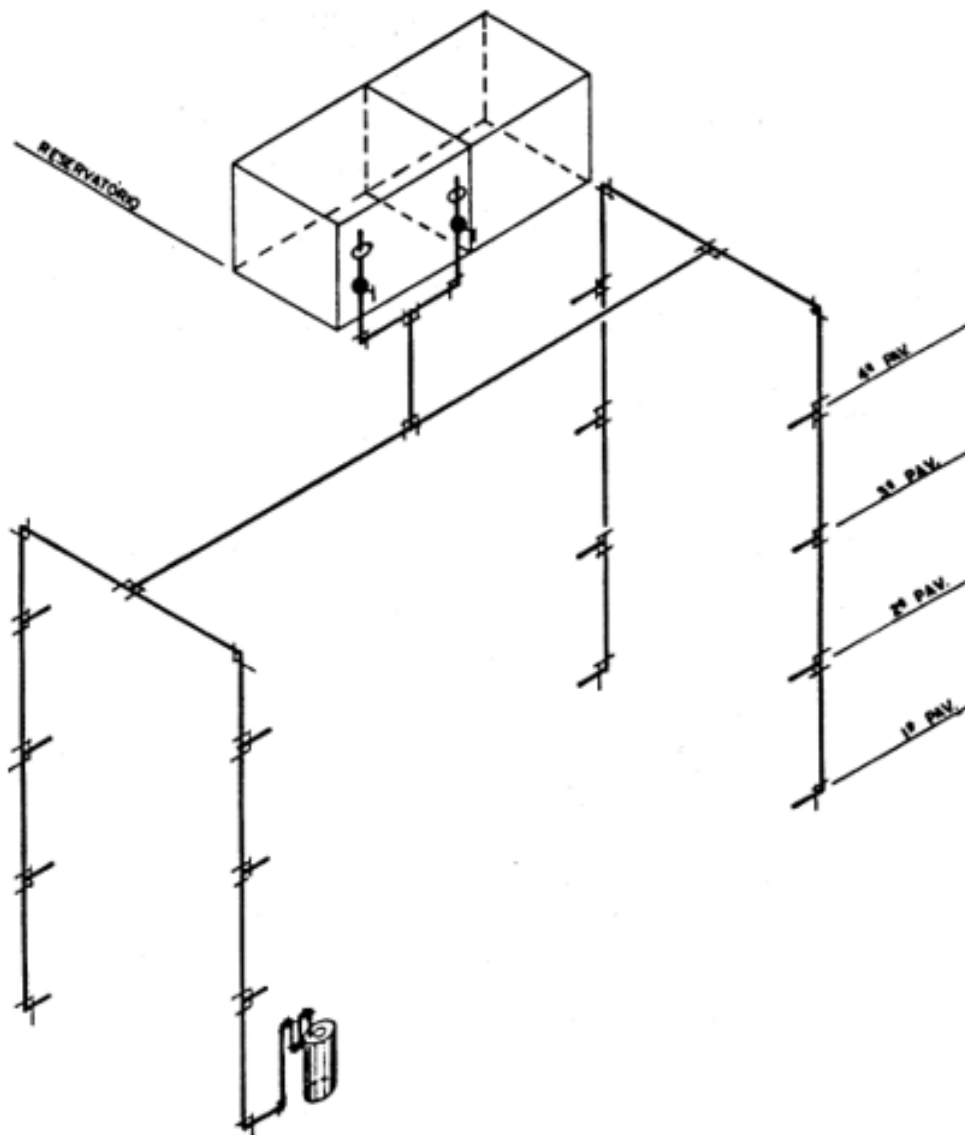
A alimentação de água fria, tanto para o aquecedor a gás como para o que utiliza eletricidade, no caso do sistema individual, é feita juntamente com os demais aparelhos, não necessitando de uma coluna individual.

No caso de aquecedores a gás com consumo de ar interno em relação ao ambiente de instalação, deve ser previsto um dispositivo para exaustão dos gases provenientes da combustão.

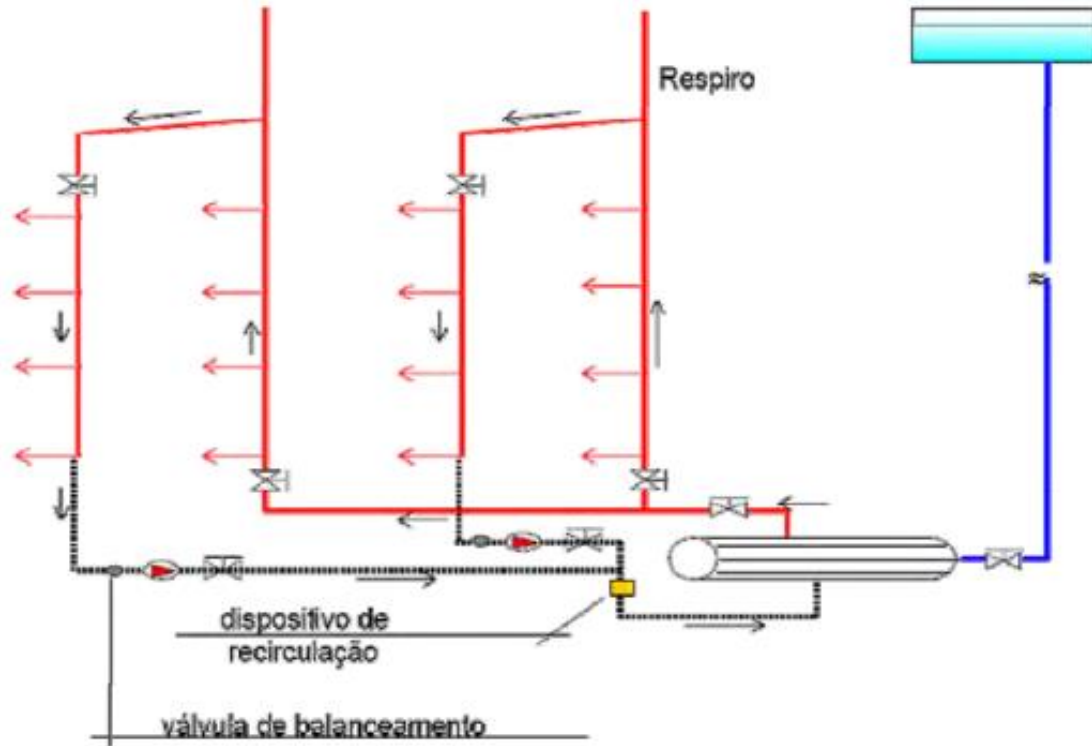
O abastecimento de água fria para o aquecedor deve ser feito através de uma coluna exclusiva, independentemente das demais do edifício, conforme demonstrado pela figura abaixo.

A entrada da água fria deve ser feita em uma cota superior ao aquecedor o que, associado a uma ventilação permanente (respiro ou ventosa) evita o esvaziamento do mesmo em caso de falta d'água no reservatório ou no caso de manutenção dos aquecedores.

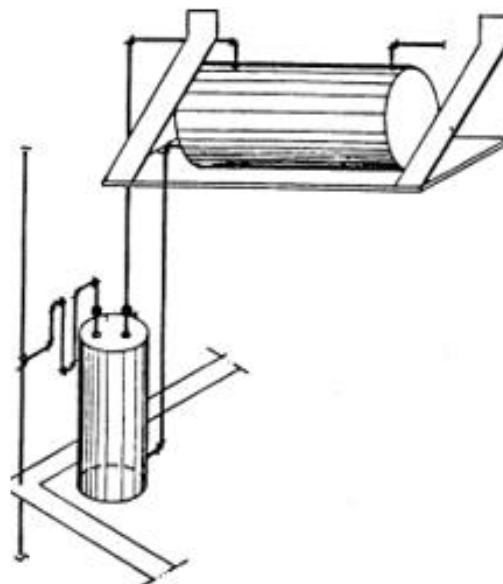
Deve ser previsto um dispositivo que evite o retorno da água do interior do aquecedor em direção à coluna, evitando assim maiores perdas de energia; atualmente, um recurso muito utilizado é o sifão térmico, o qual reduz as perdas, não as eliminando de todo, contudo. É necessário ainda, prever um dispositivo de exaustão dos gases nos aquecedores.



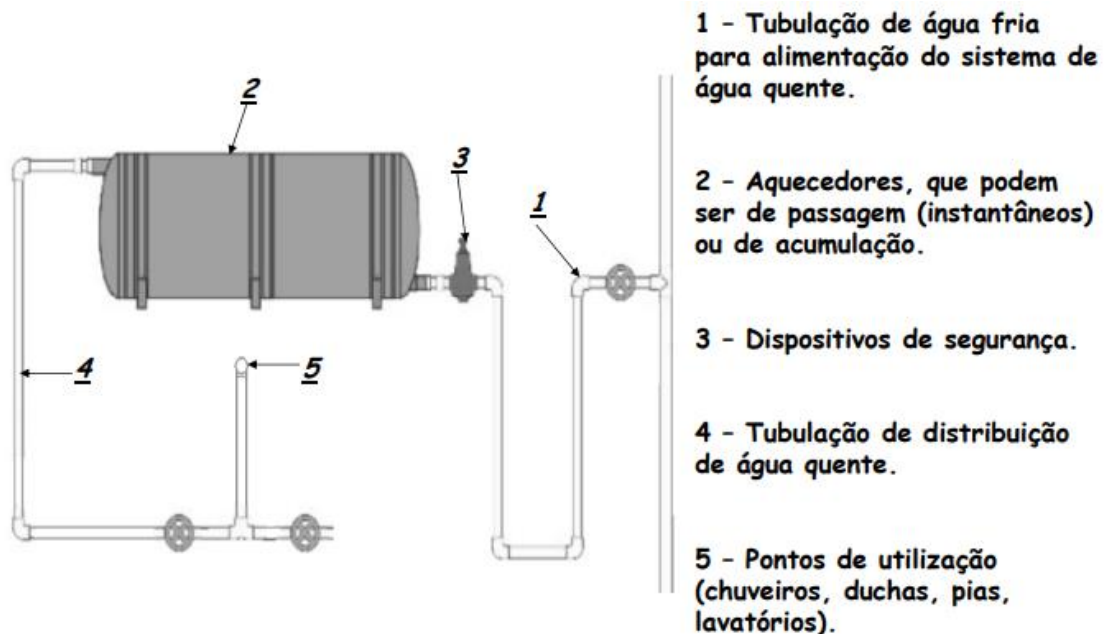
Mostra-se, por meio da figura abaixo, sistema central coletivo de água quente com distribuição mista com recirculação. Nota-se que a água quente que entra no sistema tem possibilidade de retorno ao aquecedor para utilização em conjunta.



Por fim, a central de aquecimento, no caso de aquecedor de acumulação, pode ser constituída por um bloco único ou então ter o gerador separado do reservatório, quando houver maior flexibilidade quanto à localização dos equipamentos. Um esquema deste tipo é mostrado na figura abaixo.



Mostra-se, pela figura abaixo, desenho esquemático de instalação predial de água quente.



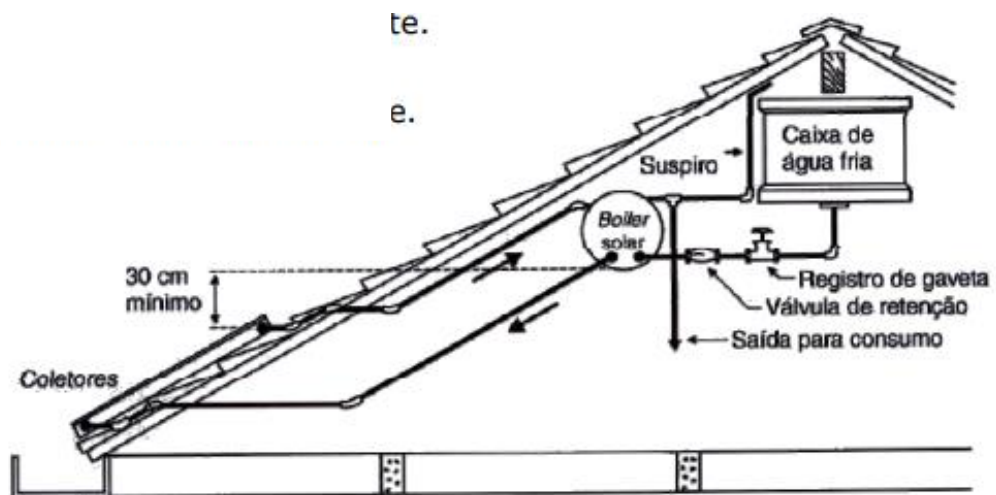
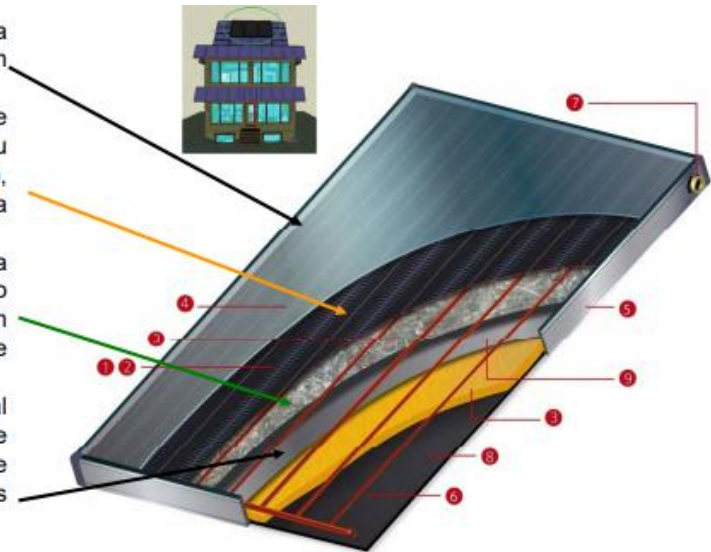
Com relação aos sistemas convencionais de água quente assistidos por **coletores solar**, a implantação deste sistema de aquecimento exige altos investimentos iniciais (comparativamente a outros sistemas), fato que se constitui no principal obstáculo para a difusão do seu emprego por parte dos usuários. Contudo, qualquer análise em longo prazo demonstra a viabilidade econômica deste sistema. Os coletores (painéis ou captadores) solares, dispositivos através dos quais a radiação solar é captada, convertida em calor e transferida para um fluido circulante, tal como a água, constituem o elemento vital do sistema de aquecimento solar. Composição da placa fotovoltaica é mostrada na figura abaixo; bem como, desenho esquemático de instalação na figura à seguir.

Cobertura transparente, constituída da uma ou mais placas, em geral, de vidro plano;

Placa absorvedora, normalmente metálica e pintada de preto fosco (ou de material seletivo de radiação), apresentando, em geral, uma grelha de tubos de cobre;

Isolamento térmico, comumente uma camada de lã de vidro colocada no fundo e nas laterais do coletor, a fim de reduzir ao máximo as perdas de calor;

Caixa do coletor, elemento estrutural freqüentemente de chapas/perfis de alumínio, com função de abrigar e proteger os componentes internos contra as intempéries.



Para a definição do sistema devem ser considerados principalmente os seguintes fatores, segundo a NBR-7198 (ABNT, 1993):

- tipo e finalidade das edificações;
- tipo de projeto concebido;
- nível de conforto desejado;
- consumo provável de água quente;
- custo;
- energia consumida.

O projeto dos sistemas prediais de água quente deve ser projetado de forma a garantir que a água chegue em todos os pontos de consumo, sempre que necessário na temperatura, quantidade e qualidade adequadas ao uso.

Temperatura de fornecimento da água – uso a que se destina:

- banho ou higiene: 35 a 50 C; °

- lavagem de utensílios com gordura: 60 a 70°C;
- lavanderias: 75 a 85°C;
- hospitais: 100°C ou mais

Conforme a NBR-7198/93, a instalação de misturadores é obrigatória se houver possibilidade de a água fornecida ao ponto de utilização para uso humano ultrapassar 40°C.

Os métodos de dimensionamento dos equipamentos geradores de água quente constantes dos documentos técnicos normativos não incorporam, na sua essência, conceitos e procedimentos modernos, baseados no perfil de consumo da edificação, levando, muitas vezes, a resultados grosseiros (superdimensionamento), que não permitem ao projetista precisar a grandeza do erro cometido na suposição de um regime de funcionamento e da magnitude das vazões de pico.

O superdimensionamento dos geradores de água quente se traduz, na prática, em equipamentos cuja operação é ineficiente e com alto custo de implantação para a usuário, além de introduzir indesejáveis picas de demanda nos sistemas de energia.

O consumo diário de água quente, é estimado, tendo em vista o tipo de edificação, pela equação:

$$C_D = C_{AQ} * P$$

Onde:

C_d; consumo diário de água quente, total (l/dia);

C_{aq}; consumo diário de água quente per capita (/dia);

P: população da edificação (pessoas).

Apresentam-se os valores de consumo diário (litros por dia) de água quente conforme norma técnica.

| EDIFICAÇÃO | CONSUMO DIÁRIO |
|------------------------------------|-------------------------|
| alojamento provisório | 24 per capita |
| apartamento | 60 per capita |
| casa popular ou rural | 36 per capita |
| escola (internato) | 45 per capita |
| hospital | 125 por leito |
| hotel (s/ cozinha e s/ lavanderia) | 36 por hóspede |
| lavanderia | 15 por Kg de roupa seca |
| quartel | 45 per capita |
| residência | 45 per capita |
| restaurante e similares | 12 por refeição |

Na tabela abaixo são apresentados alguns índices para a determinação da população em edifícios para diferentes fins.

| EDIFÍCIO | POPULAÇÃO (P) |
|------------------------|--|
| escritório | 1 pessoa/3m ² |
| loja | 1 pessoa/3m ² |
| hotel | 1 pessoa/15m ² |
| hospital | 1 pessoa/15m ² |
| apartamento/residência | P = 2 * N _{DS} + N _{DE} (**) ou 5 pessoas/unid. |

(**) N_{DS} = número de dormitórios sociais
N_{DE} = número de dormitórios de serviço

.Para dimensionamento da geração de água quente ou reservação, utiliza-se a relação entre a temperatura da água quente, fria e mista e respectivos volumes.

$$V_{AQ} \cdot t_{AQ} + V_{AF} \cdot t_{AF} = (V_{MIST}) \cdot t_{MIST}$$

Onde:

t_{AQ} é a temperatura da água quente (no aquecedor - 70°C);
V_{AQ} é o volume / vazão de água quente - consumo diário a 70°C (incógnita);

t_{AF} é a temperatura da água fria (no inverno) 15°C;

V_{AF} é o volume / vazão de água fria;

t_{mist} é a temperatura da água morna (43°C);

V_{mist} é o volume / vazão de água morna utilizada (consumo diário).

Pode-se, então, para uma situação usual:

$$V_{AF} = V_{MIST} - V_{AQ}; \quad t_{MIST} = 43^\circ C, \quad t_{AF} = 15^\circ C \quad \text{e} \quad t_{AQ} = 70^\circ C$$

$$\text{Então:} \quad 70 \cdot V_{AQ} + 15(V_{MIST} - V_{AQ}) = 43 \cdot V_{MIST}$$

$$\text{ou:} \quad 70 \cdot V_{AQ} = 0,51 V_{MIST}$$

Neste caso, tem-se a mesma situação do sistema predial de água fria, apenas levando-se em conta que, em termos de sistemas prediais de água quente, importa não somente a vazão unitária, mas também a temperatura de utilização, uma vez que:

$$q_{AF} \cdot t_{AF} + q_{AQ} \cdot t_{AQ} = q_{mist} \cdot t_{mist}$$

Como $q_{mist} = q_{AF} + q_{AQ}$, tem-se que

$$q_{AQ} = q_{mist} \left\{ (t_{mist} - t_{AF}) / (t_{AQ} \cdot t_{AF}) \right\}$$

Valem aqui as mesmas considerações feitas para o sistema predial de água fria, ou seja, dimensiona-se como escoamento permanente em conduto forçado, sendo determinados, então, para cada trecho: vazão, velocidade, pressão e perda de carga. alor limite, recomendado pela NBR: $V = 3 \text{ m/s}$.

Em termos de pressão, a NBR-7198 recomenda os valores máximos e mínimos da pressão em qualquer ponto da rede:

- pressão estática máxima: 400 kPa (40mca);
- pressão mínima de serviço:
 - torneiras - 0,50 m.c.a.;
 - chuveiros - 1,00 m.c.a.

Com relação à perda de carga, utiliza-se a mesma metodologia empregada para o sistema predial de água fria. Bem como, no cálculo das vazões, ramais, colunas, barriletes e verificação das pressões mínimas.

EXEMPLO DE MEMORIAL DESCRITIVO DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PREDIAL

O projeto dos sistemas hidráulicos, foi desenvolvido de modo a satisfazer as prescrições das Normas Brasileiras da ABNT e a atender as exigências das Companhias Concessionárias que tem jurisdição sobre o local em que serão executados os sistemas.

Os sistemas foram concebidos visando à obtenção de soluções simples e voltados para uma economia efetiva de água potável, dentro do que recomenda a boa técnica, sem descuidar dos princípios de segurança e conforto dos usuários.

SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA

O projeto do sistema predial de água fria foi elaborado de modo a garantir o fornecimento de água fria, de forma contínua, em quantidade suficiente, mantendo a qualidade da água potável, com pressões e velocidades adequadas ao perfeito funcionamento das peças de utilização e do sistema de tubulações, preservando ao máximo o conforto dos usuários, incluindo a limitação dos níveis de ruído.

A população e o consumo per capita utilizado no sistema de água fria, foram estimados tendo em vista a finalidade da edificação, as características dos usuários, os

serviços, atividades oferecidas e o nível de atendimento requerido do sistema hidráulico, como mostra a tabela abaixo.

| | População (pessoas) | Consumo per capita (L/dia) |
|-------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Residencial | 108 | 200 |
| | Número de vagas | Consumo por vaga |
| Garagem | 27 | 50 |

O abastecimento do prédio será realizado por um hidrômetro, junto ao alinhamento, com dimensões e padrões conforme dimensionamento da concessionária de água e esgoto (CORSAN). A partir do hidrômetro residencial haverá uma tubulação, em PVC marrom, para abastecer o reservatório inferior, localizado no andar térreo.

Para o sistema de água fria residencial foi adotado o sistema indireto com reservatório inferior e superior e estação elevatória. O volume reservado corresponde a 60% do consumo diário e ficará armazenado em dois reservatórios inferiores cilíndricos de fibra, localizados no pavimento térreo.

Os dois reservatórios inferiores possuem um volume total de 14 m³. Os reservatórios inferiores iram possuir:

- ➔ uma tubulação de entrada, em PVC marrom, provida de válvula bóia e registro de gaveta bruto.
- ➔ uma tubulação de extravasão, em PVC marrom, de passagem livre, em nível imediatamente superior ao de fechamento da válvula boia, interligado com a tubulação de limpeza, em PVC marrom, provida de registro de gaveta bruto, que despejarão a água no sistema de água pluvial.

Também, em nível imediatamente superior ao de fechamento da válvula boia, haverá uma tubulação de aviso, que despejará a água em local visível.

Os adaptadores para os reservatórios serão no mesmo material da tubulação.

A localização do reservatório foi estabelecida em função das condições impostas pelo projeto arquitetônico e de funcionamento do edifício, e teve como diretivas o aspecto estrutural e as características funcionais, a saber: espaço, iluminação, ventilação, proteção sanitária e facilidade de operação e manutenção.

Do reservatório inferior a água será recalçada por meio de bombas centrífugas, com funcionamento afogado, de funcionamento alternado, com acionamento automático a partir de chave boia instalado no reservatório superior e inferior. Estas bombas têm a seguinte especificação:

- vazão: 3,83 m³/h;
- altura manométrica: 36,84 m.c.a.

A tubulação de sucção para as bombas, em PVC com diâmetro nominal de 40 mm, será provida de registro de gaveta bruto e um crivo, colocado dentro reservatório inferior. A água será recalçada, em tubulação de PVC, de diâmetro de 32 mm.

O volume reservado corresponde a 40% do consumo diário e ficará armazenado em dois reservatórios superiores cilíndricos de fibra, localizados acima do depósito no último pavimento.

Os reservatórios superiores possuem capacidade total de 20 m³ de água, sendo que 9,18 m³ se destinam ao consumo e 9,6 m³ são da reserva de incêndio.

O reservatório superior possuirá:

- uma tubulação de entrada, em PVC, a partir da tubulação de recalque, provida de registro de gaveta bruto;
- uma tubulação de extravasão, em PVC marrom, de passagem livre, em nível imediatamente superior ao de fechamento da válvula boia, interligado com a tubulação de limpeza, em PVC marrom, provida de registro de gaveta bruto, que despejará a água no telhado do prédio.

Também, em nível imediatamente superior ao de fechamento da válvula boia, haverá uma tubulação de aviso, que despejará a água em local visível.

Os adaptadores para os reservatórios serão no mesmo material da tubulação: uma tubulação para o barrilete de distribuição, em PVC marrom, provida de registro de gaveta bruto, estendida acima do nível da reserva de incêndio.

O sistema de distribuição da água será do tipo individualizado realizado por gravidade através de um barrilete e coluna de distribuição, que alimentarão os hidrômetros individuais colocados no hall de entrada de cada um dos pavimentos.

Os hidrômetros serão de 3/4". Após o hidrômetro haverá um pressurizador para cada aquecedor. Os pressurizadores possuirão a seguinte especificação:

- pressão máxima: 15 m.c.a.

As colunas de distribuição a partir do reservatório superior, em PVC marrom, possuirão um registro de gaveta bruto junto ao barrilete, de forma a permitir a sua manutenção isoladamente.

Tendo em vista a conveniência, sob o aspecto econômico, todo o sistema predial de água fria foi dimensionada como conduto forçado, ficando perfeitamente caracterizado para cada trecho os quatro parâmetros hidráulicos do escoamento, a saber: vazão, velocidade, perda de carga e pressão dinâmica atuante. A rede foi projetada de modo que as pressões estáticas ou dinâmicas em qualquer ponto não sejam inferiores a 5 kPa (0.5 m.c.a.) e nem superiores a 400 kPa (40 m.c.a.), a velocidade em qualquer trecho não ultrapasse a 3.0 m/s.

O dimensionamento do barrilete e das colunas foi feito com base no método dos pesos, previsto na Norma NBR-5626 (ABNT, 1993), de modo a garantir pressões dinâmicas adequadas nos pontos mais desfavoráveis da rede de distribuição e evitar que os pontos críticos das colunas possam operar com pressões negativas em seu interior.

Os ramais foram dimensionados levando-se em conta a condição de simultaneidade de uso dos diversos aparelhos sanitários. A determinação das vazões de projeto nos ramais foi feita por uma avaliação criteriosa, com relação as várias combinações de aparelhos sanitários que poderão estar em uso simultâneo, a jusante do trecho a ser dimensionado, considerando-se como vazão de projeto aquela correspondente a combinações cuja soma das vazões dos aparelhos envolvidos, seja máxima.

O projeto do sistema predial de água quente foi elaborado de modo a garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade suficiente e com temperatura adequada, mantendo sua qualidade, com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento das peças de utilização e do sistema de tubulações, preservando o máximo conforto ao usuário, incluindo-se a limitação dos níveis de ruído.

A geração de água quente será feita por meio de um sistema central privado, com a utilização de aquecedores de passagem a gás GLP para a parte residencial. As capacidades dos aquecedores podem ser vistas na tabela abaixo.

| | Capacidade de aquecedor | Pressão mínima na entrada de água fria (mc.a) |
|---------------------------|--------------------------------|--|
| Apartamentos residenciais | 39 L/min | 10 |

SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA

Tendo em vista a conveniência, sob o aspecto econômico, todo o sistema predial de água quente foi dimensionado como conduto forçado, ficando perfeitamente caracterizado para cada trecho os quatro parâmetros hidráulicos do escoamento, a saber: vazão, velocidade, perda de carga e pressão dinâmica atuante.

A rede foi projetada de modo que as pressões estáticas ou dinâmicas em qualquer ponto não sejam inferiores a 5 kPa (0.5 m.c.a.) e nem superiores a 400 kPa (40 m.c.a.), a velocidade em qualquer trecho não ultrapasse a 3.0 m/s.

O consumo de água quente de cada uma das edificações foi calculado procurando-se um compromisso econômico entre as vazões exigidas pelos usuários e a capacidade de geração do sistema. No entanto a determinação de sua capacidade foi realizada de forma a proporcionar uma vazão capaz de permitir o uso simultâneo de três pontos de consumo (dois chuveiros e uma pia de cozinha) com água quente em quantidade e temperatura adequada nos horários de uso congestionado. Os ramais de água quente foram concebidos evitando-se altos ou baixos, o que poderia causar a redução da área útil de escoamento por segregação de bolhas de ar intensificada por ação da temperatura elevada.

A determinação das vazões de projeto nos ramais foi feita após avaliação criteriosa, com relação as várias combinações de aparelhos sanitários que poderão estar em uso simultâneo, a jusante do trecho a ser dimensionado, considerando-se como vazões de projeto aquela correspondente a combinação, cuja soma das vazões dos aparelhos envolvidos seja máxima.

ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS HIDROSSANITÁRIOS

Os materiais deverão obedecer, em suas características, as especificações a seguir, ficando em qualquer caso o produto sujeito ao atendimento das seguintes imposições.

Com relação ao sistema de água fria, no que diz respeito aos tubos e conexões de PVC, para uso no barrilete, colunas, ramais e sub-ramais, deverão ser em PVC rígido soldável marrom, em conformidade com a Norma NBR-5648 (ABNT, 1999).

Os registros de gaveta, pressão e válvulas de retenção deverão ser fabricados com corpo em liga de bronze conforme NBR-6314 (ABNT, 1982), seguindo a NBR-10072 (ABNT, 1998) e a NBR-10071 (ABNT, 1994), com acabamento bruto para o barrilete e casa de máquinas e em acabamento liso para as peças nos ambientes sanitários

Com relação ao sistema de água quente, no que diz respeito aos tubos e conexões de CPVC, o uso nos ramais e sub-ramais; bem como, registros de gaveta, pressão e válvulas de retenção deverão ser em composto de policloreto de vinila clorado CPVC seguindo a NBR 15884 (ABNT, 2011).

EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO DE ÁGUA QUENTE

Em países frios, o consumo de água quente chega a representar 1/3 do consumo total de água. Em países quentes como o Brasil, esses valores são menores conforme a norma técnica

Pode-se utilizar os valores da tabela abaixo para fazer uma estimativa de consumo de água quente e a partir desses valores dimensionar o aquecedor e o reservatório de acumulação de água quente.

| LOCAL | CONSUMO DE ÁGUA QUENTE (litros/dia) |
|--|-------------------------------------|
| Alojamento provisório de obra | 24 litros por pessoa |
| Casa popular ou rural | 36 litros por pessoa |
| Residência | 45 litros por pessoa |
| Apartamento | 60 litros por pessoa |
| Quartel | 45 litros por pessoa |
| Escola (internato) | 45 litros por pessoa |
| Hotel (sem incluir cozinha e lavanderia) | 36 litros por hóspede |
| Hospital | 125 litros por leito |
| Restaurantes e similares | 12 litros por refeição |
| Lavanderia | 15 litros por kg de roupa seca |

Utiliza-se o mesmo critério da água fria. Cada peça de utilização tem o seu peso e a sua vazão característica:

| aparelho | vazão Q (l/s) | peso relativo (P) |
|----------------|---------------|-------------------|
| Chuveiro | 0,20 | 0,40 |
| Lavatório | 0,15 | 0,30 |
| Banheira | 0,30 | 1,0 |
| Bidê | 0,10 | 0,1 |
| Pia de cozinha | 0,25 | 0,7 |

A partir da somatória de pesos, pode-se usar (da mesma forma que para a água fria) o ábaco luneta para dimensionamento da tubulação em CPVC.

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|--------|--------|-----|-------------------|
| 0 | 1,1 | 3,5 | 18 | 44 | 100 | SOMA DOS PESOS |
| 20 mm | 25 mm | 32 mm | 40 mm | 50 mm | | Ø SOLDÁVEL (mm) |
| 1/2" | 3/4" | 1" | 1.1/4" | 1.1/2" | | Ø ROSCÁVEL (pol.) |

Quanto ao dimensionamento dos sub-ramais (trechos de tubulação entre o ramal e o equipamento sanitário de utilização) deve-se verificar o diâmetro mínimo preconizado por norma NBR-5626 (ABNT, 1998), segundo tabela abaixo.

| Aparelho sanitário | Diâmetro | |
|--|--------------|------------------------|
| | Nominal (mm) | Referência (polegadas) |
| Aquecedor de baixa pressão | 20 | ¾ |
| Aquecedor de alta pressão | 15 | ½ |
| Vaso sanitário com caixa de descarga | 15 | ½ |
| Vaso sanitário com válvula de descarga | 50 | 2 |
| Banheira | 15 | ½ |
| Bebedouro | 15 | ½ |
| Bidê | 15 | ½ |
| Chuveiro | 15 | ½ |
| Filtro de pressão | 15 | ½ |
| Lavatório | 15 | ½ |
| Máquina de lavar roupa | 20 | ¾ |
| Máquina de lavar louça | 20 | ¾ |
| Mictório auto-aspirante | 25 | 1 |
| Mictório de descarga descontínua | 15 | ½ |
| Pia de despejo | 20 | ¾ |
| Pia de cozinha | 15 | ½ |
| Tanque de lavar roupa | 20 | ¾ |
| Torneira de jardim | 20 | ¾ |

Assim sendo, obtém-se os valores de diâmetros mínimos de cada tubulação de sub-ramais, conforme mostrado abaixo.

| TABELA APARELHO SANITÁRIO | | | | SUB-RAMAIS | |
|---------------------------|---|------------------------|---------------|------------------------|------------|
| TABELA APARELHO SANITÁRIO | | | | TABELA DIÂMETRO MÍNIMO | |
| N. | Aparelho de Utilização | Vazão de Projeto (l/s) | Peso Relativo | Ø SOLDÁVEL | Ø ROSCÁVEL |
| 1 | Bacia Sanitária com válvula de descarga | 1.7 | 32.0 | 50 mm | 2" |
| 2 | Ducha Higiênica | 0.2 | 0.4 | 15 mm | 1/2" |
| 3 | Lavatório (tomeira ou misturador) | 0.3 | 0.3 | 15 mm | 1/2" |
| 4 | Chuveiro Elétrico | 0.1 | 0.1 | 15 mm | 1/2" |
| 5 | Pia (com tomeira elétrica) | 0.1 | 0.1 | 15 mm | 1/2" |
| 6 | Tanque | 0.7 | 0.7 | 20 mm | 3/4" |
| 7 | Torneira de Jardim | 0.4 | 0.4 | 20 mm | 3/4" |

Entretanto, devem ser uniformizados os diâmetros, ou seja, como dimensionamento final (similar ao Guia de Estudos 9):

| COLUNAS E RAMAIS | | | SUB-RAMAIS | | PROJETO | |
|------------------|---|---------|------------|------------|-------------|------------|
| N. | Aparelho de Utilização | Trecho | SUB-RAMAIS | | UNIFORMIZAR | |
| | | | Ø SOLDÁVEL | Ø ROSCÁVEL | Ø SOLDÁVEL | Ø ROSCÁVEL |
| 1 | Bacia Sanitária com válvula de descarga | A-B-C | 40 mm | 1.1/4" | 50 mm | 2" |
| 2 | Ducha Higiênica | D-E-F-G | 25 mm | 3/4" | 15 mm | 1/2" |
| 3 | Lavatório (tomeira ou misturador) | | | | 15 mm | 1/2" |
| 4 | Chuveiro Elétrico | | | | 15 mm | 1/2" |
| 5 | Pia (com tomeira elétrica) | | | | 15 mm | 1/2" |
| 6 | Tanque | | | | 20 mm | 3/4" |
| 7 | Torneira de Jardim | | | | 20 mm | 3/4" |
| | | | | | 25 mm | 3/4" |

Para dimensionamento do aquecedor de acumulação, considera-se que a água em um aquecedor elétrico atinge 70°C, porém a água não é utilizada nessa temperatura. Temos que misturar a água quente com a água fria (em temperatura ambiente) e chegar a uma temperatura de utilização próxima a 38°C em um banho.

A tabela abaixo mostra as quantidades de água necessárias para se realizar essa mistura.

| Usos | Consumo diário aproximado de água quente em litros | Temperatura da mistura | Quantidade aproximada em litros para a mistura | |
|------------------------|--|------------------------|--|------------|
| | | | quente 70 oC | fria 17 oC |
| Chuveiro | 30 | 38 oC | 12 | 18 |
| lavagem de mãos, rosto | 10 | 38 oC | 4 | 6 |
| lavagem | 20 | 52 oC | 13 | 7 |
| TOTAIS | 60 | 42.6 oC | 29 | 31 |

Podemos calcular os volumes de água fria ou água quente na mistura, aplicando uma equação da termodinâmica que diz:

$$V_m \times T_m = V_f \times T_f + V_q \times T_q$$

E

$$V_m = V_f + V_q$$

Onde:

V_m: volume da mistura;

V_f : volume água fria;

V_q: volume água quente;

T_m: temperatura mistura

T_f: temperatura água quente

T_q: temperatura água quente

Para **dimensionamento do aquecedor elétrico de acumulação**, considera-se o consumo diário de água quente da edificação e a relação com a capacidade do aquecedor (litros).

RESOLUÇÃO:

Se considerarmos, para o caso do Guia de Estudos 9, uma residência unifamiliar composta por 5 pessoas, temos consumo estimado por pessoa de 45 litros/dia/ de água quente;

ou seja, é necessário um aquecedor de acumulação de 225 litros. Assim sendo, pela tabela abaixo, dimensiona-se.

| Consumo diário de água a 70 oC | Capacidade do Aquecedor (litros) |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 60 | 50 |
| 95 | 75 |
| 130 | 100 |
| 200 | 150 |
| 260 | 200 |
| 330 | 250 |
| 430 | 300 |
| 570 | 400 |
| 700 | 500 |

Neste caso, considera-se aquecedor elétrico de acumulação com capacidade de 150 litros, conforme mostrado abaixo (R\$ 3.848,00)



Para dimensionamento do **Aquecedor a Gás de Passagem**, há variação de acordo a vazão nominal de água. Os modelos de aquecedores Bosh/Junkers por exemplo possuem vazões nominais que variam de 7,5 litros por minuto (modelo wb150) a 23 litros por minuto (modelo wr 500 kme)

Um modelo de 7,5 litros por minutos consegue atender somente um ponto de consumo por vez. Uma ducha de 7,5 l/min ou um lavatório de 4,0 l/min. Não pode atender os 2 pontos simultaneamente.

Já o modelo de 23 litros por minutos consegue atender até 3 duchas de 7,5 l/min simultaneamente (22,5 l/min) ou 2 duchas (15 l/min) mais 2 lavatórios (8 l/min), ou seja 4 pontos simultaneamente.

Portanto, para dimensionar o equipamento de forma adequada, precisamos analisar a simultaneidade de uso dos pontos de consumo.

Cuidado também na hora de especificar a ducha dos banheiros. De nada adianta dimensionar um aquecedor de 23 l/min para 3 banheiros se você especificar uma ducha de 12 litros por minuto. Aí seria necessário um aquecedor de 36 l/min para uso dos 3 banheiros simultaneamente.

RESOLUÇÃO:

Se considerarmos, para o caso do Guia de Estudos 9, uma residência unifamiliar composta por 5 pessoas, haverá na edificação 2 banheiros com água quente (2 duchas de 7,5 litros por minuto) e utilização de torneira de água quente na cozinha (8 litros por minuto), ou seja, será necessário modelo de aquecedor de passagem de 23 litros por minuto.

Este aquecedor pode ser um Aquecedor a Gás Lorenzetti Digital LZ 2300DE 23 Litros GLP Exaustão Forçada Bivolt, conforme mostrado na figura abaixo (R\$ 1.948,14).



Para dimensionamento do **Aquecedor Solar de Acumulação**, o correto dimensionamento das placas vai depender dos fabricantes e do local em que a edificação está sendo construída.

Para efeito de pré-dimensionamento, pode-se utilizar como referência a empresa Soletrol. A Soletrol (www.soletrol.com.br) indica para dimensionamento do boiler uma estimativa de consumo de 50 litros por pessoa por dia (1 banho de 10 minutos diários), mais

100 litros por banheira, 50 litros se houver a necessidade de água quente na cozinha e 200 litros se houver desejo de ter água quente também na área de serviço.

RESOLUÇÃO:

Se considerarmos, para o caso do Guia de Estudos 9, uma residência unifamiliar composta por 5 pessoas, haverá necessidade de 250 litros para consumo dos moradores em conjunto com 50 litros pois há água quente na cozinha também.

Assim sendo, necessário o boiler de aquecedor solar necessitará volume de 300 litros, ou 0,3 m³.

Ainda, é possível dimensionar o sistema por meio de planilha eletrônica online disponível em: <https://www.soletrol.com.br/extras/simulador-de-consumo-de-agua-quente/>.

Neste caso, considera-se um reservatório térmico boiler para aquecedor solar de 300 litros, conforme mostrado abaixo (R\$ 1.613,75).



11 LUMINOTÉCNICA

Comparando a época que a luz artificial começou a ser utilizada com os dias atuais, constata-se que foi grande o passo dado pela indústria da iluminação no século XX. Desde a lâmpada criada por Thomas Edison até os produtos disponíveis hoje, houve um avanço espantoso.

Ao contrário do que normalmente se divulga, a lâmpada de Edison não foi a primeira a utilizar a eletricidade, pois no final do século XIX, já havia um sistema para iluminação pública, composto por dois eletrodos de carvão muito próximos, por onde passava uma descarga elétrica. Essa lâmpada era conhecida como lâmpada de arco, pois ela produzia uma luz intensa, muito branca e era utilizada, também, em faróis de navegação e outras aplicações específicas. O maior problema dessa lâmpada estava justamente na grande quantidade de luz produzida, o que impedia sua utilização em ambientes comerciais ou residenciais.

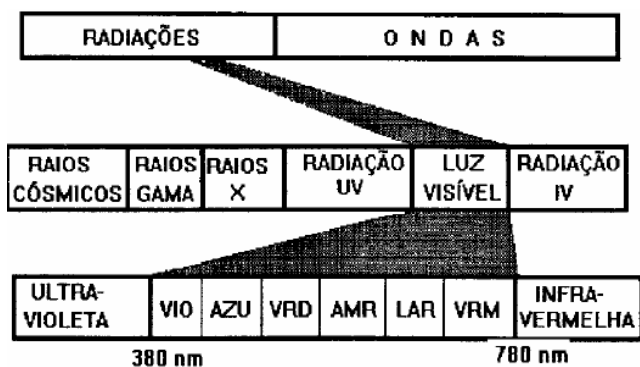
A primeira lâmpada disponível para uso residencial foi a de Edison, por isto considerada como a primeira lâmpada comercial. A lâmpada de Edison era constituída de um fio de linha carbonizado em um cadinho hermeticamente fechado, produzindo uma luz amarelada e fraca como a de uma vela e apresentando um rendimento de 1,41 lumens por watt.

De início, o invento enfrentou grandes barreiras à sua utilização, principalmente por ser uma tecnologia que necessitava de novas instalações. A energia elétrica era um luxo pouco disponível na época, sendo o próprio invento, uma ferramenta para tornar a energia elétrica mais difundida, pois era quase unânime a idéia de que o gás e o vapor seriam suficientes para o desenvolvimento do mundo.

Ficou marcada uma frase de Thomas Edison, ressaltando a diferença entre a visão futurista e a imediatista, ao ser questionado em relação ao preço de sua lâmpada comparada ao de uma vela: - “No futuro, somente os ricos queimarão velas”

A luz é uma modalidade da energia radiante verificada pela sensação visual de claridade. A faixa de radiações das ondas eletromagnéticas detectada pelo olho humano e situa entre 380 nm e 780 nm. (1 nanometro = 10^{-9} m).

O espectro eletromagnético visível esta limitado, em um dos extremos pelas radiações infravermelhas (de maior comprimento de onda) e no outro, pelas radiações ultravioletas (de menor comprimento de onda), conforme pode ser visto pela figura abaixo.



As **radiações infravermelhas** são radiações invisíveis ao olho humano e seu comprimento de onda se situa entre 760 nm a 10.000 nm.

Caracterizam-se por se forte efeito calorífico e são radiações produzidas normalmente através de resistores aquecidos ou por lâmpadas incandescentes especiais cujo filamento trabalha em temperatura mais reduzida (lâmpadas infravermelhas).

As radiações infravermelhas são usadas na Medicina no tratamento de luxuações, ativamente da circulação, na indústria na secagem de tintas e lacas, na secagem de enrolamentos de motores e transformadores, na secagem de grãos, como trigo e café, etc.

As **radiações ultravioletas** caracterizam-se por sua elevada ação química e pela excitação da fluorescência de diversas substâncias. Normalmente dividem-se em 3 grupos:

- **UV-A:** ultravioleta próximo ou luz negra (315 a 400 nm);
- **UV-B:** Ultravioleta intermediário (280 a 315 nm);
- **UV-C:** Ultravioleta remoto ou germicida (100 a 280 nm).

O UV-A compreende as radiações ultravioletas da luz solar, podendo ser gerado artificialmente através de uma descarga elétrica no vapor de mercúrio em alta pressão. Essas radiações não afetam perniciosamente a visão humana, não possuem atividades pigmentárias e eritemáticas sobre a pele humana, e atravessam praticamente todos os tipos de vidros comuns. Possuem grande atividade sobre material fotográfico, de reprodução e heliográfico ($\lambda \cong 380 \text{ nm}$)

O UV-B tem elevada atividade pigmentária e eritemática. Produz a vitamina D, que possui ação antirraquítica. Esses raios são utilizados unicamente para fins terapêuticos. São também gerados artificialmente por uma descarga elétrica no vapor de mercúrio em alta pressão.

O UV-C afeta a visão humana, produzindo irritação dos olhos. Essas radiações são absorvidas quase integralmente pelo vidro comum, que funciona como filtro, motivo pelo qual as lâmpadas germicidas possuem bulbos de quartzo

Examinando a radiação visível, verifica-se que, além da impressão luminosa, obtém-se também a impressão de cor. Essa sensação de cor está intimamente ligada aos comprimentos de ondas das radiações. Verifica-se que os diferentes comprimentos de onda (as diferentes cores) produzem diversas sensações de luminosidade; isto é, o olho humano não é igualmente sensível a todas as cores do espectro visível.

À seguir será discorrido sobre termos, conceitos e grandezas fundamentais da luminotécnica

Luz: não há como falar em luminotécnica sem considerá-la. A luz representa a parte do espectro magnético que é visível ao olho humano, ou seja, é a radiação capaz de nos produzir sensação visual. Sua cor depende comprimento de onda da radiação.

Fluxo Luminoso (Φ): é a potência de radiação total emitida por uma fonte de luz, ou é a potência de energia luminosa de uma fonte percebida pelo olho humano. O lúmen pode ser definido como o fluxo luminoso emitido segundo um ângulo sólido de um esterradiano, por uma fonte puntiforme de intensidade invariável em todas as direções e igual a 1 candela.

A unidade definida pela ABNT através da NBR-5461 é o Lúmen , que é definido como o fluxo luminoso emitido no interior de um ângulo sólido de esferorradiano por uma fonte puntiforme de intensidade invariável e igual a 1 candela, em todas as direções

As lâmpadas conforme seu tipo e potência apresentam fluxos luminosos diversos:

- ➔ lâmpada incandescente de 100 W: 1000 lm;
- ➔ lâmpada fluorescente de 40 W: 1700 a 3250 lm;
- ➔ lâmpada vapor de mercúrio 250W: 12.700 lm;
- ➔ lâmpada multivapor metálico de 250W: 17.000 lm.

Eficiência Luminosa: é a relação entre o fluxo luminoso emitido por uma lâmpada e a potência elétrica desta lâmpada:

- ➔ lâmpada incandescente de 100W: 10 lm/W;
- ➔ lâmpada fluorescente de 40 W: 42,5 lm/W a 81,5 lm/W;
- ➔ lâmpada vapor de mercúrio de 250W: 50 lm/W;
- ➔ lâmpada multivapor metálico de 250W: 68 lm/W.

Intensidade Luminosa (I): é a potência da radiação luminosa numa dada direção. A intensidade luminosa é a grandeza de base do sistema internacional para iluminação, e a unidade é a candela (cd).

Para melhor se entender a intensidade luminosa, é importante o conceito da curva de distribuição luminosa.

Curva de Distribuição Luminosa: trata-se de um diagrama polar no qual se considera a lâmpada ou luminária reduzida a um ponto no centro do diagrama e se representa a intensidade luminosa nas várias direções por vetores, cujos módulos são proporcionais a velocidades, partindo do centro do diagrama. A curva obtida ligando-se as extremidades desses vetores é a curva de distribuição luminosa.

Costuma-se na representação polar, referir os valores de intensidade luminosa constantes a um fluxo de 1000 lumens.

Iluminância ou Iluminamento (E): é a relação entre o fluxo luminoso incidente numa superfície e a superfície sobre a qual este incide; ou seja é a densidade de fluxo luminoso na superfície sobre a qual este incide. A unidade é o LUX, definido como o iluminamento de uma superfície de 1 m² recebendo de uma fonte puntiforme a 1m de distância, na direção normal, um fluxo luminoso de 1 lúmen, uniformemente distribuído.

Exemplos de iluminância:

- ➔ Dia ensolarado de verão em local aberto: 100.000 lux;
- ➔ Dia encoberto de verão: 20.000 lux;
- ➔ Dia escuro de inverno: 3.000 lux;
- ➔ Boa iluminação de rua: 20 a 40 lux;
- ➔ Noite de lua cheia: 0,25 lux;
- ➔ Luz de estrelas: 0,01 lux.

O iluminamento de ambientes de trabalho costuma ser definido em termos de iluminância média no plano de trabalho, sendo este um plano horizontal imaginário acima do piso, com uma altura variando de **0,75 m a 1,0 m**, cobrindo a área total.

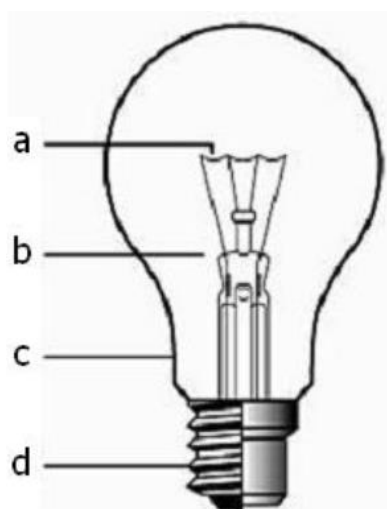
Luminância é um dos conceitos mais abstratos que a luminotécnica apresenta. É através da luminância que o homem enxerga. No passado denominava-se de brilho, querendo significar que a luminância está ligada aos brilhos. A diferença é que a luminância é uma excitação visual, enquanto que o brilho é a resposta visual; a luminância é quantitativa e o brilho é sensitivo. É a diferença entre zonas claras e escuras que permite que se aprecie uma

escultura; que se aprecie um dia de sol. As partes sombreadas são aquelas que apresentam a menor luminância em oposição às outras mais iluminadas.

As lâmpadas elétricas podem ser classificadas de acordo com seu processo de emissão de luz. Basicamente, pertencem a três tipos: incandescentes, de descarga e de estado sólido (LED).

Lâmpadas Incandescentes Convencionais (LIC) são recomendadas para o uso em locais em que se deseja a luz dirigida, portátil e com flexibilidade de escolha de diversos ângulos de abertura de fecho luminoso. São utilizadas, por exemplo, no destaque de mercadorias em lojas e, também, em estufas de secagem (lâmpadas infravermelhas). Vida útil entre 600 a 1.000 horas.

Mostra-se abaixo, exemplo de LIC, composta por filamento (a), gás inerte ou vácuo (b), bulbo (c) e base (d).



Lâmpadas Incandescentes Halógenas (LIH) possuem vida útil de 2.000 horas. Melhor eficiência luminosa variando de 15 a 25 lm/W e possui um índice de reprodução de cor semelhante ao da lâmpada convencional, sendo considerado o melhor para a iluminação de um ambiente. Emitem mais radiação ultravioleta que as incandescentes normais. Por isso, é usual a utilização de luminárias com refletores dicróicos, pois conseguem refletir maior parte da radiação visível e absorver a radiação infravermelha. Mesmo assim, é recomendado evitar a exposição prolongada das partes sensíveis do corpo à luz direta e concentrada.

Mostra-se abaixo, exemplo de LIH, composta por bulbo de quartzo (a), espelho dicróico (b) e base (c).



As lâmpadas fluorescentes não funcionam diretamente ligadas à rede elétrica, necessitando de dois dispositivos auxiliares: starter e reator.

O starter fornece pulsos de tensão, que facilitam a ionização do caminho da descarga e provocam a partida da lâmpada. O contato móvel de um starter se faz através de uma lâmina bimetálica. Como parte integrante, existe um capacitor ligado em paralelo com o interruptor a fim de evitar interferências em equipamentos de rádio.

Já o reator tem dupla função: produzir o aumento da tensão durante a ignição e limitar a corrente. Existem dois tipos de reatores, o eletromagnético e o eletrônico.

Existem lâmpadas fluorescentes que não necessitam de starter. São as chamadas “lâmpadas de partida rápida”. Isso muitas vezes é feito ao aplicar-se um nível considerável de tensão na lâmpada a fim de excitar os elétrons dos catodos, ocorrendo a descarga. Em outros casos, isto é controlado por corrente, fornecida pelo reator.

Atualmente pode-se encontrar uma grande variedade de lâmpadas fluorescentes, desde tubulares, compactas ou até de formato circular. Possui alta eficiência luminosa chegando a níveis de até 104 lm/W; durabilidade média aproximadamente vezes maior que as incandescentes; grande redução na carga térmica das instalações, proporcionando conforto e exercendo menor sobrecarga no sistema de ar-condicionado. As lâmpadas fluorescentes são utilizadas nas mais diversas áreas, sendo indicadas para a iluminação de ambientes internos como lojas, escritórios e indústrias devido ao seu ótimo desempenho.



Lâmpada de Estado Sólido (LED) nada mais é que um diodo semicondutor que, quando energizado, emite luz visível.

O processo de emissão de luz pela aplicação de uma fonte elétrica de energia é chamado eletroluminescência. Em qualquer junção P-N polarizada diretamente, dentro da estrutura, próximo a junção, ocorrem recombinações de lacunas e elétrons. Essa recombinação exige que a energia possuída por esse elétron, que até então era livre, seja liberada, o que ocorre na forma de calor ou fótons de luz. Como a recombinação ocorre mais facilmente no nível de energia mais próximo da banda de condução, podem-se escolher adequadamente as impurezas para a confecção dos LEDs, de modo a exibirem bandas adequadas para a emissão da cor de luz desejada.

Possui maior vida útil (acima de 50.000 horas) e conseqüente baixa manutenção; baixo consumo (relativamente às lâmpadas de incandescência) e uma eficiência energética (em torno de 50 lúmen/Watt); não emitem luz ultravioleta (sendo ideais para aplicações onde este tipo de radiação é indesejada). não emitem radiação infravermelha, fazendo por isso que o feixe luminoso seja frio.

Resistência a impactos e vibrações: Utiliza tecnologia de estado sólido, portanto, sem filamentos e sem vidro, aumentando a sua robustez. Maior segurança, já que trabalham em baixa tensão (abaixo de 33V).

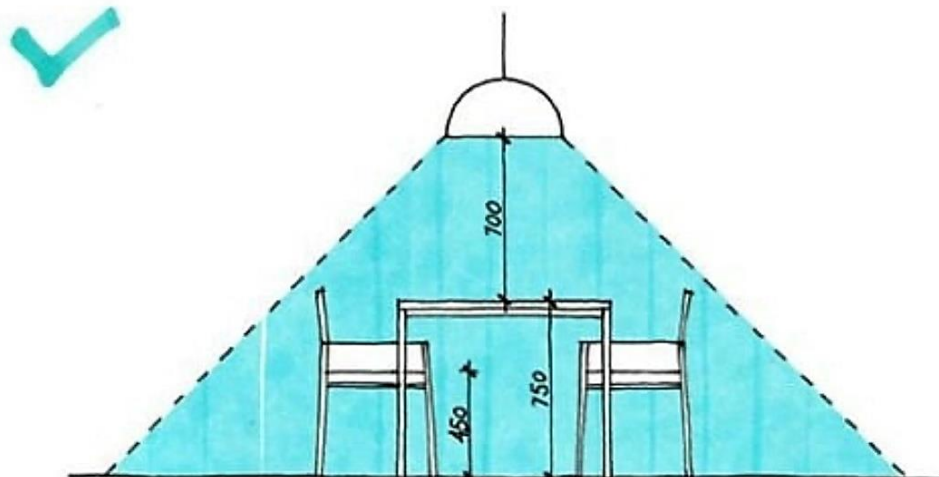
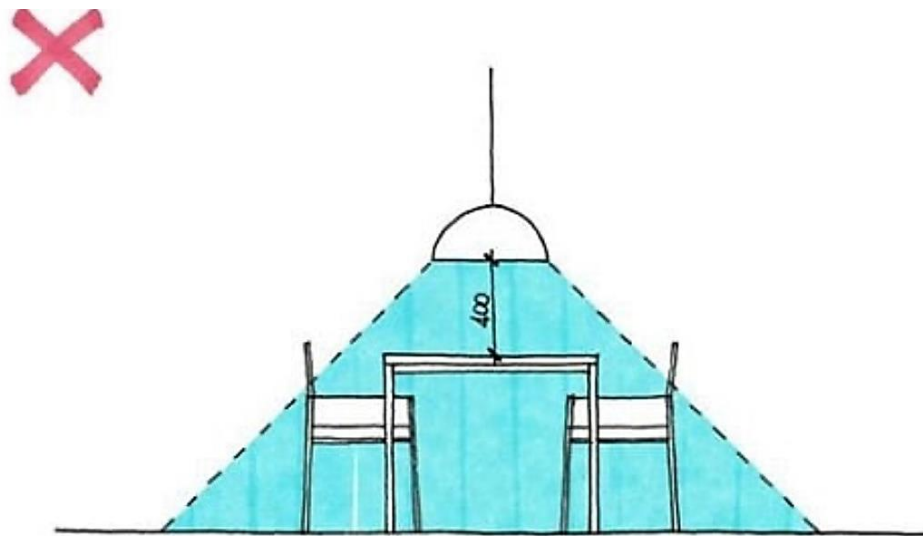


As **luminárias** são aparelhos que além de fornecer a fixação das lâmpadas, são as responsáveis por orientar ou concentrar o fecho luminoso, difundir a luz, proteger as lâmpadas, reduzir o ofuscamento e proporcionar um bom efeito decorativo.

As luminárias para a iluminação interna são classificadas de acordo com o percentual de luz que é dirigida diretamente ao plano de trabalho e a porcentagem do fluxo que é emitida em oposição ao plano de trabalho, conforme apresentado na tabela da sequência.

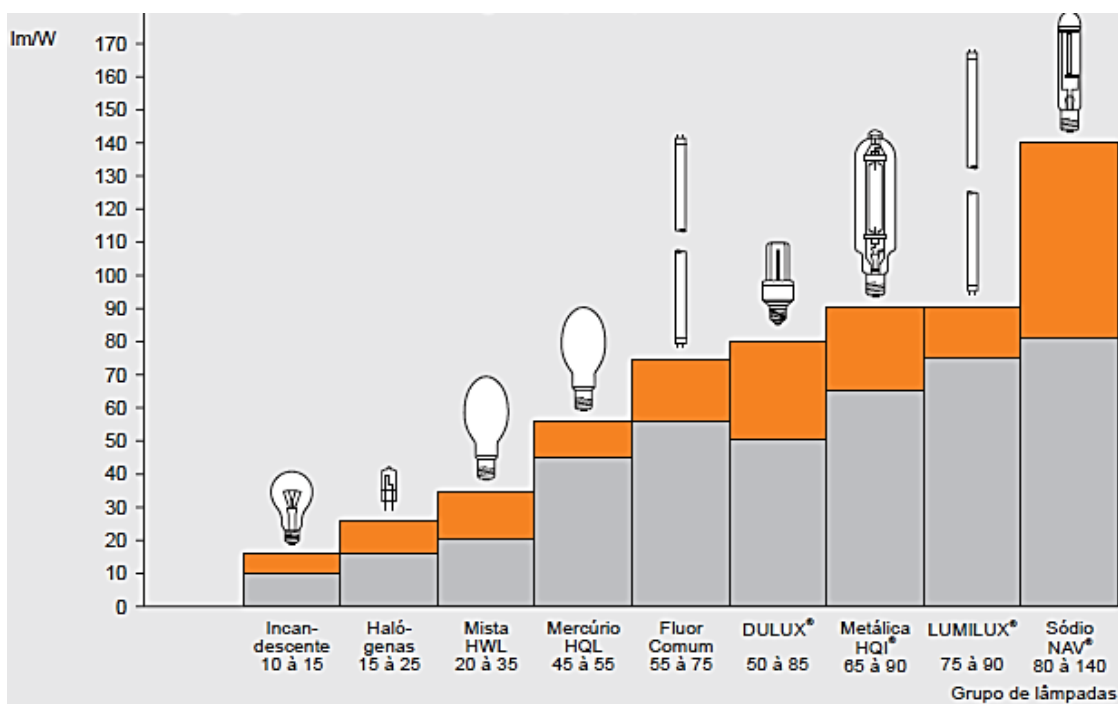
Mostra-se, por meio da figura à seguir, comparativo na instalação de uma mesma luminária em diferentes alturas e consequência funcional.

| Classificação da Luminária | Fluxo luminoso em relação ao plano horizontal (%) | |
|----------------------------|---|--------------------------|
| | Para o teto | Para o plano de trabalho |
| Direta | 0 – 10 | 90 – 100 |
| Semi-direta | 10 – 40 | 60 – 90 |
| Indireta | 90 – 100 | 0 – 10 |
| Semi-indireta | 60 – 90 | 10 – 40 |
| Difusa | 40 – 60 | 60 – 40 |



12 ILUMINAÇÃO

As lâmpadas se diferenciam entre si não só pelos diferentes Fluxos Luminosos que elas irradiam, mas também pelas diferentes potências que consomem. Para poder compará-las, é necessário que se saiba quantos lúmens são gerados por watt absorvido. A essa grandeza dá-se o nome de Eficiência Energética (antigo “Rendimento Luminoso”), conforme mostrado abaixo.



Em aspecto visual, admite-se que é bastante difícil a avaliação comparativa entre a sensação de Tonalidade de Cor de diversas lâmpadas. Para estipular um parâmetro, foi definido o critério Temperatura de Cor (Kelvin) para classificar a luz. Assim como um corpo metálico que, em seu aquecimento, passa desde o vermelho até o branco, quanto mais claro o branco (semelhante à luz diurna ao meio-dia), maior é a Temperatura de Cor (aproximadamente 6500K). A luz amarelada, como de uma lâmpada incandescente, está em torno de 2700 K. É importante destacar que a cor da luz em nada interfere na Eficiência Energética da lâmpada, não sendo válida a impressão de que quanto mais clara, mais potente é a lâmpada.



Convém ressaltar que, do ponto de vista psicológico, quando dizemos Luz quente Luz fria que um sistema de iluminação apresenta luz “quente” não significa que a luz apresenta uma maior temperatura de cor, mas sim que a luz apresenta uma tonalidade mais amarelada. Um exemplo deste tipo de iluminação é a utilizada em salas de estar, quartos ou locais onde se deseja tornar um ambiente mais aconchegante.

Da mesma forma, quanto mais alta for a temperatura de cor, mais “fria” será a luz. Um exemplo deste tipo de iluminação é a utilizada em escritórios, cozinhas ou locais em que se deseja estimular ou realizar alguma atividade. Esta característica é muito importante de ser observada na escolha de uma lâmpada, pois dependendo do tipo de ambiente há uma temperatura de cor mais adequada para esta aplicação.

Objetos iluminados podem parecer diferentes, mesmo se as fontes de luz tiverem idêntica tonalidade. As variações de cor dos objetos iluminados sob fontes de luz diferentes podem ser identificadas através de um outro conceito, Reprodução de Cores, e de sua escala qualitativa Índice de Reprodução de Cores (Ra ou IRC). O mesmo metal sólido, quando aquecido até irradiar luz, foi utilizado como referência para se estabelecer níveis de Reprodução de Cor. Define-se que o IRC neste caso seria um número ideal = 100.

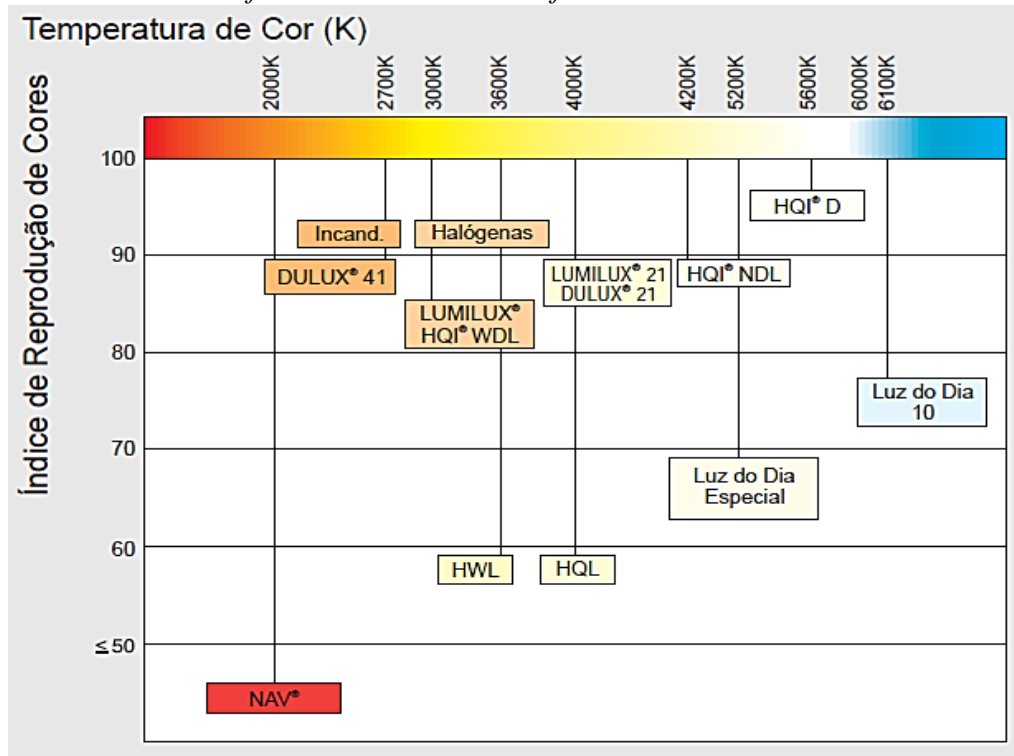
A lâmpada incandescente iluminando a cena da esquerda apresenta um IRC de 100. Já a fluorescente tubular FO32/31 3000K iluminando a cena da direita apresenta um IRC de 85.

Portanto, quanto maior a diferença na aparência de cor do objeto iluminado em relação ao padrão (sob a radiação do metal sólido) menor é seu IRC. Com isso, explica-se o fato de lâmpadas de mesma Temperatura de Cor possuírem Índice de Reprodução de Cores diferentes.

A maioria das lâmpadas de descarga opera em conjunto com reatores. Neste caso, observamos que o fluxo luminoso total obtido neste caso depende do desempenho deste

reator. Este desempenho é chamado de fator de fluxo luminoso (*Ballast Factor*) e pode ser obtido de acordo com a equação:

$$BF = \text{fluxo luminoso obtido} / \text{fluxo luminoso nominal}$$



Como geralmente a lâmpada é instalada dentro de luminárias, o Fluxo Luminoso final que se apresenta é menor do que o irradiado pela lâmpada, devido à absorção, reflexão e transmissão da luz pelos materiais com que são construídas.

O Fluxo Luminoso emitido pela luminária é avaliado através da Eficiência da Luminária. Isto é, o Fluxo Luminoso da luminária em serviço dividido pelo Fluxo Luminoso da lâmpada.

Eficiência de luminária (rendimento da luminária): razão do fluxo luminoso emitido por uma luminária, medido sob condições práticas especificadas, para a soma dos fluxos individuais das lâmpadas funcionando fora da luminária em condições específicas. Esse valor é normalmente, indicado pelos fabricantes de luminárias.

Dependendo das qualidades físicas do recinto em que a luminária será instalada, o Fluxo Luminoso que dela emana poderá se propagar mais facilmente, dependendo da absorção e reflexão dos materiais e da trajetória que percorrerá até alcançar o plano de trabalho. Essa condição de mais ou menos favorabilidade é avaliada pela Eficiência do Recinto.

O valor da **Eficiência do Recinto** é dado por tabelas, contidas no catálogo do fabricante onde relacionam-se os valores de Coeficiente de Reflexão do teto, paredes e piso, com a Curva de Distribuição Luminosa da luminária utilizada e o Índice do Recinto.

O Índice do Recinto é a relação entre as dimensões do local, dada por:

→ Iluminação direta:

$$Kd = \frac{a \cdot b}{h (a + b)}$$

→ Iluminação indireta:

$$Kd = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot h' (a + b)}$$

Sendo:

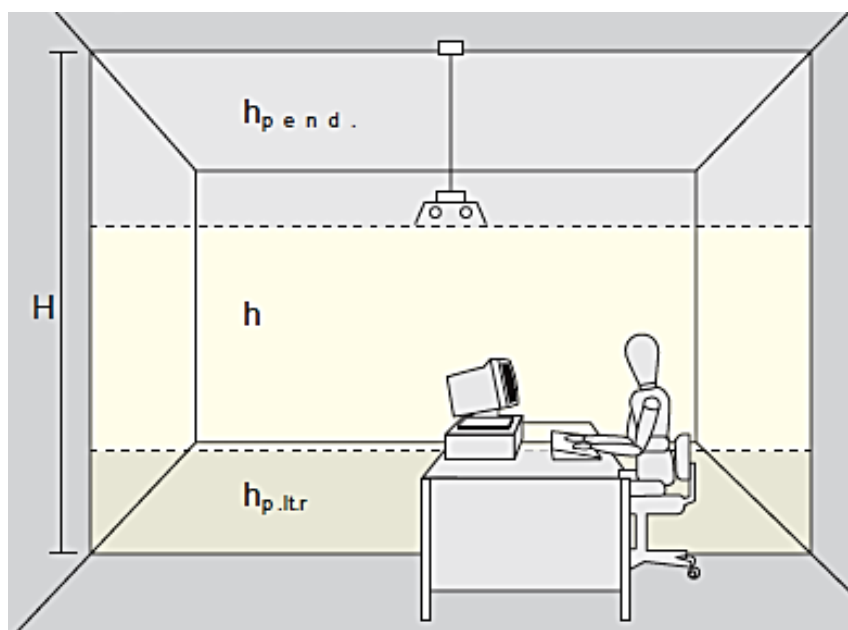
a: comprimento do recinto

b: largura do recinto

h: pé-direito útil

h': distância do teto ao plano de trabalho

Pé-direito útil é o valor do pé-direito total do recinto (H), menos a altura do plano de trabalho (h plano trab.), menos a altura do pendente da luminária (h pendente). Isto é, a distância real entre a luminária e o plano de trabalho, conforme mostrado pela figura abaixo.



Como já visto, o Fluxo Luminoso emitido por uma lâmpada sofre influência do tipo de luminária e a conformação física do recinto onde ele se propagará.

EXEMPLO DE CÁLCULO PARA ILUMINAÇÃO DA SALA DE UM ESCRITÓRIO

Empregando-se o Método das Eficiências para quantificar-se o número de luminárias ou calcular-se a Iluminância para um recinto qualquer, pode-se fazer uso da sequência de cálculo a seguir, apresentada em forma de planilha. Foi elaborado um cálculo, como exemplificação, que desenvolve passo a passo o processo, e deve ser consultado como guia, sempre que necessário.

A planilha completa se encontra anexa e servirá de formulário de resolução da maioria dos casos de iluminação interna que se apresentarem. Para tanto, recomenda-se que suas colunas sejam mantidas em branco e que ela sirva de modelo para o exercício proposto.

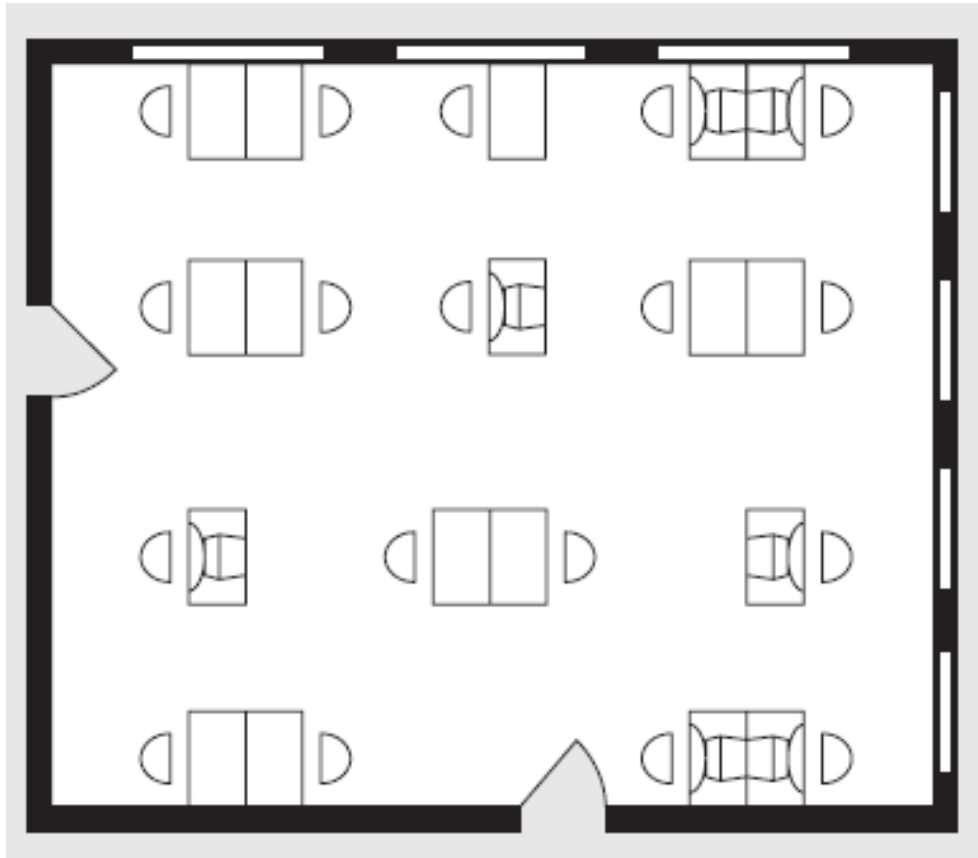
→ Pré-cálculo;

- Local: Escritório de contabilidade;
- Atividades: administrativas (operação de computadores);
- Dimensões físicas:
 - Comprimento: 10,00 m
 - Largura: 7,50 m
 - Pé-direito: 3,50 m
 - Altura do plano de trabalho: 0,80 m
- Materiais de construção/equipamentos:
 - Teto: forro de gesso pintado/cor branco.
 - Paredes: pintadas/cor verde claro; duas paredes com persiana/cor verde claro.
 - Piso: carpete/cor verde escuro.
 - Mobiliário: mesas e armários de fórmica/cor bege palha; cadeiras forradas/cor caramelo.
 - Ar-condicionado central com acionamento individualizado.

→ Características do fornecimento de energia elétrica:

- Tensão estável na rede (220V);
- Acendimento individualizado (interruptor na entrada da sala);

- Pontos de energia próximo às mesas.



Consultando-se a norma NBR-5413, estipula-se a Iluminância Média de escritórios em $E_m = 500 \text{ lx}$.

Fator de Depreciação (F_d): ambiente salubre, com boa manutenção (em caso de queima, troca imediata; limpeza das luminárias a cada 6 meses). $F_d = 1,25$ (corresponde a uma margem de depreciação de 20% da Iluminância Média necessária).

Ofuscamento não deverá ocorrer, uma vez que superfícies dos móveis e objetos não são lisas ou espelhadas. O Ofuscamento Direto será evitado se forem empregadas luminárias, cujo ângulo de abertura de fecho acima de 45° não apresentar Luminância acima de 200 cd/m^2 .

Partindo-se do princípio de que a iluminação se distribuirá de uma forma homogênea ao longo da sala, e que as janelas estarão recobertas por persianas, conclui-se que não haverá diferenças muito grandes entre as Luminâncias, já que os Coeficientes de Reflexão dos componentes da sala (Refletâncias) também não se diferenciam acentuadamente.

A proporção entre as Luminâncias recomendada será provavelmente alcançada através da natural variação de Iluminâncias incidentes sobre as diferentes superfícies.

As luminárias deverão ser colocadas lateralmente às mesas de trabalho, para se evitar que haja reflexo ou sombra que prejudique as atividades.

Recomenda-se que as janelas localizadas diante dos terminais de vídeo sejam protegidas por persianas ou cortinas, para se evitar que a alta Luminância seja refletida e que o operador faça sombra sobre a tela.

Para o ambiente de um escritório, Iluminância de 500 lx, recomenda-se que a Tonalidade de Cor da luz seja Branca Neutra (aproximadamente 4000K).

Aconselha-se que o Índice de Reprodução de Cores para este tipo de trabalho seja acima de 80. As lâmpadas fluorescentes de pó trifósforo preenchem este requisito.

O ruído que fosse originado pelo funcionamento das luminárias, caso sejam elas equipadas com lâmpadas fluorescentes e seus respectivos reatores, seria facilmente absorvido pelo forro de gesso onde elas estariam embutidas, não prejudicando o trabalho no local.

O ar-condicionado será cerca de 25% menos carregado se a instalação for feita com lâmpadas fluorescentes, e não incandescentes, já que as primeiras irradiam muito menos calor.

Os dados anteriores nos levam a concluir que o tipo de lâmpadas indicado para este projeto é a fluorescente 36W/21-840, porque o salão é amplo, não há limitação física de comprimento da lâmpada, e sua aquisição é a mais compensadora. Neste caso, sendo:

- LUMILUX® 36W cor 21-840;
- Fluxo luminoso: 3350 lm;
- Temperatura de cor: 4000K Branca Neutra;
- Índice de reprodução de cor: 85.

A luminária poderá ser de embutir, de alta eficiência e aletas metálicas que impeçam o ofuscamento. Os modelos mais modernos possuem refletores parabólicos que limitam a angulação do fecho luminoso, tornando-se adequados para o seu emprego em salas de computadores

Uma vez já definidas todas as bases conceituais para o cálculo, têm-se:

| | | | | | |
|-----------------------|----|-------------------------|--------------------------------|-------|-------|
| Descrição do Ambiente | 01 | Comprimento | a | m | 10,00 |
| | 02 | Largura | b | m | 7,50 |
| | 03 | Área | $A=a \cdot b$ | m^2 | 75,00 |
| | 04 | Pé-Direito | H | m | 3,00 |
| | 05 | Pé-Direito Útil | $h = H - h_{pl.tr} - h_{pend}$ | m | 2,20 |
| | 06 | Índice do Recinto | $K = \frac{a \cdot b}{h(a+b)}$ | | 1,95 |
| | 07 | Fator de Depreciação | Fd | | 1,25 |
| | 08 | Coeficiente de Reflexão | Teto ρ_1 | | 0,70 |
| | 09 | Coeficiente de Reflexão | Paredes ρ_2 | | 0,50 |
| | 10 | Coeficiente de Reflexão | Piso ρ_3 | | 0,10 |

| | | | | | |
|-------------------------------|----|----------------------------------|-------|-----|-------------|
| Características da Iluminação | 11 | Iluminância Planejada | E_m | lx | 500 |
| | 12 | Tonalidade ou Temperatura de Cor | | lx | Branca fria |
| | 13 | Índice de Reprodução de Cores | | IRC | 85 |

| | | | | | |
|-----------------------|----|---|--|------|----------------|
| Lâmpadas e Luminárias | 14 | Tipo de Lâmpada | | | LUMILUX® 36/21 |
| | 15 | Fluxo Luminoso de Cada Lâmpada | φ | lm | 3350 |
| | 16 | Lâmpadas por Luminária | z | unid | 2 |
| | 17 | Tipo da Luminária | | | — |
| | 18 | Fator de Fluxo Luminoso | | | 1,0 |
| | 19 | Grupo da Luminária (tab. Efic. Recinto) | | | — |
| | 20 | Eficiência da Luminária | η_L | | — |
| | 21 | Eficiência do Recinto | η_R | | — |
| | 22 | Fator de Utilização | $F_u = \eta_L \cdot \eta_R$ | | 0,54 |
| | 23 | Quantidade de Lâmpadas | $n = \frac{E_m \cdot A \cdot F_d}{\varphi \cdot F_u \cdot BF}$ | unid | 26 |
| | 24 | Quantidade de Luminárias | $N = n/z$ | unid | 13 |

Mostra-se, por meio da tabela abaixo, fator de utilização de luminária

Teto/Parede/Piso

| K | 751 | 731 | 711 | 551 | 531 | 511 | 331 | 311 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0,6 | 0,32 | 0,28 | 0,26 | 0,31 | 0,28 | 0,26 | 0,28 | 0,25 |
| 0,8 | 0,39 | 0,36 | 0,33 | 0,39 | 0,35 | 0,33 | 0,35 | 0,35 |
| 1,0 | 0,44 | 0,41 | 0,39 | 0,43 | 0,40 | 0,38 | 0,40 | 0,38 |
| 1,25 | 0,48 | 0,45 | 0,43 | 0,47 | 0,45 | 0,42 | 0,44 | 0,42 |
| 1,5 | 0,51 | 0,48 | 0,45 | 0,49 | 0,47 | 0,45 | 0,46 | 0,45 |
| 2,0 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,53 | 0,51 | 0,49 | 0,50 | 0,49 |
| 2,5 | 0,55 | 0,54 | 0,52 | 0,55 | 0,53 | 0,52 | 0,52 | 0,51 |
| 3,0 | 0,57 | 0,55 | 0,54 | 0,56 | 0,54 | 0,53 | 0,54 | 0,52 |
| 4,0 | 0,58 | 0,57 | 0,56 | 0,57 | 0,56 | 0,55 | 0,53 | 0,54 |
| 5,0 | 0,60 | 0,58 | 0,57 | 0,58 | 0,57 | 0,56 | 0,56 | 0,55 |

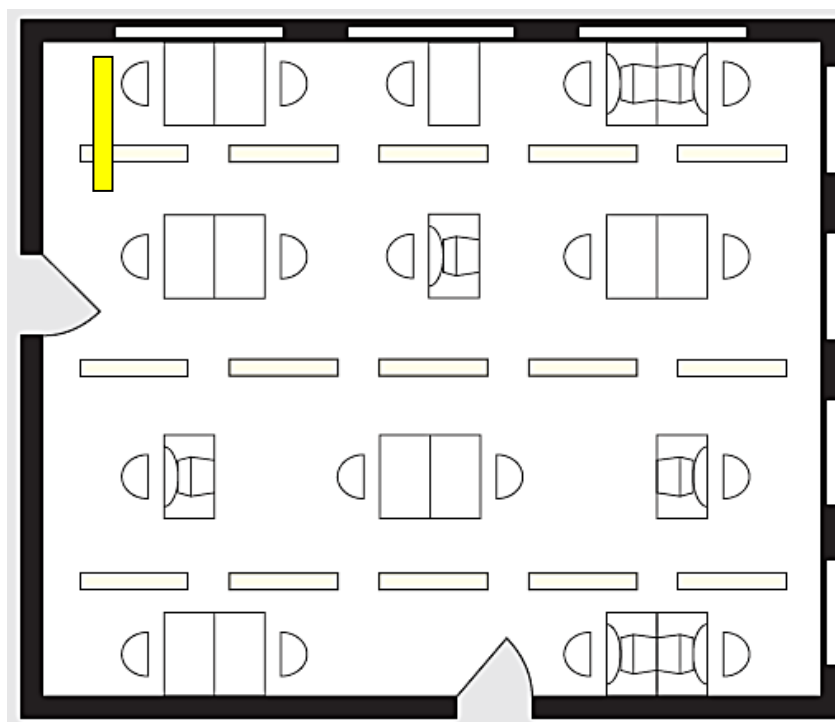
Fator de Utilização

Escolhe-se a disposição das luminárias levando-se em conta o layout do mobiliário, o direcionamento correto da luz para a mesa de trabalho e o próprio tamanho das luminárias.

Neste exemplo, sugere-se a disposição destas em três linhas contínuas lateralmente às mesas de trabalho, evitando o ofuscamento sobre a tela de computador.

Para tanto, a quantidade de luminárias ($N = 13$) deverá ser elevada para $N = 15$, para que possa ser subdividida por três. A dimensão de 10,00m comporta a linha contínua formada por 5 luminárias, cada uma de aproximadamente 1,20m, não havendo perigo de não adaptação ao projeto.

Layout da disposição das luminárias é apresentado pela figura à seguir.



13 ILUMINÂNCIA DE INTERIORES

Luminotécnica é o estudo minucioso das técnicas das fontes de iluminação artificial, através da energia elétrica. O objetivo da iluminação é a obtenção de boas condições de visão associadas à visibilidade, segurança e orientação dentro de um determinado ambiente. Este objetivo está intimamente associado às atividades laborativas e produtivas do mesmo.

As grandezas a seguir são fundamentais para o entendimento dos conceitos da luminotécnica. A cada definição, seguem-se as unidades de medida e o símbolo gráfico do Sistema Internacional – SI, além de interpretações e comentários.

→ Intensidade Luminosa Símbolo: I

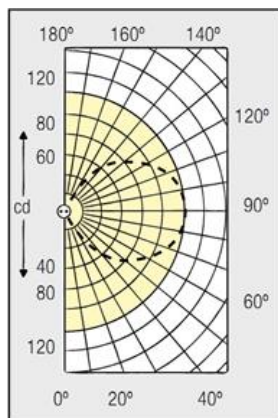
- Unidade: candela [cd]

É a potência da radiação luminosa numa dada direção. É a quantidade de luz que uma fonte emite por unidade de ângulo sólido (lúmen/esferorradiano) projetada em uma determinada direção. O valor está diretamente ligado à direção desta fonte de luz. Como a maioria das lâmpadas não apresenta uma distribuição uniformemente em todas as direções, é comum o uso das curvas de distribuição luminosa, chamadas CDL's.

→ Curva de Distribuição Luminosa Símbolo: CDL

- Unidade: candela [cd]

Considerando a fonte de luz reduzida a um ponto no centro de um diagrama e que todos os vetores que dela se originam tiverem suas extremidades ligadas por um traço, obtém-se a Curva de Distribuição Luminosa (CDL). É a representação da Intensidade Luminosa em todos os ângulos em que ela é direcionada num plano. Para a uniformização dos valores das curvas, geralmente essas são referidas a 1000 lm. Nesse caso, é necessário multiplicar-se o valor encontrado na CDL pelo Fluxo Luminoso da lâmpada em questão e dividir o resultado por 1000 lm. A curva CDL geralmente é encontrada nos catálogos dos fabricantes de lâmpadas e luminárias, exemplificada na figura



→ Fluxo Luminoso Símbolo: ϕ

○ Unidade: lúmen [lm]

É a potência de radiação total emitida por uma fonte de luz em todas as direções do espaço e capaz de produzir uma sensação de luminosidade através do estímulo da retina ocular. É a potência de energia luminosa de uma fonte percebida pelo olho humano.

→ Iluminância Símbolo: E

○ Unidade: lux [lx]

É a relação entre o fluxo luminoso incidente numa superfície e a superfície sobre a qual este incide, ou seja, é a densidade de fluxo luminoso na superfície sobre a qual este incide. A relação é dada entre a intensidade luminosa e o quadrado da distância, ou ainda, entre o fluxo luminoso e a área da superfície.

Na prática, é a quantidade de luz dentro de um ambiente, e pode ser medida com o auxílio de um luxímetro. A NBR 5382:1985 fixa o modo pelo qual se faz a verificação da iluminância de interiores. Como o fluxo luminoso não é distribuído uniformemente, a iluminância não será a mesma em todos os pontos da área em questão. Considera-se, então, a iluminância média. A NBR 5413:1992 especifica o valor mínimo da iluminância para ambientes diferenciados pela atividade exercida, relacionados ao conforto visual.

Abaixo são mostrados alguns valores práticos de iluminância:

→ Dia ensolarado de verão em local aberto = 100.000 lx;

→ Dia encoberto de verão = 20.000 lx;

→ Dia escuro de inverno = 3.000 lx;

→ Boa iluminação de rua = 20 a 40 lx;

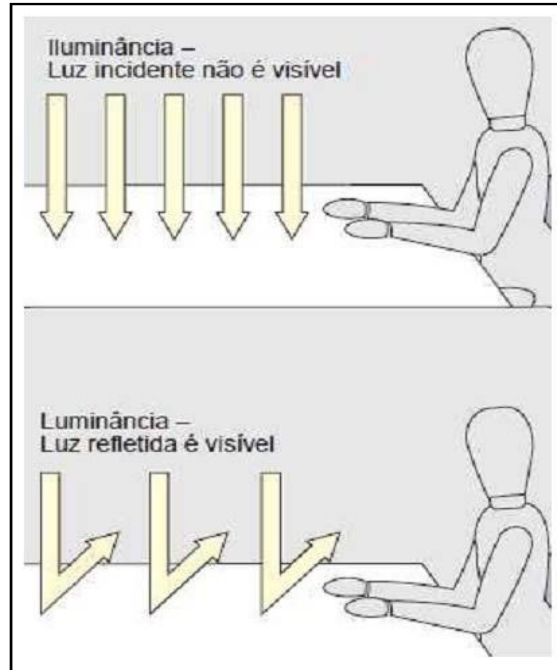
→ Noite de lua cheia = 0,25 lx;

→ Luz de estrelas = 0,01 lx

→ Luminância Símbolo: L

○ Unidade: candela/m² [cd/m²]

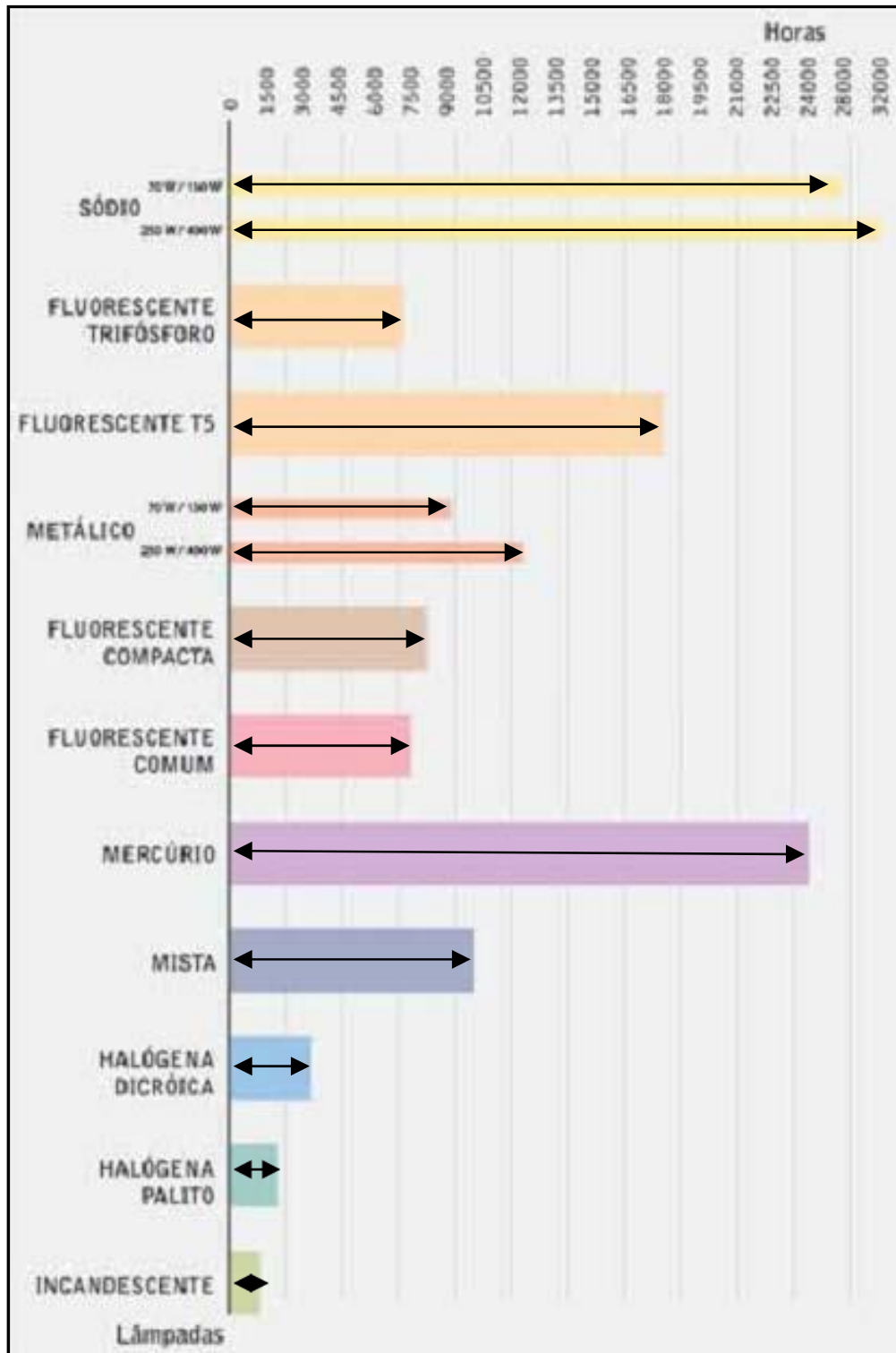
Os raios de luz não são vistos, a menos que sejam refletidos em uma superfície e transmitam a sensação de claridade aos olhos. Essa sensação de claridade é chamada de Luminância. Em outras palavras, é a Intensidade Luminosa que emana de uma superfície, pela sua superfície aparente. A figura apresenta a diferença entre as medidas de iluminância e luminância.



→ Vida Útil de uma Lâmpada

- Unidade: horas [h]

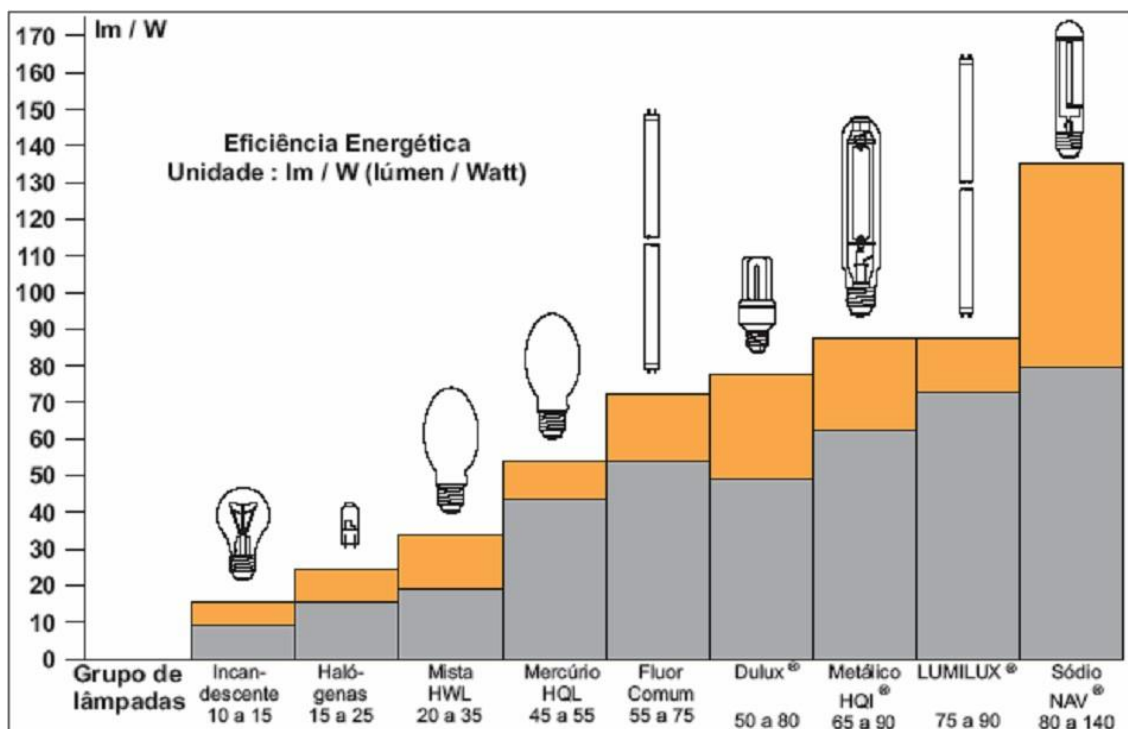
É definida pela média aritmética do tempo de duração de cada lâmpada ensaiada. Comparadas com as lâmpadas incandescentes, as lâmpadas de descarga têm vida média muito mais longa. Ciclos de funcionamento mais curtos, partidas mais frequentes, encurtam a vida das lâmpadas de descarga; os ciclos de funcionamento mais longos, partidas menos frequentes, aumentam a vida útil. A figura apresenta a vida útil dos principais tipos de lâmpadas.



→ Eficiência Luminosa ou Energética Símbolo: ηW

○ Unidade: lúmen/Watt [lm/W]

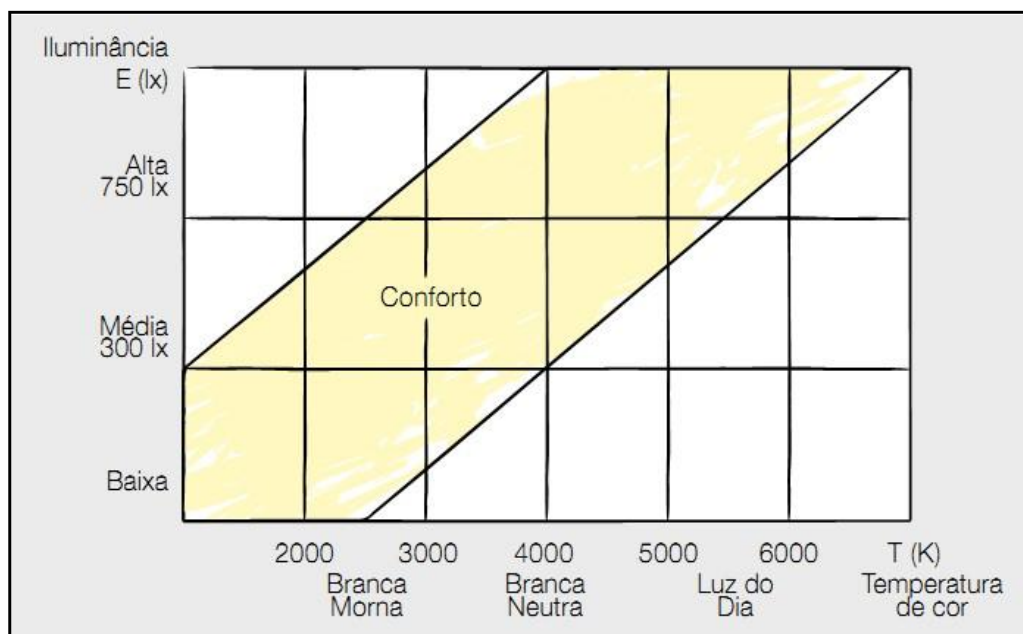
Estabelece a razão entre o fluxo luminoso total emitido ϕ pela lâmpada e a potência elétrica total P consumida pela mesma. É útil para averiguar se um determinado tipo de lâmpada é mais ou menos eficiente do que outro, sob o ponto de vista do aproveitamento energético. A figura apresenta um gráfico com a eficiência energética dos principais tipos de lâmpadas.



→ Temperatura de Cor Símbolo: T;

○ Unidade: Kelvin [K]

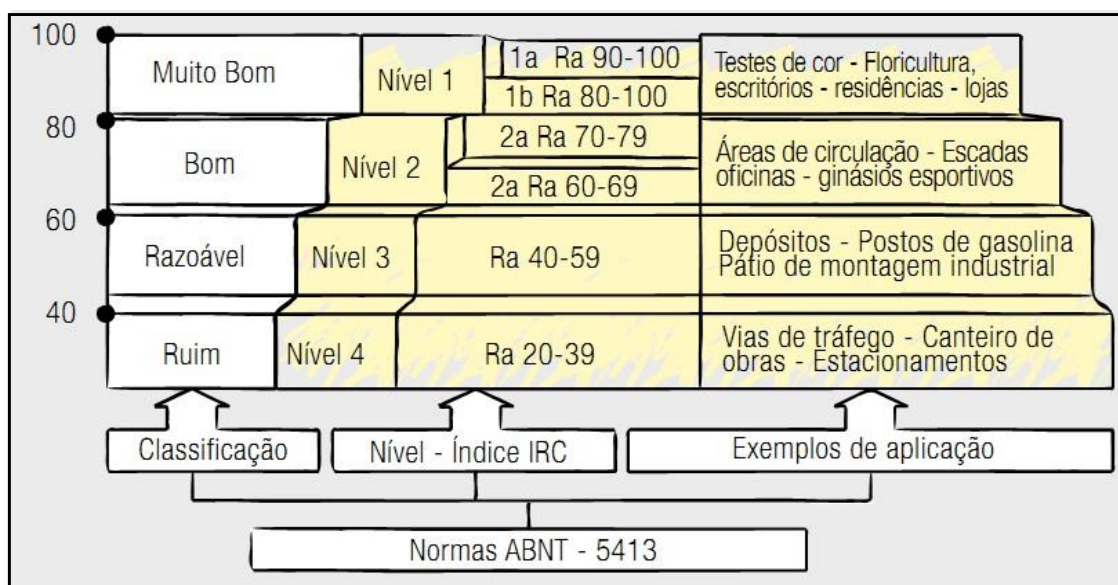
Um dos requisitos para o conforto visual é a utilização da iluminação para dar ao ambiente o aspecto desejado. Sensações de aconchego ou estímulo podem ser provocadas quando se combinam a tonalidade de cor correta da fonte de luz ao nível de iluminância pretendido, conforme a figura 5. As cores quentes são empregadas quando se deseja uma atmosfera íntima, sociável, pessoal e exclusiva (residências, bares, restaurantes, mostruários de mercadorias); as cores frias são usadas quando a atmosfera deve ser formal, precisa, limpa (escritórios, recintos de fábricas). A iluminação usando cores quentes realça os vermelhos e seus derivados; ao passo que as cores frias, os azuis e seus derivados próximos. As cores neutras ficam entre as duas e são, em geral, empregadas em ambientes comerciais. A Osram® precisa algumas temperaturas específicas: 2.700K é usado para ambientes onde se deseja uma atmosfera aconchegante e tranquila, como residências, hotéis; 4.000K para ambientes ativos onde se pretende estimular a produtividade ou o consumo, como fast-food, shoppings, hospitais, academias; 6.000K para proporcionar o efeito de ambiente mais clean ou para dar a sensação de um ambiente mais frio



→ Índice de Reprodução de Cores Símbolo: IRC

- Unidade: [%]

As variações de cor dos objetos iluminados sob fontes de luz diferentes podem ser identificadas através do conceito do Índice de Reprodução de Cores. No caso das lâmpadas, o IRC é estabelecido entre 0 e 100, comparando-se a sua propriedade de reprodução de cor à luz natural (do sol). Portanto, quanto maior a diferença na aparência de cor do objeto iluminado em relação ao padrão, menor é seu IRC. A figura 6 apresenta quatro níveis de índices de reprodução de cores e exemplos de aplicação, segundo a NBR 5413:1992.



→ Fator de Fluxo Luminoso Símbolo: BF

A maioria das lâmpadas de descarga opera em conjunto com reatores. Neste caso, observa-se que o fluxo luminoso total obtido depende do desempenho do reator. Este desempenho é chamado de fator de fluxo luminoso.

→ Eficiência da Luminária Símbolo: η_L

Esse valor é normalmente indicado pelos fabricantes de luminárias. Dependendo das qualidades físicas do recinto em que a luminária será instalada, o fluxo luminoso de que dela emana poderá se propagar mais facilmente, dependendo da absorção e reflexão dos materiais e da trajetória que percorrerá até alcançar o plano de trabalho. A tabela apresenta índices de eficiência aproximados de luminárias.

| | |
|---|-----|
| Luminárias abertas com lâmpadas nuas | 0,9 |
| Luminárias com refletor ou embutidas abertas | 0,7 |
| Luminárias com refletor e lamelas de alta eficiência | 0,7 |
| Luminárias com refletor ou embutidas com lamelas | 0,6 |
| Luminárias tipo "plafond" com acrílico anti-ofuscante | 0,6 |
| Luminárias de embutir com acrílico anti-ofuscante | 0,5 |

→ Eficiência do Recinto Símbolo: η_R

O valor da Eficiência do Recinto é dado por tabelas, contidas no catálogo do fabricante, onde se relacionam os valores de coeficiente de reflexão do teto, paredes e piso, com a curva de distribuição luminosa da luminária utilizada e o índice do recinto. A tabela apresenta coeficientes de reflexão de alguns materiais e cores.

| | |
|--------------------|--------|
| Materiais | % |
| Rocha | 60 |
| Tijolos | 5..25 |
| Cimento | 15..40 |
| Madeira clara | 40 |
| Esmalte branco | 65..75 |
| Vidro transparente | 6..8 |
| Madeira aglomerada | 50..60 |
| Azulejos brancos | 60..75 |
| Madeira escura | 15..20 |
| Gesso | 80 |
| Cores | % |
| Branco | 70..80 |
| Creme claro | 70..80 |
| Amarelo claro | 55..65 |
| Rosa | 45..50 |
| Verde claro | 45..50 |
| Azul celeste | 40..45 |
| Cinza claro | 40..45 |
| Bege | 25..35 |
| Amarelo escuro | 25..35 |
| Marrom claro | 25..35 |
| Verde oliva | 25..35 |
| Laranja | 20..25 |
| Vermelho | 20..35 |
| Cinza médio | 20..35 |
| Verde escuro | 10..15 |
| Azul escuro | 10..15 |
| Vermelho escuro | 10..15 |
| Cinza escuro | 10..15 |
| Azul marinho | 5..10 |
| Preto | 5..10 |

→ Índice do Recinto Símbolo: K

O Índice do Recinto é a relação entre as dimensões do local.

→ Fator de Utilização Símbolo: FU

Indica a eficiência luminosa do conjunto lâmpada, luminária e recinto. Determinados catálogos indicam tabelas de Fator de Utilização direto para suas luminárias. Apesar de estas serem semelhantes às tabelas de eficiência do recinto, os valores nelas encontrados não precisam ser multiplicados pela eficiência da luminária, uma vez que cada tabela é específica para uma luminária e já considera a sua perda na emissão do fluxo luminoso.

→ Fator de Depreciação Símbolo: Fd

Com o tempo, paredes e tetos ficam empoeirados e sujos, e, com isso, os equipamentos de iluminação acumulam poeira, fazendo com que menos quantidade de luz seja fornecida por estes equipamentos. Alguns desses fatores podem ser eliminados por meio de manutenção. Na prática, podem-se adotar os valores de depreciação constantes na tabela.

| AMBIENTE | PERÍODO DE MANUTENÇÃO | | |
|----------|-----------------------|----------|---------|
| | 2.500 hs | 5.000 hs | 7500 hs |
| Limpo | 0,95 | 0,91 | 0,88 |
| Normal | 0,91 | 0,85 | 0,80 |
| Sujo | 0,80 | 0,66 | 0,57 |

Segundo a ABNT NBR 5410:2004, em cada cômodo ou dependência deve ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, comandado por interruptor. Nas acomodações de hotéis, motéis e similares, pode-se substituir o ponto de luz fixo no teto por tomada de corrente, com potência mínima de 100VA, comandada por interruptor de parede. Admite-se que o ponto de luz fixo no teto seja substituído por ponto na parede em espaços sob escada, depósitos, despensas, lavabos e varandas, desde que de pequenas dimensões e onde a colocação do ponto no teto seja de difícil execução ou não conveniente. Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6m², deve ser prevista uma carga mínima de 100VA; em cômodo ou dependências com área superior a 6m², deve ser prevista uma carga mínima de 100VA para os primeiros 6m², acrescida de 60VA para cada aumento de 4m² inteiros. Os valores apurados correspondem à potência destinada à iluminação para efeito de dimensionamento dos circuitos, e não necessariamente à potência nominal das lâmpadas (Fonte: ABNT NBR 5410:2004, p.182).

A exigência de, pelo menos, um ponto de luz no teto não implica na necessidade da existência de aparelho ou aparelhos de iluminação efetivamente instalados no teto. O objetivo é que exista pelo menos uma caixa no teto que permita, a qualquer momento, a instalação do aparelho.

O **Método dos Lumens** tem por finalidade principal determinar o número de lâmpadas necessário para garantir o valor de iluminamento projetado.

O ambiente escolhido, para este exemplo, é o de nome “Sala de Reuniões”. Trata-se de uma sala de 5,1 x 5,9m com pé direito de 3m. De acordo com a tabela abaixo, extraída da ABNT NBR 5413:1992, página 2, faz-se a soma de pesos de características da tarefa e do observador. Analisa-se cada característica – idade, velocidade e precisão, refletância do fundo da tarefa – para determinar o seu peso. Somam-se os três valores encontrados, algebricamente, considerando o sinal. Quando o valor total for igual a -2 ou -3, usa-se a iluminância inferior do grupo; quando a soma for +2 ou +3, usa-se a iluminância superior; a iluminância média é usada nos outros casos. A maioria das tarefas visuais apresenta pelo menos média precisão.

| Características da tarefa e do observador | Peso | | |
|---|--------------------|--------------|--------------------|
| | -1 | 0 | +1 |
| Idade | Inferior a 40 anos | 40 a 55 anos | Superior a 55 anos |
| Velocidade e precisão | Sem importância | Importante | Crítica |
| Refletância do fundo da tarefa | Superior a 70% | 30 a 70 % | Inferior a 30% |

A tabela abaixo, extraída da ABNT NBR 5413:1992, página 2, apresenta três classes generalizadas de tarefas visuais, com o tipo de atividade na terceira coluna. A soma explicada no parágrafo anterior é aplicada na segunda coluna da tabela.

| Classe | Iluminância (lux) | Tipo de atividade |
|--|-----------------------|--|
| A Iluminação geral para áreas usadas intermitentemente ou com tarefas visuais simples | 20 – 30 – 50 | Áreas públicas com arredores escuros |
| | 50 – 75 – 100 | Orientação simples para permanência curta |
| | 100 – 150 – 200 | Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos |
| | 200 – 300 – 500 | Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios |
| B Iluminação geral para área de trabalho | 500 – 750 – 1000 | Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios |
| | 1000 – 1500 – 2000 | Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas |
| C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis | 2000 – 3000 – 5000 | Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno |
| | 5000 – 7500 – 10000 | Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica |
| | 10000 – 15000 – 20000 | Tarefas visuais muito especiais, cirurgia |

Para a “Sala de Reuniões”, o peso será -1, classe A, E = 200lx – tarefas com requisitos visuais limitados, auditórios.

Vale ressaltar que as classes, bem como os tipos de atividade, não são rígidos quanto às iluminâncias limites recomendadas, ficando a critério do projetista avançar ou não nos valores das classes/tipos de atividade adjacentes, dependendo das características do local/tarefa, do conforto visual e iluminação desejada – são critérios sempre subjetivos.

A NBR 5413:1992 também apresenta uma listagem específica de tipos de atividade e as respectivas iluminâncias, bem como instruções de como utilizá-las, como alternativa ao uso das iluminâncias apresentadas na tabela 5. No algoritmo deste trabalho, a especificação da iluminância ficará a cargo do projetista, de livre escolha, desde que limitados no intervalo $20 \text{ lx} \leq E \leq 20.000 \text{ lx}$.

O índice do recinto é calculado, onde a sala tem dimensões de 5,1 x 5,9m com pé direito de 3m, e altura do plano de trabalho de 0,75m.

$$K = \frac{a \times b}{h(a+b)} = \frac{5,1 \times 5,9}{(3-0,75) \times (5,1+5,9)} = \frac{30,09}{24,75} = 1,2$$

O fator de fluxo luminoso, BF, será considerado 1, neste exemplo. O fator de depreciação Fd será 0,91 – o ambiente é considerado limpo, com período de manutenção de 5000h.

Para o cálculo do fator de utilização FU, pode-se utilizar os valores das eficiências do recinto η_R e da luminária η_L . Uma segunda opção é buscar direto no catálogo da luminária o seu FU, a partir do índice do recinto K. O índice de refletância do ambiente será de 70% para o teto, 50% para as paredes, 10% para o piso – esquema 751.

| Room Index k | Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE) | | | | | | | | | | |
|--------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.80 | 0.80 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.50 | 0.50 | 0.30 | 0.30 | 0.00 |
| 0.60 | 0.35 | 0.34 | 0.35 | 0.34 | 0.33 | 0.30 | 0.30 | 0.28 | 0.30 | 0.28 | 0.27 |
| 0.80 | 0.41 | 0.39 | 0.41 | 0.40 | 0.38 | 0.35 | 0.35 | 0.33 | 0.35 | 0.33 | 0.32 |
| 1.00 | 0.46 | 0.43 | 0.45 | 0.44 | 0.42 | 0.40 | 0.39 | 0.37 | 0.39 | 0.37 | 0.36 |
| 1.25 | 0.50 | 0.46 | 0.49 | 0.47 | 0.46 | 0.43 | 0.43 | 0.41 | 0.42 | 0.41 | 0.40 |
| 1.50 | 0.53 | 0.48 | 0.52 | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.45 | 0.43 | 0.45 | 0.43 | 0.42 |
| 2.00 | 0.58 | 0.52 | 0.56 | 0.54 | 0.51 | 0.49 | 0.49 | 0.47 | 0.48 | 0.47 | 0.46 |
| 2.50 | 0.61 | 0.53 | 0.59 | 0.56 | 0.53 | 0.52 | 0.51 | 0.50 | 0.50 | 0.49 | 0.48 |
| 3.00 | 0.63 | 0.55 | 0.61 | 0.57 | 0.54 | 0.53 | 0.52 | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0.49 |
| 4.00 | 0.65 | 0.56 | 0.63 | 0.59 | 0.55 | 0.54 | 0.54 | 0.53 | 0.53 | 0.52 | 0.51 |
| 5.00 | 0.66 | 0.57 | 0.64 | 0.60 | 0.56 | 0.55 | 0.54 | 0.54 | 0.53 | 0.53 | 0.52 |








Fonte: Catálogo online da Philips.

Para a “Sala de Reuniões”, consideram-se índices de refletância de 70% para o teto, 50% para as paredes e 10% para o piso. De acordo com a tabela 6, com os dados da luminária Philips TCS050, o FU será de 0,42.

O fluxo luminoso total que o conjunto lâmpadas/luminárias deverão produzir para o recinto é dado pela equação:

$$\Phi_{\text{total}} = \frac{E \times S}{FU \times F_d \times BF} = \frac{200 \times 30,09}{0,42 \times 0,91 \times 1} = 15699 \text{ LN}$$

A lâmpada escolhida será a fluorescente tubular FO32W/840 da Osram. O IRC é de 80-89 e a temperatura de cor de 4000K, ideal para ambientes ativos.

| |  Potência |  Fluxo Luminoso |  Temp. de Cor |  Índice de Reprodução |  Diâmetro |  Comprimento |  Base |
|-----------|--|--|--|--|--|---|--|
| FO32W/840 | 32 | 2700 | 4000 | 80-89 | 26 | 1200 | G13 |

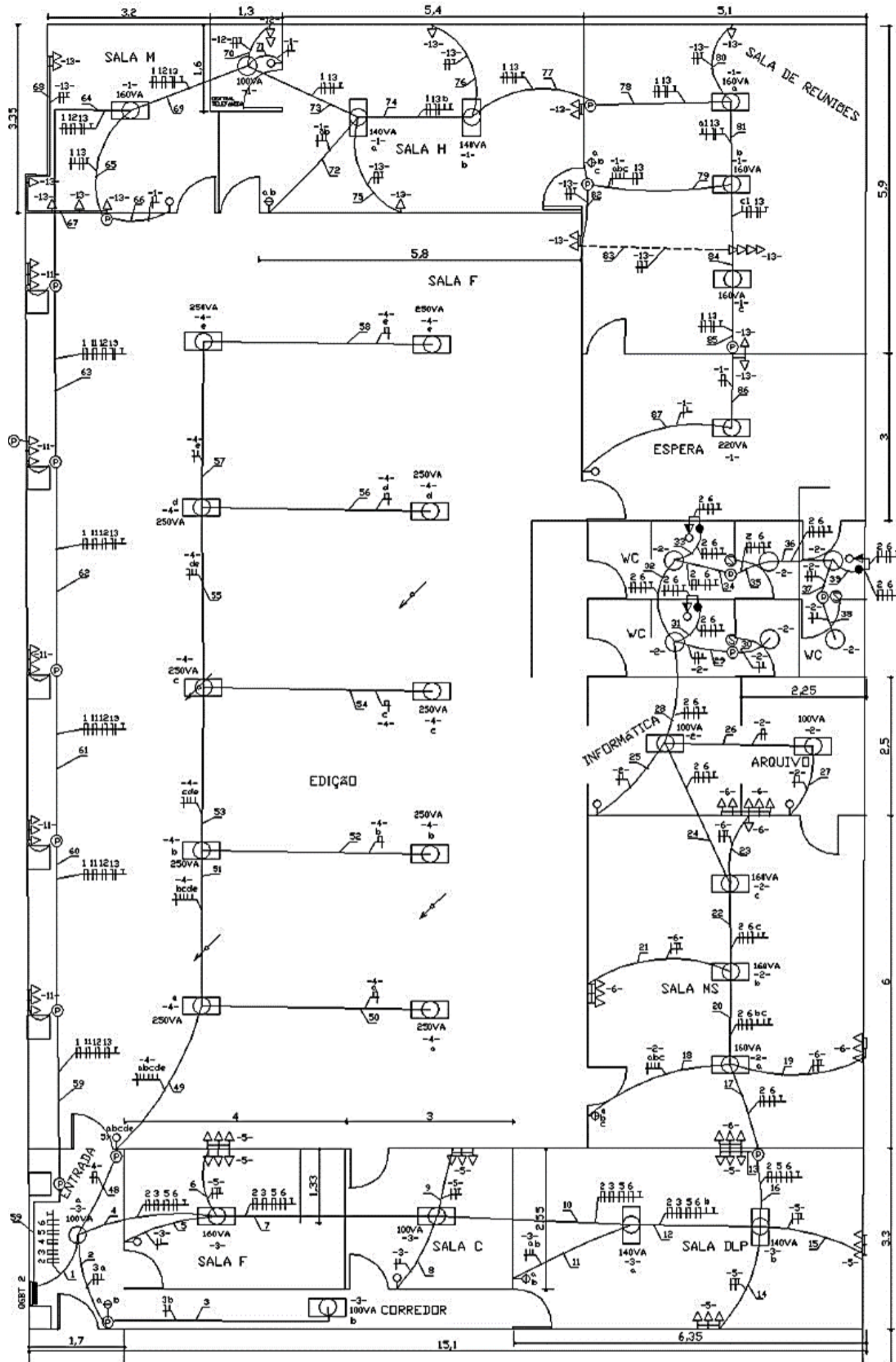
O número de lâmpadas necessário é dado pela equação (9).

$$n = \frac{\Phi_{\text{total}}}{\Phi_{\text{da LÂMPADA}}} = \frac{15699}{2700} = 5,8 = 6 \text{ lâmpadas}$$

Neste caso, como as luminárias comportam 2 lâmpadas, serão 3 luminárias com 2 lâmpadas cada, distribuídas uniformemente na sala.

O projeto luminotécnico, por ser subjetivo, depende da experiência do projetista quanto ao aspecto que a sala terá quanto a disposição das luminárias. Por exemplo, nesta sala, com essa lâmpada e esse fluxo luminoso, foram necessárias 6 lâmpadas em 3 luminárias para se atingir o fluxo luminoso adequado. Isso porque a equação (8) utilizou 200 lx para a iluminação. Se fosse utilizado $E = 750 \text{ lx}$, por exemplo, mantendo-se a mesma luminária, seriam necessárias 26 lâmpadas fluorescentes tubulares FO32W/840 da Osram para atender os requisitos de fluxo luminoso – o que seria inviável esteticamente e um exagero quanto a iluminação, na prática, para as necessidades do recinto. Um fluxo luminoso de 2700 lm, tal qual o da FO32W/840 da Osram, é um valor de mercado fácil de encontrar. Isso é necessário quando forem feitas trocas de lâmpadas, pois nem sempre algum valor específico ou especial está disponível. Se um projeto é feito com alguma lâmpada específica, não habitual do mercado, nada garante que sua futura troca será pela mesma marca e modelo, pelo mesmo fluxo luminoso ou pelo mesmo tamanho para alocação dentro da luminária. Isso faria com que a troca de lâmpada mudasse o valor de iluminação previamente projetado e necessário da sala, alterando o conforto luminoso do recinto. O projetista deve levar em conta essas situações para definir os pontos de luz no teto e o que será instalado: lâmpadas fluorescentes tubulares, compactas, especiais ou incandescentes.

Quanto as especificações da NBR 5410:2004, a previsão de carga do circuito fica definida de acordo com a área do recinto. A “Sala de Reuniões” tem 30m². A Norma diz que em cômodo ou dependências com área superior a 6m², deve ser prevista uma carga mínima de 100VA para os primeiros 6m², acrescida de 60VA para cada aumento de 4m² inteiros. Portanto, para este circuito, a carga prevista deve ser de 460VA.



EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO DE ILUMINÂNCIA DE INTERIOR

Deseja-se compor o projeto e dimensionamento para iluminar uma marcenaria de $10,50 \times 42,00$ metros, pé-direito de 4,60 m.

A marcenaria destina-se ao polimento e pintura de móveis, operação esta realizada em mesas de 1,0 m. Deseja-se usar lâmpadas fluorescentes em luminárias industriais, com 4 lâmpadas de 32 watts — 127 volts cada. Dessa forma, calcular o número e a disposição dessas luminárias pelo método dos Lumens.

RESOLUÇÃO:

1) Seleção da iluminância mantida

Tomando por base a informação sobre o ambiente de trabalho e a tabela abaixo, a iluminância mantida (E_m), neste caso, é de 750 lux.

| Tipo de ambiente, tarefa ou atividade | E_m lux | Observações |
|--|-----------|---|
| Marcenaria e indústria de móveis | | |
| Polimento, pintura, marcenaria de acabamento | 750 | Nas entradas e saídas, estabelecer uma zona de transição, a fim de evitar mudanças bruscas. |
| Trabalho em máquinas de marcenaria | 500 | |

2) Escolha das luminárias e lâmpadas

A partir do catálogo abaixo (próxima página), a luminária escolhida foi: industrial, com 4 lâmpadas de 32 watts (TMS 500 c/RA 500 – K).

3) Determinação do índice do local

Sabemos que a altura da superfície de trabalho é 1m e que o pé direito é 4,6m, então podemos admitir que a luminária será montada a 0,80m do teto, logo a altura de montagem da luminária será:

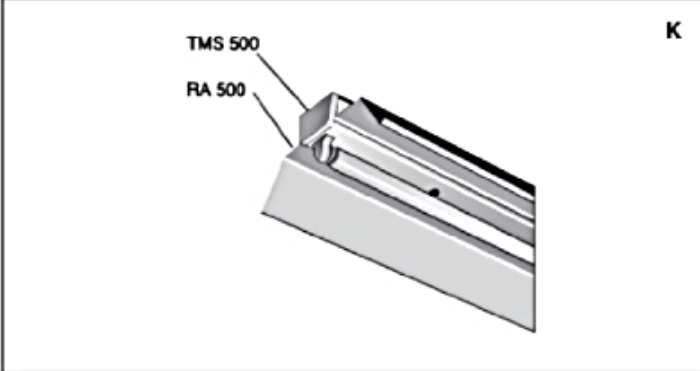
$$h_m = 4,60 - 1,00 - 0,80 = 2,80 \text{ m}$$

Sendo assim, o índice do local é dado por:

$$k = \frac{c.l}{h_m(c+1)}$$

$$k = \frac{10,50.42}{2,80(10,50 + 42)}$$

$$k = 3$$



| TMS 500 c/ RA 500 – 1 TLD 32W | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ÍNDICE DO LOCAL K | REFLETÂNCIAS | | | | | | | | |
| | 751 | 731 | 711 | 551 | 531 | 511 | 331 | 311 | 000 |
| 0,60 | 0,44 | 0,38 | 0,34 | 0,43 | 0,38 | 0,34 | 0,38 | 0,34 | 0,33 |
| 0,80 | 0,52 | 0,46 | 0,42 | 0,51 | 0,46 | 0,42 | 0,45 | 0,42 | 0,40 |
| 1,00 | 0,59 | 0,53 | 0,49 | 0,57 | 0,52 | 0,49 | 0,52 | 0,48 | 0,46 |
| 1,25 | 0,64 | 0,59 | 0,55 | 0,63 | 0,58 | 0,55 | 0,58 | 0,54 | 0,52 |
| 1,50 | 0,69 | 0,64 | 0,60 | 0,67 | 0,63 | 0,59 | 0,62 | 0,59 | 0,57 |
| 2,00 | 0,75 | 0,71 | 0,67 | 0,73 | 0,70 | 0,67 | 0,69 | 0,66 | 0,64 |
| 2,50 | 0,79 | 0,75 | 0,72 | 0,77 | 0,74 | 0,71 | 0,73 | 0,71 | 0,69 |
| 3,00 | 0,81 | 0,78 | 0,76 | 0,79 | 0,77 | 0,75 | 0,76 | 0,74 | 0,72 |
| 4,00 | 0,84 | 0,82 | 0,80 | 0,82 | 0,80 | 0,79 | 0,79 | 0,78 | 0,75 |
| 5,00 | 0,86 | 0,84 | 0,82 | 0,84 | 0,82 | 0,81 | 0,81 | 0,80 | 0,77 |

4) Determinação do índice do local

Como trata-se de uma mercearia, podemos considerar o teto branco e as paredes e o pisos escuros

| Índice | Reflexão | Significado |
|--------|----------|-------------------|
| 1 | 10 % | Superfície escura |
| 3 | 30 % | Superfície média |
| 5 | 50 % | Superfície clara |
| 7 | 70 % | Superfície branca |

De acordo com a tabela acima:

- 7: teto de superfície branca;
- 3: parede de superfície média;
- 1: piso de superfície escura.

Logo, a refletância do ambiente será 731.

5) Determinação do coeficiente de utilização

Como já determinamos o índice do local e a refletância, o fator de utilização é facilmente localizado pela tabela mostrada anteriormente. Sendo o Coeficiente de utilização: 0,78.

6) Determinação do fator de manutenção de referência

Consideraremos a carga de poluição ambiente normal e luminárias com pequena tendência de coleta de poeira. Fator de manutenção: 0,67.

| Fator de Manutenção | Exemplo |
|---------------------|---|
| 0,80 | Ambiente muito limpo, ciclo de manutenção de um ano, 2 000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 8 000 h, substituição individual, luminárias direta e direta/indireta com uma pequena tendência de coleta de poeira. |
| 0,67 | Carga de poluição normal no ambiente, ciclo de manutenção de três anos, 2 000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 12 000 h, substituição individual, luminárias direta e direta/indireta com uma pequena tendência de coleta de poeira. |
| 0,57 | Carga de poluição normal no ambiente, ciclo de manutenção de três anos, 2 000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 12 000 h, substituição individual, luminárias com uma tendência normal de coleta de poeira. |
| 0,50 | Ambiente sujo, ciclo de manutenção de três anos, 8 000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 8 000 h, LLB, substituição em grupo, luminárias com uma tendência normal de coleta de poeira. |

7) Cálculo do fluxo luminoso total

Após seguirmos todos os passos anteriores, estamos aptos a calcular o fluxo luminoso total pela expressão a seguir.

$$\Phi = \frac{S \cdot E_m}{u \cdot d}$$

$$\Phi = \frac{(10,5 \cdot 42) \cdot 750}{0,78 \cdot 0,67}$$






$$\Phi = 632893 \text{ lumens}$$

8) Espaçamento entre luminárias

Pela tabela abaixo, considerando iluminação semidireta, o espaçamento máximo entre as luminárias, em relação à distância da luminária ao piso teto, será:

$$e_{\text{máx}} = 0,9 \cdot h_m$$

$$e_{\text{máx}} = 0,9 \cdot 3,8 \cong 3,42 \text{ m}$$

| Direta | Semidireta | Geral difusa | Semi-indireta | Indireta |
|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| Da luminária ao piso | | | Do teto ao piso | |
| 0,9 | 0,9 | 1 | 1 | 1 |
| vezes em h_m | | | vezes em h_m | |

9) Quantidade e disposição das luminárias

Sabemos que as lâmpadas utilizadas serão de 32 W, dessa forma o fluxo luminoso de cada uma será de 2 950 lumens, conforme a tabela abaixo.

| Incandescente | | Fluorescente | | Vapor de mercúrio | |
|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| Potência (watts) | Fluxo luminoso (lumens) | Potência (watts) | Fluxo luminoso (lumens) | Potência (watts) | Fluxo luminoso (lumens) |
| 25 | 230 | 20 | 1 100 | 80 | 3 600 |
| 40 | 450 | 32 | 2 950* | 125 | 6 300 |
| 60 | 800 | 40 | 3 000 3 500* | 250 | 12 700 |
| 100 | 1 500 | 110 | 7 800 | 400 | 22 000 |

Dessa forma, o fluxo por luminária será de: $\varphi = 4.2950 = 11800$ lumens.

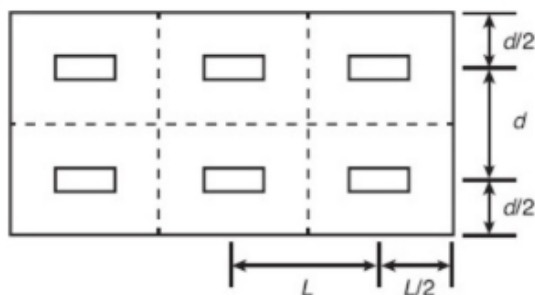
De posse dessa informação, podemos calcular o número de luminárias necessárias por:

$$n = \Phi / \varphi$$

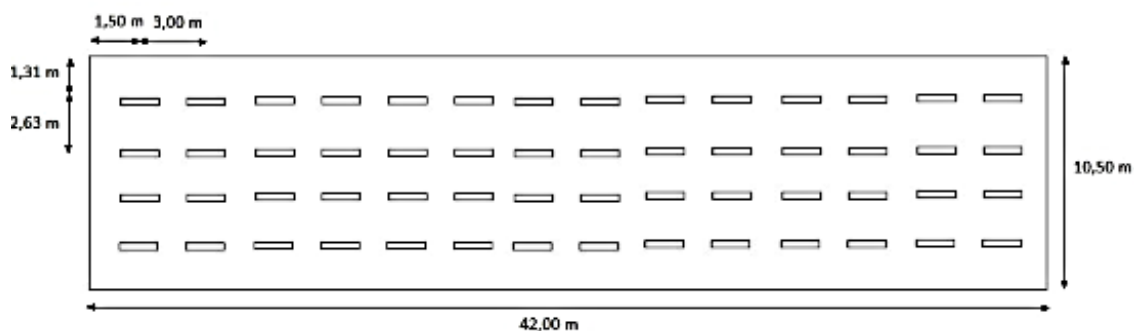
$$n = 632893 / 11800 = 53,63$$

$$n = 54 \text{ luminárias}$$

Conhecido o número total de luminárias necessárias, basta agora distribuí-las uniformemente no ambiente, de acordo com a regra abaixo.



A disposição resultante para a marcenaria foi a seguinte, com 14 fileiras de 4, totalizando 56 luminárias.



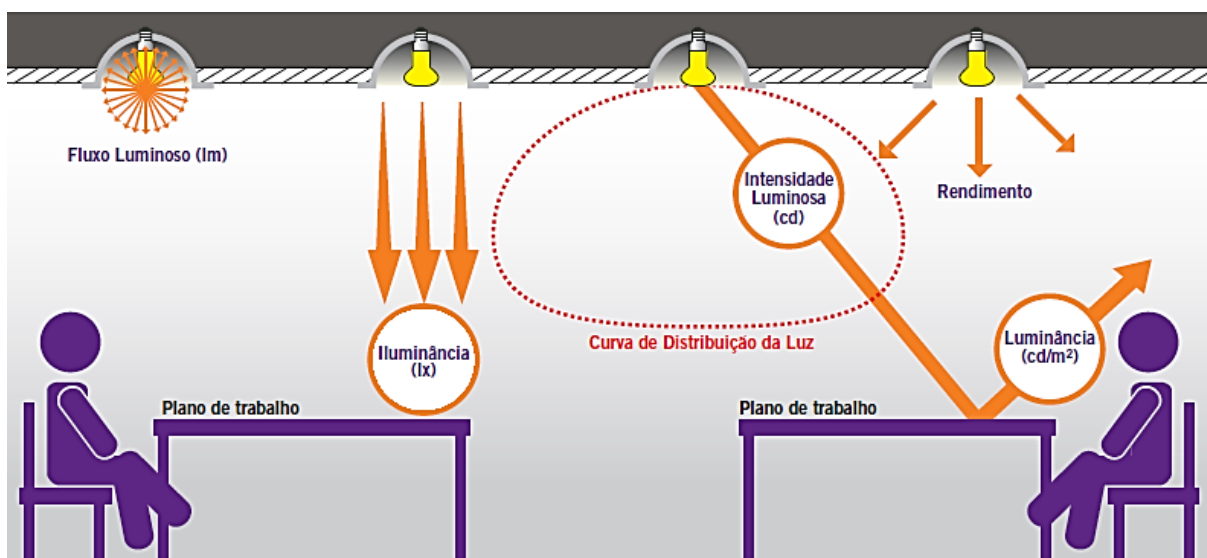
Da mesma forma analítica mostrada, pode ser utilizada a planilha eletroeletrônica disponível no ambiente de apoio, sendo apresentada abaixo.

| ILUMINÂNCIA DE INTERIORES | | | |
|---------------------------|--|---|--|
| Caract. Geométricas | Comprimento (m) = 10.50 | Área (m ²) = 441.00 | Iluminância (NBR-5413) Inferior Médio Superior 500 750 1000 (Lux/ Atividade Exercida) |
| | Largura (m) = 42.00 | | |
| | Pé Direito (m) = 4.60 | h bancada (m) = 1.00 | |
| | h = 2.80 | h pinjente (m) = 0.80 | |
| Iluminação | Direta | K < 3.00 | Adota-se K (coeficiente de utilização) pelo índice do local e refletância da luminária |
| | Indireta | K < 4.50 | |
| Luminância | Idade média = 50 anos | Peso = 0 | *conforme aba Luminância Σ Peso = 0 – Lux 750 |
| | Velocidade e Precisão da Tarefa = Importante | Peso = 0 | |
| | Refletância = 30-70% | Peso = 0 | |
| Categ. | Refletância do Ambiente = 7-3-1 | (7) teto superfície branca, (3) parede de superfície média e (1) piso superfície escura | |
| Luminária | Tipo de Luminária: Industrial (TMS-500 c/RA 500K) | *conforme aba Lâmpada | |
| | Qtd de Lâmpadas: 4 unidades | | |
| | Potência da Luminária: 32 W | | |
| | Espaçamento máximo entre Luminárias: 4.14 m | | |
| | Fluxo Luminoso por Luminária: 11800 lumens | | |

| | | | |
|--|--------------------------------------|--|-----------------------|
| Fluxo Luminoso Total (l) | E(lux/atividade) = 750 | I = 632,893 lumens | |
| | S(m ²) = 441.00 | | |
| | Coef. Manutenção = 0.67 | *conforme aba Fator de Manutenção (5000 horas) | |
| | K = 13.70 | K tabela = 0.78 | *conforme aba Lâmpada |
| Lâmpada | Tipo de Lâmpada: Fluorescente | *conforme aba Lâmpada | |
| | Qtd de Lâmpadas: 4 unidades | | |
| | Potência da Lâmpada: 32 watts | | |
| | Fluxo Luminoso: 2950 lumens | | |
| Cálculo | Quantidade de Luminárias: | 54 | Unidades |
| | Quantidade de Lâmpadas: | 216 | Unidades |
| Quantidade de Luminárias (Projeto): | | 56 | Unidades |
| Quantidade de Lâmpadas (Projeto): | | 224 | Unidades |
| *células de preenchimento | | | |

14 FERRAMENTA ONLINE DE LUMINOTÉCNICA

Para calcular o número adequado de luminárias para um ambiente, deve-se antes conhecer algumas informações básicas. Mostrados nos capítulos anteriores e apresentados esquematicamente na imagem abaixo.



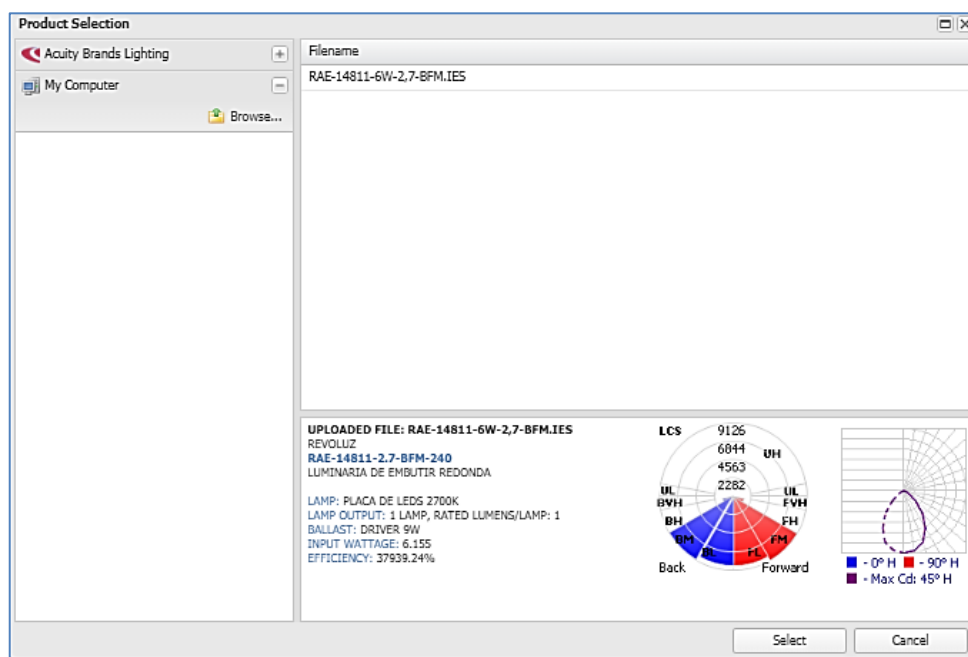
Para auxílio na sistemática de dimensionamento e especificação das luminárias, pode ser utilizada a plataforma online do link: <http://www.revoluz.com.br/calculo.asp>

Como premissa de projeto, escolhe-se o tipo de luminária para o projeto. Para tanto, encontra-se aquela de escolha arquitetônica e conforme características do ambiente de instalação dentre aquelas de catálogo (imagem na sequência de alguns modelos disponíveis para uso interno e externo).



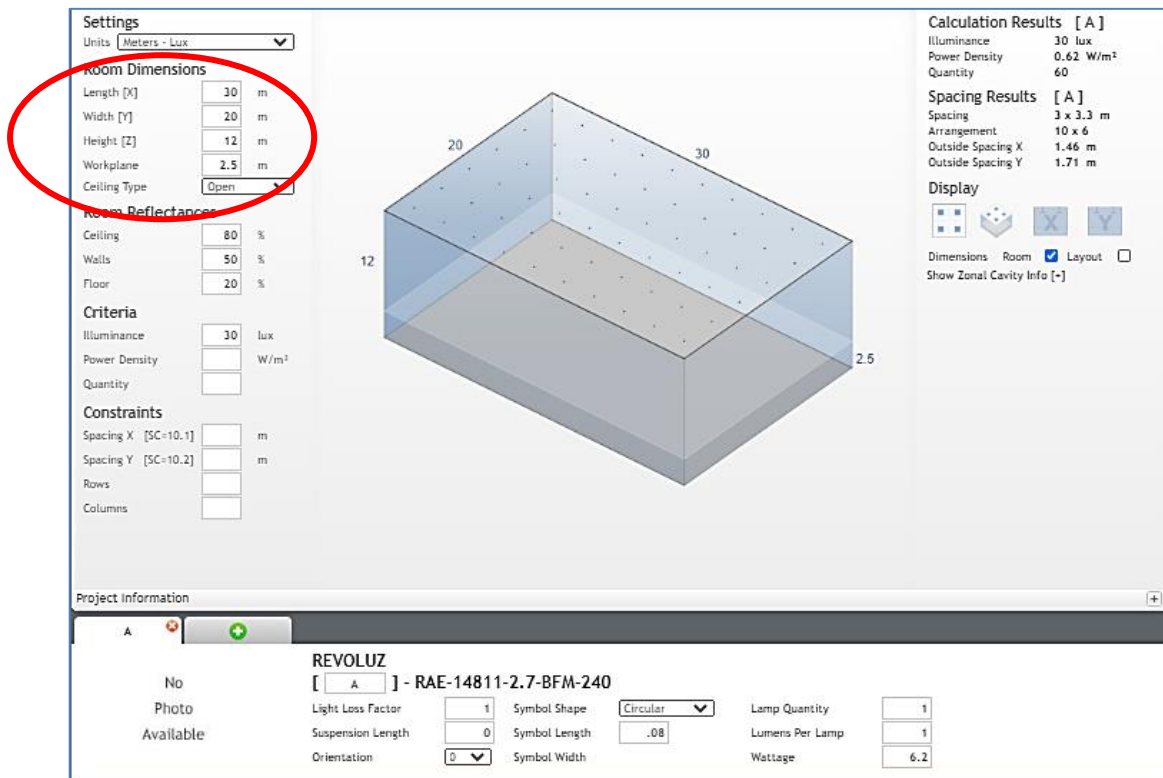


Após, faz-se download do arquivo IES onde constam os dados de iluminação da luminária, a forma de luz e dados relativos ao consumo. Na sequência faz-se upload pela plataforma online, conforme imagem à seguir.

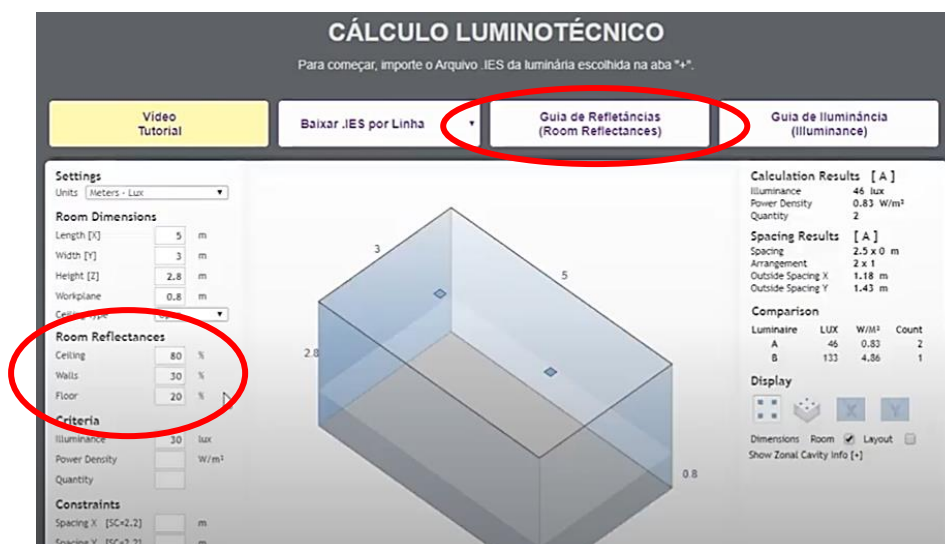


Para o cálculo luminotécnico por plataforma online, é necessário seguir três etapas básicas, descritas à seguir:

Com relação às dimensões do ambiente (etapa 1), deve-se preencher conforme características geométricas do ambiente: comprimento (x), largura (y), altura (z) e altura do plano de trabalho (*workplane*).

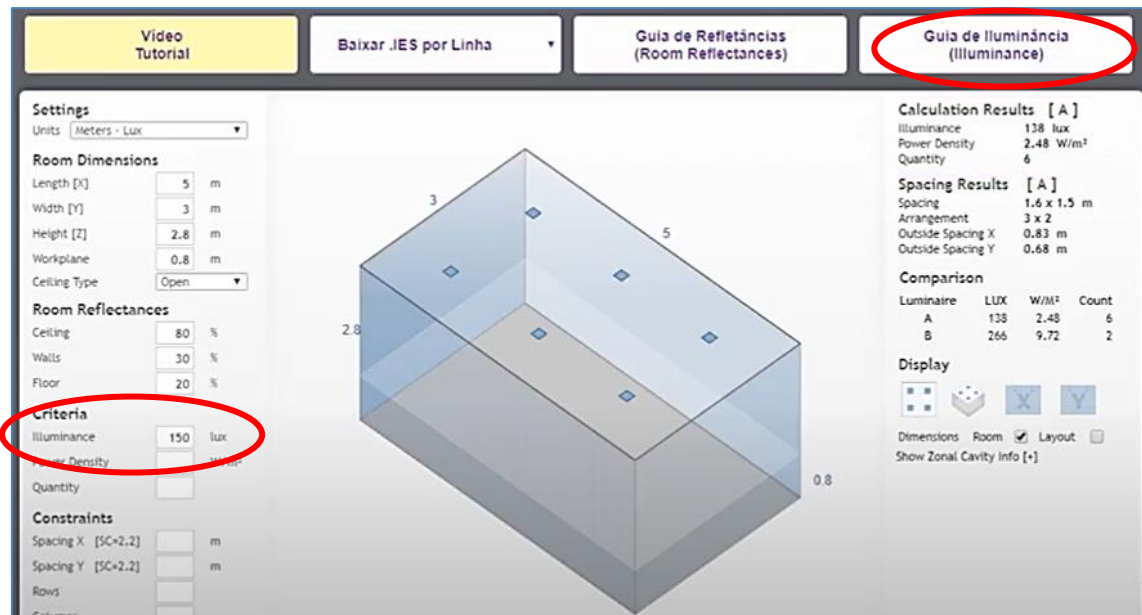


A segunda etapa refere-se à luminância (o quanto as cores influenciarão o ambiente). Para tanto, pode ser consultado o Guia de Refletância contido em aba junto à tela de dimensionamento. No caso de teto branco, 80%, paredes em cinza médio, 30% e o piso é amadeirado, 20%.



A terceira etapa refere-se à Iluminância do local (relação com a atividade desenvolvida). Para tanto, pode-se consultar o Guia de Iluminância contido em aba junto à

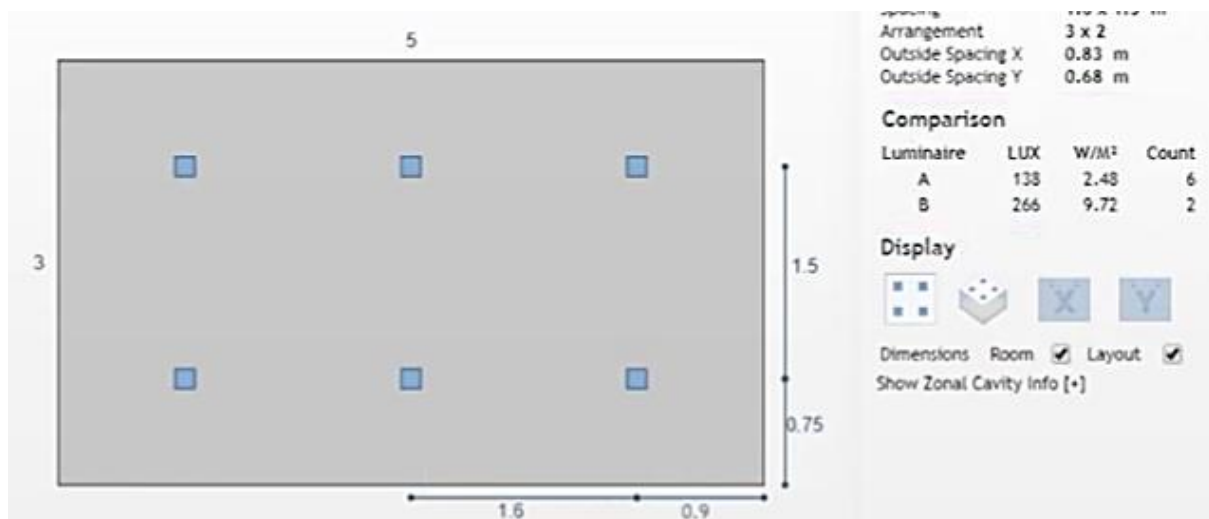
tela de dimensionamento. No caso, considerando uma Sala de Estar, têm-se a indicação de iluminância média de 150 lux. Após, preenche-se o critério de iluminância preconizado.



Ao lado direito serão apresentados os valores de dimensionamento, sendo eles:

- ➔ Resultado final de iluminância;
- ➔ Consumo (W/m²);
- ➔ Quantidade de luminárias.

Para visualizar as luminárias dispostas no teto e a indicação do espaçamento entre elas, clica-se na representação de *display* como planta baixa e seleciona-se *layout*, conforme mostrado à seguir.




Há opção de analisar comparativamente diferentes tipos de luminárias para o ambiente, bastando fazer upload dos diferentes arquivos IES. Cada modelo será carregado na plataforma e elencado como: A, B, C,...

Ao final, utiliza-se o comando ctrl+P para imprimir como *.pdf e obter um arquivo que pode ser adicionado em conjunto com projeto arquitetônico ou memorial descritivo. Modelo mostrado abaixo.

21/07/2020 Visual Interior Tool

Visual Interior Tool™



Settings

Units Meters - Lux

Room Dimensions

Length [X] 30 m

Width [Y] 20 m

Height [Z] 12 m

Workplane 2.5 m

Ceiling Type Open

Room Reflectances

Ceiling 80 %

Walls 50 %

Floor 20 %

Criteria

Illuminance 150 lux

Power Density W/m²

Quantity

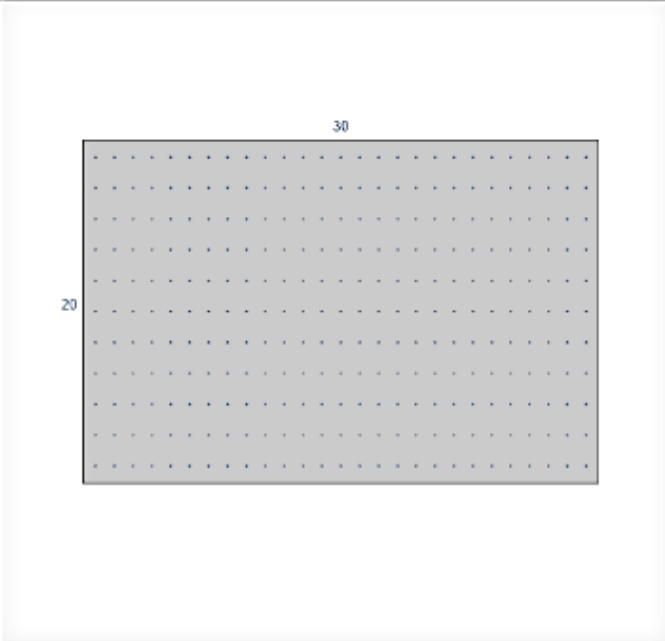
Constraints

Spacing X [SC+10.1] m

Spacing Y [SC+10.2] m

Rows

Columns



Calculation Results [A]

Illuminance 150 lux

Power Density 3.07 W/m²

Quantity 297

Spacing Results [A]

Spacing 1.1 x 1.8 m

Arrangement 27 x 11

Outside Spacing X 0.66 m

Outside Spacing Y 0.96 m

Display

Dimensions Room Layout

Show Zonal Cavity Info [+]

Project Information +

No
Photo
Available

REVOLUZ

[A] - RAE-14811-2.7-BFM-240

| | | | | | |
|-------------------|--|---------------|---|-----------------|--|
| Light Loss Factor | <input style="width: 80%;" type="text" value="1"/> | Symbol Shape | Circular | Lamp Quantity | <input style="width: 80%;" type="text" value="1"/> |
| Suspension Length | <input style="width: 80%;" type="text" value="0"/> | Symbol Length | <input style="width: 80%;" type="text" value=".08"/> | Lumens Per Lamp | <input style="width: 80%;" type="text" value="1"/> |
| Orientation | 0 | Symbol Width | | Wattage | <input style="width: 80%;" type="text" value="6.2"/> |

Copyright 2011-2020, Acuity Brands Lighting, Inc. Visual Interior Tool version: 2.0.3.1. Results generated by this tool are provided for informational purposes only, without any warranty as to accuracy, completeness, reliability or otherwise. The calculated results may be dependent on user provided data or data provided from publicly available sources, and do not take into account all factors and circumstances. The Visual Support Center is available at support@visual-3d.com

15 DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A instalação elétrica compreende a implementação física dos componentes das ligações elétricas, a conexão entre a fonte geradora de energia elétrica e as cargas elétricas. Nas instalações elétricas em baixa tensão, a fonte geradora vem da concessionária e as cargas são os eletrodomésticos e eletroeletrônicos que conecta-se nas tomadas.

Uma instalação elétrica pode ser dividida nas seguintes partes:

- **Infraestrutura da instalação elétrica:** compõem a infraestrutura os eletrodutos, caixas de passagem, caixa de medidores, fixadores para cabos, bandejas elétricas, leitos elétricos, eletrocalhas, suportes e etc.
- **Medição e proteção:** esta parte da instalação elétrica é composta por todos os medidores, disjuntores, fusíveis e relés que monitoram e protegem as instalações elétricas.
- **Cabeamento:** são os condutores responsáveis por conectar a fontes às cargas elétricas, como equipamentos elétricos e eletrônicos, motores e etc.
- **Controle:** a parte de controle numa residência por exemplo são interruptores para o sistema de iluminação, sensores para automatização ou sistemas para controle de uma bomba de piscina. Sua função é acionar e desacionar cargas.

Os tipos de instalações elétricas são instalações elétricas prediais, comerciais e industriais. As principais diferenças entre elas são a complexidade das instalações e a potência instalada.

Em uma instalação elétrica predial ou residencial, o sistema de controle basicamente é composto por interruptores para as lâmpadas e provavelmente nenhum relé vai ser usados nesta instalação. Já em uma instalação elétrica industrial, serão usados vários sistemas de medição para controlar o consumo energético em cada fase de uma produção, diversos relés para controle de processo e proteção de máquinas e equipamentos, vários sistemas de controle utilizando comandos elétricos e automação elétrica.

A potência instalada de equipamentos em uma instalação é muito maior em caso de instalações elétrica industriais se comparada as instalações residências elétricas, esta diferença cria a necessidade de muitos sistemas de medição, proteção e controle e isto muda a complexidade dos sistemas

O projeto elétrico é a reunião das informações das instalações elétricas, todo projeto de instalações elétricas é composto por tabelas de informações, diagramas elétricos e símbolos das instalações elétricos. Todo projeto deve seguir as normas de instalações elétricas como a

NBR-5410 Instalações elétricas de baixa tensão, a NBR-5444 Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais e a NR-10 Segurança em instalações e serviços em eletricidade.

Segurança em instalações elétricas é um ponto muito importante e o projeto colabora para que a segurança desta instalação elétrica seja garantida, o projeto de instalação elétrica contém todos os parâmetros de segurança que devem ser adotados.

Quanto ao tipo de fornecimento de energia elétrica, pode-se classificar:

→ **Monofásico:**

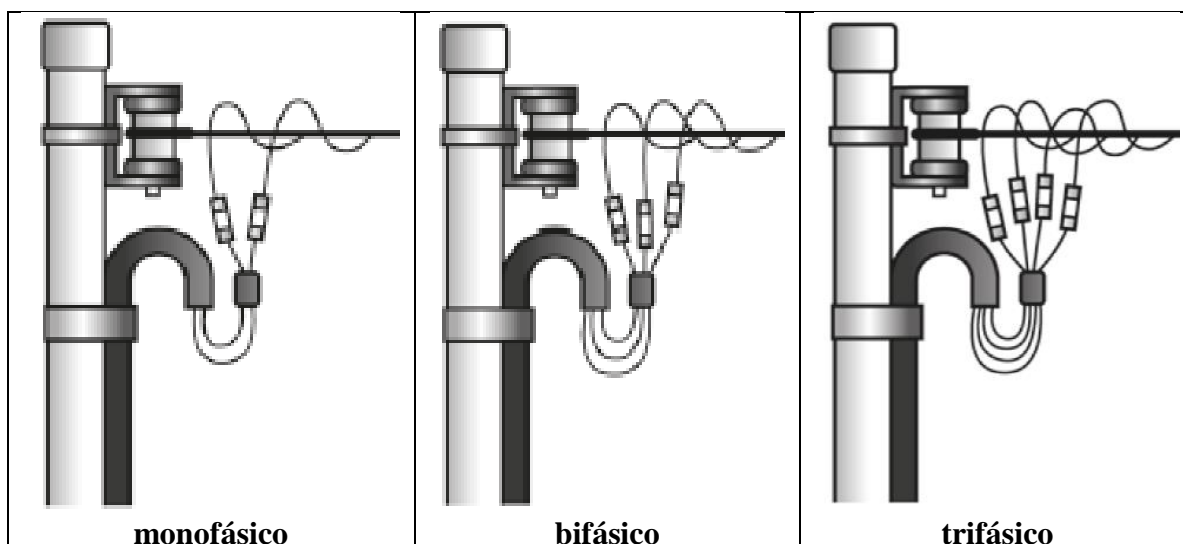
- Feito a dois fios: um fase e um neutro, com tensão de 110 Vca, 127 Vca ou 220 Vca;
- Normalmente, é utilizado nos casos em que a potência ativa total da instalação é inferior a 12 kW.

→ **Bifásico:**

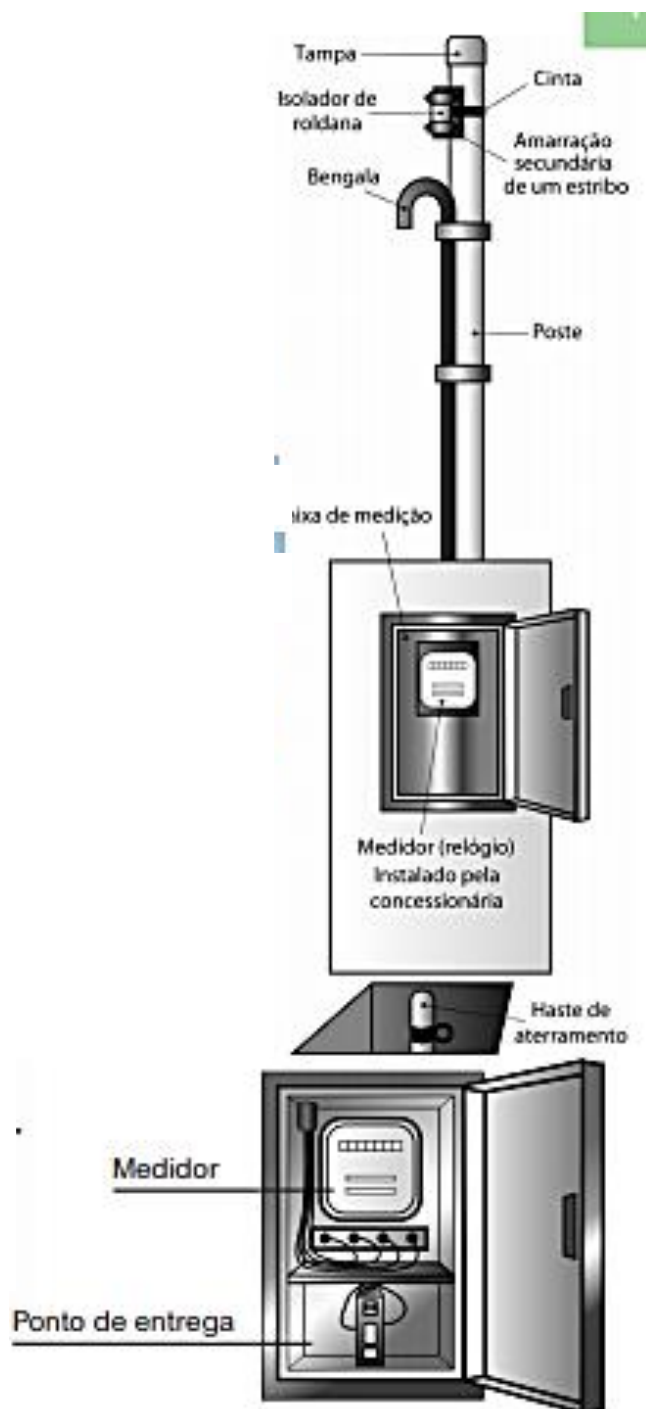
- Feito a três fios: duas fases e um neutro, com tensão de 110 ou 127 Vca entre fase e neutro e de 220 Vca entre fase e fase;
- Normalmente, é utilizado nos casos em que a potência ativa total da instalação é maior que 12 kW e inferior a 25 kW;
- É o mais utilizado em instalações residenciais.

→ **Trifásico:**

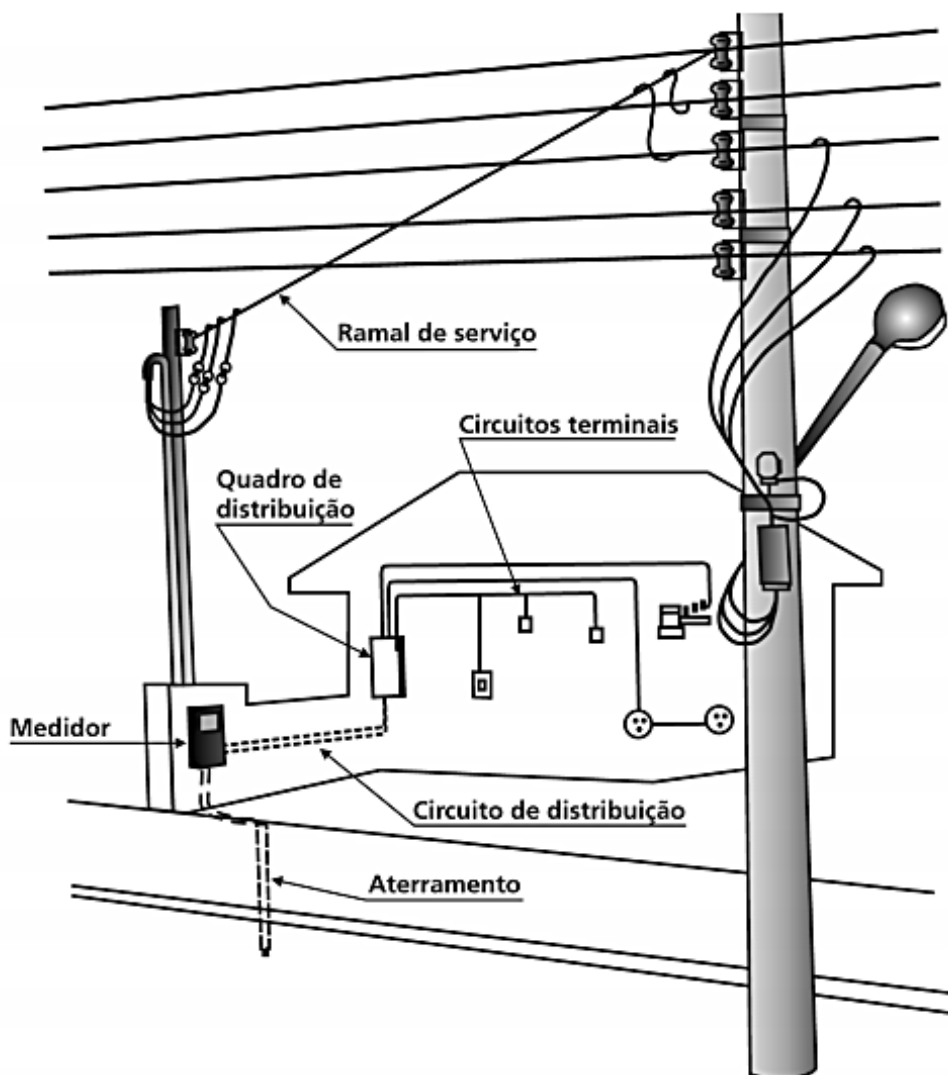
- Feito a quatro fios: três fases e um neutro, com tensão de 110 ou 127 Vca entre fase e neutro e de 220 Vca entre fase e fase.
- Normalmente, é utilizado nos casos em que a potência ativa total da instalação é maior que 25 kW e inferior a 75 kW, ou quando houver motores trifásicos ligados à instalação.



Uma vez determinado o tipo de fornecimento, pode-se determinar também o padrão de entrada, que vem a ser, o poste com isolador, a roldana, a bengala, a caixa de medição e a haste de terra, que devem ser instalados de acordo com as especificações técnicas da distribuidora de energia para o tipo de fornecimento. Com o padrão de entrada pronto e definido, de acordo com as normas técnicas, é dever da distribuidora de energia fazer uma inspeção. Se a instalação estiver correta, a distribuidora de energia instala e liga o medidor e o ramal de serviço.



Através do circuito de distribuição, a energia é levada do medidor (ponto de entrega) até o quadro de distribuição, mais conhecido como quadro de luz.

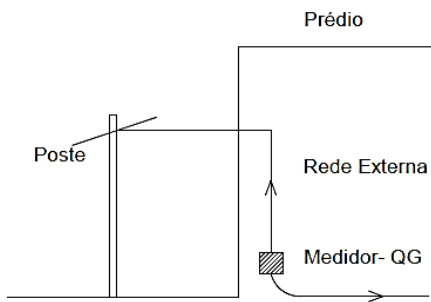


Na instalação do ramal de serviço, devem ser observados os seguintes requisitos:

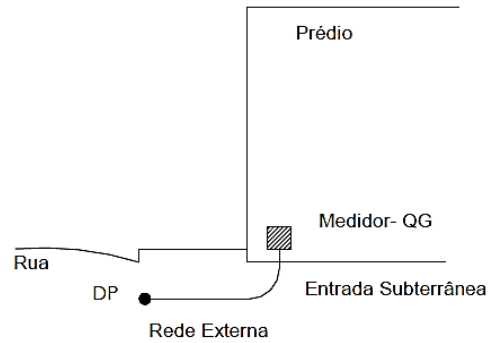
- ➔ Entrar preferencialmente pela frente da edificação
- ➔ Não cortar terrenos de terceiros;
- ➔ Não passar sobre áreas construídas;
- ➔ Não ser acessível de janelas e sacadas;
- ➔ Comprimento máximo de vão livre de 30 m;

Os ramais de ligação podem ser aéreos, subterrâneos ou embutido em alvenaria. Abaixo mostram-se exemplos de entrada de unidade consumidora (edificação)

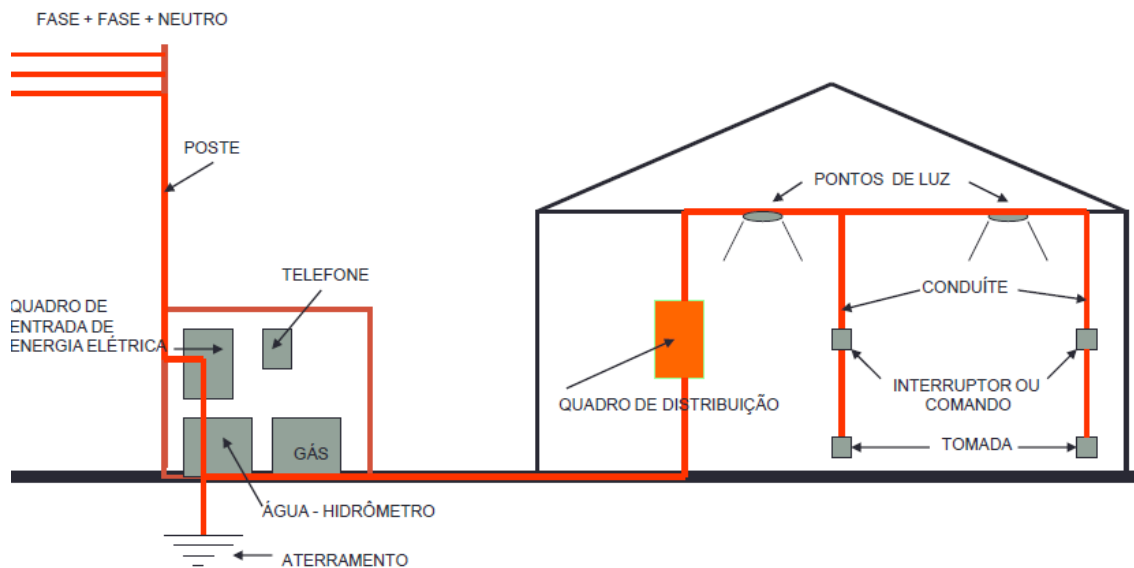
Distribuição aérea



Distribuição subterrânea



Em resumo, mostra-se pelo desenho esquemático abaixo exemplo de rede de distribuição de energia elétrica para edificação até o final de circuito, onde estão ligados os equipamentos à rede elétrica.



EXEMPLO DE MEMORIAL DESCRITIVO

OBJETO: estas especificações têm por objeto definir os materiais e serviços, a serem executados na construção de uma Casa Residencial, destinada à residência Unifamiliar, localizada a Av. Qualquer Uma esq. c/ Rua Qualquer Outra, em Porto Alegre – RS.

CARGA A INSTALAR: conforme projeto e discriminado no quadro de cargas são os seguintes totais:

1° e 2° Pavimento : 16.980 W

| | | |
|----|------------------|----------------|
| CD | Iluminação | = 1.920W |
| | Tomadas | = 8.060W |
| | Tomadas Ar Cond. | = 3.000W |
| | Chuveiro | = 4.000W |
| | Total | 16.980W |

RAMAL DE ENTRADA: será a partir da rede de baixa tensão da concessionária com cabos 0,6/1kV configuração 3#10,0 mm² + 10,0 mm², protegidos mecanicamente na descida do poste por eletrodutos galvanizados 2" x 3m e no trajeto subterrâneo por tubo de PVC branco ø32mm envelopado em concreto.

MEDIÇÃO: a medição será em baixa tensão direta, instalada em uma caixa padrão CEEE. A proteção geral será feita com um disjuntor termomagnético tripolar de 40 A.

RAMAIS ALIMENTADORES: a partir da medição sai o ramal alimentador para o CD instalado no 2° pavimento, conforme especificado abaixo:

- ➔ Ramal alimentador monofásico com cabo 0,6/1kV 4x2,5 mm² protegidos por duto corrugado de PVC 32 mm, embutido na laje do térreo.
- ➔ Este CD será composto por um disjuntor geral unipolar de 40A e 13 disjuntores, sendo um para cada circuito, conforme apresentado na prancha 1. O CD terá suporte para 16 disjuntores.
- ➔ Estes circuitos compreendem a instalação completa da casa (iluminação, tomadas, ar condicionados e chuveiro).

ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS: todos os materiais obedecerão, no mínimo, às normas da NB/3, EB/11, EB/40, EB/81 e EB/83.

ARRUELAS E BUCHAS: serão de ferro galvanizado ou liga especial de Al, Cu, Zn e Mg.

CAIXAS DE FERRO DE EMBUTIR: as caixas devem ser assentadas de tal forma a facear a parede acabada, para os pontos de luz no teto deverão ser rigorosamente centradas em relação as dimensões da peça. Todas em chapa de aço, envernizadas em preto, interna e externamente equipadas com orelha para fixação de dispositivos e orifícios para passagem de dutos. As caixas serão de chapa mínimas: - nº 18 caixa de 100x100 mm, oitavadas, embutidas na laje de

forro. – para interruptores, tomadas, espera de extensão de telefones, chuveiros e interruptores tipo hotel, serão do tamanho 100x50 mm. – para centro de distribuição deverá ser de acordo com os disjuntores adotados, deverá ser equipado com barramento de neutro e porta. A altura em relação ao piso acabado até a parte inferior da caixa será: interruptores h: 120 cm. – tomadas em geral h: 30 cm. – tomadas especiais h: 120 cm. – tomadas de chuveiro elétrico h: 230 cm. – centro de distribuição h: 120 cm.

ELETRODUTOS: para aplicação geral, embutidos em concreto ou alvenaria poderão ser de PVC ou aço tipo pesado. As curvas para eletrodutos serão das mesmas características do duto, o conduto para o fio terra será de PVC rígido. O acabamento junto às caixas será obrigatório com arruelas e buchas.

CONDUTORES: quando para uso em geral e embutidos em eletrodutos serão de cobre eletrolítico, isolamento plástico para 1000V. Para dimensionamento dos condutores foram considerados as cargas e tipos de utilização. A enfição será feita somente após a conclusão dos revestimentos e a limpeza da tubulação. As emendas dos condutores serão soldadas e recobertas com fita isolante (auto fusão), devendo ser colocadas em caixas. Serão utilizados 330 m de fios e cabos Pirastic da Pirelli, sendo 170 m de bitola 1,5 mm², 65 m de bitola 2,5 mm², 80 m de bitola 4 mm² e 15 m de bitola 10 mm².

LUMINÁRIAS: serão utilizadas lâmpadas fluorescentes compactas integradas Philips® da linha residencial, de vários tipos e modelos como Kit Circular (para salas, quartos e circulação), Ambiance (para lustres, abajures) Universal e Deco-Globo (para luminárias, lustres, salas e quartos).

TOMADAS E INTERRUPTORES: serão utilizados tomadas e interruptores da Linha Iriel Verticale 2X4 e 4X4. Serão utilizados interruptores com chaves simples, dupla, paralela e intermediária (chave-cruz), e serão utilizadas tomadas universal redonda e retangular, tomada para computador (2P+T), tomada para telefone placa 2X4 e também placas de conjuntos com interruptores e tomadas.

TOMADAS ESPECIAS: nas tomadas especiais para equipamentos de cozinha, lavanderia, chuveiro elétrico e ar condicionado deverão ser previstos alimentação a três fios, fase, neutro e aterramento.

TERRA: o neutro que chega do medidor será aterrado através de bastão de cobre de 5/8"x240 cm, e não apresentar resistência superior a 20 Ohms. Para aterramento de equipamento especiais tais como computadores, não apresentar resistência superior a 0 Ohms, utilizar aterramento químico ou malha de haste cobreada com distância mínima de 300 cm entre hastes, até atingir a resistência mínima.

COSIDERAÇÕES GERAIS: as tubulações embutidas em paredes e lajes serão do tipo duto corrugado de PVC nas bitolas indicadas no projeto.

Nos pontos de conexão em tomadas e interruptores, e também em trechos longos as tubulações serão intercaladas com caixas de passagem 4"x 2" esmaltadas.

Toda a fiação indicada será do tipo Antichama com isolamento para 750V, nas bitolas indicadas no projeto, conforme queda máxima de tensão para cada circuito.

Todos os chuveiros serão aterrados com fio terra interligada ao aterramento geral junto à caixa de medição da concessionária.

Para a passagem de tubulações na laje em pontos de iluminação serão utilizadas caixas de passagem com fundo móvel oitavadas.

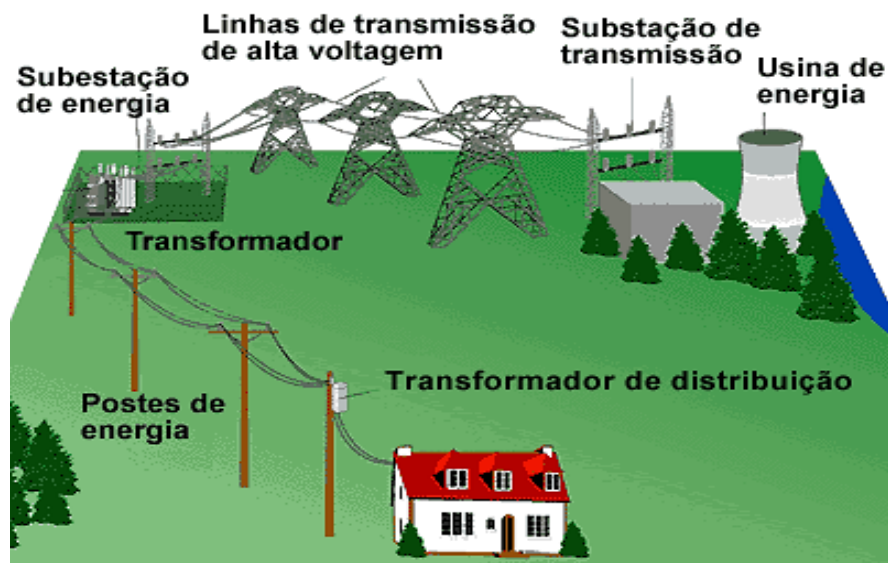
As luminárias fluorescentes terão reatores de alto fator de potência.

ATERRAMENTO: haverá uma descida de aterramento com cabo de cobre nu 10mm² protegido próximo ao solo por um eletroduto de PVC rígido 20 mm.

RECOMENDAÇÕES: além das constantes deste memorial, serão seguidas todas as da NBR 5410 e as dos regulamentos e códigos da concessionária e prefeitura, em tudo o que disser respeito as presentes instalações.

16 REDE ELÉTRICA

A distribuição de energia elétrica ou distribuição de eletricidade é a etapa final no fornecimento de energia elétrica; é a parte do sistema elétrico ligado ao subsistema de transmissão, através do qual faz-se a entrega da energia elétrica aos consumidores, tendo início numa subestação (distribuição primária em média tensão) ou num posto de transformação (distribuição secundária em baixa tensão).

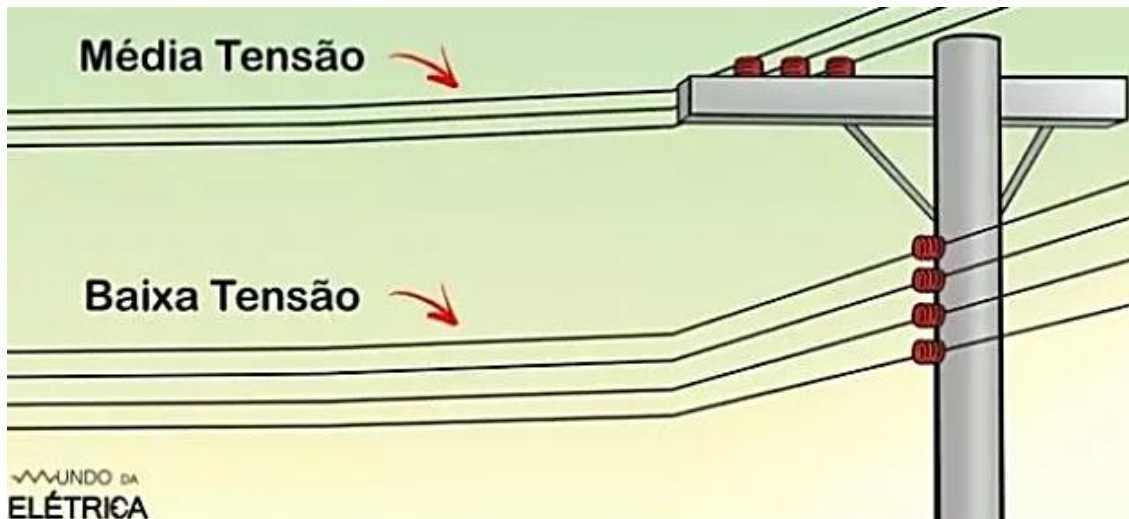


Na prática é visível através de ramificações de cabos elétricos ao longo de ruas, levando a energia aos consumidores conectados ao sistema elétrico.

As subestações de distribuição ligam-se ao sistema de transmissão e reduzem a tensão de transmissão para uma tensão média entre 2 kV e 35 kV com o uso dos transformadores.



As redes de distribuição são compostas por linhas de baixa, média e alta tensão, sendo que as linhas de transmissão que possuem um tensão igual ou superior a 230 kV são denominadas de rede básica.



Apesar de algumas transmissoras de energia elétrica possuírem linhas com tensão abaixo de 230 kV, grande parte das linhas de transmissão com tensão entre 69 kV e 138 kV são de responsabilidade das empresas distribuidoras de energia e são conhecidas no setor como linhas de subtransmissão.

As distribuidoras de energia operam linhas de média e baixa tensão, também chamadas de redes primária e secundária, respectivamente. As linhas de média tensão possuem um tensão elétrica entre 2,3 kV e 44 kV, e podem ser facilmente vistas em ruas e avenidas das grandes cidades, sendo compostas geralmente por três cabos aéreos, sustentados por cruzetas de madeira em postes de concreto.

Por outro lado, as redes de baixa tensão, possuem uma tensão que pode variar entre 110 e 440V dependendo da região, elas são afixadas nos mesmos postes de concreto que sustentam as redes de média tensão, localizadas a uma altura inferior

As linhas de distribuição primária transportam a média tensão até aos transformadores de distribuição localizados próximos às instalações do cliente (imagem abaixo).

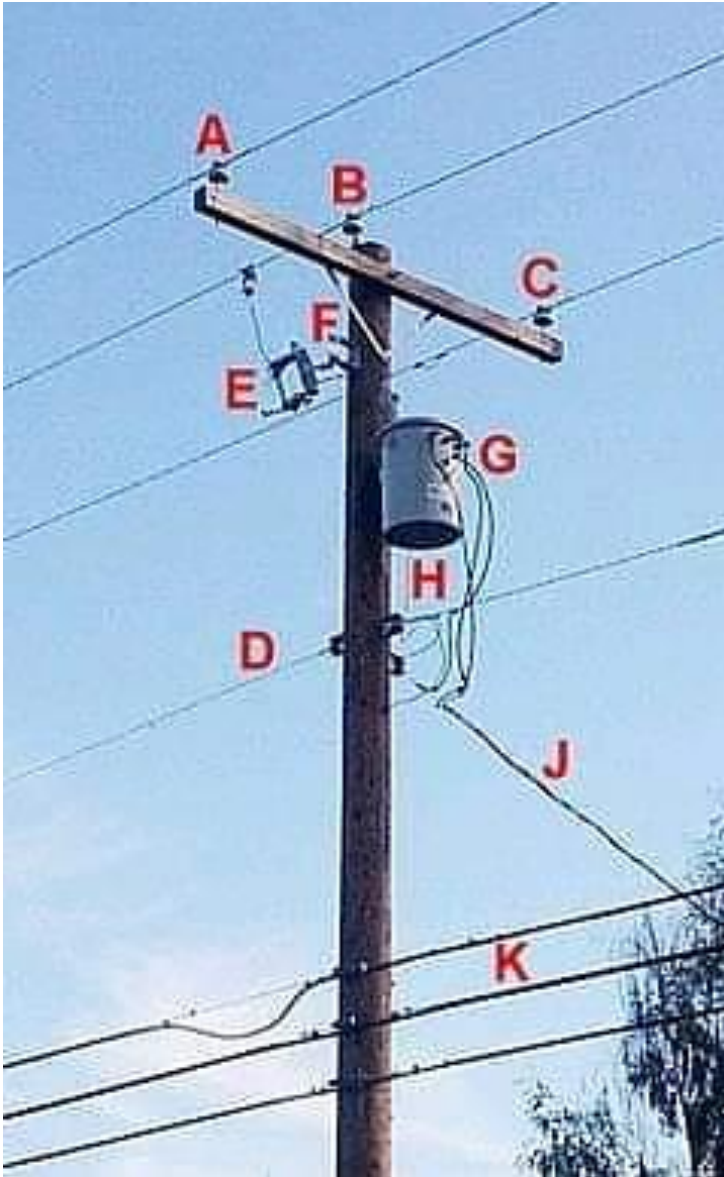


Transformadores de distribuição novamente diminuem esta tensão para a sua utilização por eletrodomésticos e normalmente alimentam vários clientes através de linhas de distribuição secundária com níveis de baixa tensão. Clientes comerciais e residenciais estão conectados às linhas de distribuição secundária por meio de quedas de serviço. Os clientes que exigem uma quantidade muito maior de energia (clientes industriais) podem ser conectados diretamente ao nível de distribuição primária ou ao nível de subtransmissão.

A distribuição de energia elétrica e outros processos ligados a este sistema são de responsabilidade das empresas de distribuição local, e pode ser feita através de redes aéreas usando postes, isto é normal em zonas rurais e suburbanas, ou redes subterrâneas, em que cabos elétricos são instalados sob o solo no interior de dutos subterrâneos, isto é comum em zonas urbanas e zonas rurais em que os regulamentos de segurança exijam.

A nomenclatura dos circuitos primários é composta da sigla da ETD seguida do número do circuito, sabendo-se que a Classe de Tensão 5 kV é composta por dois números, as de 15, 25 e 35 kV por três números, sendo que a de 15 kV inicia-se com o número 1, a de 25 kV com o 2 e a de 35 kV com o 3.

Mostra-se, por meio da figura à seguir, a identificação de componentes elétricos de rede de energia elétrica. Este modelo é o comumente utilizado em regiões urbanas residenciais.



A, B e C: fases primárias

D: condutor neutro

E: chave fusível ou chave Matheus

F: suporte para chave fusível

G: transformador monofásico (sistema delta)

H: rede secundária de distribuição

J: ramal de ligação secundário

K: rede de telefonia

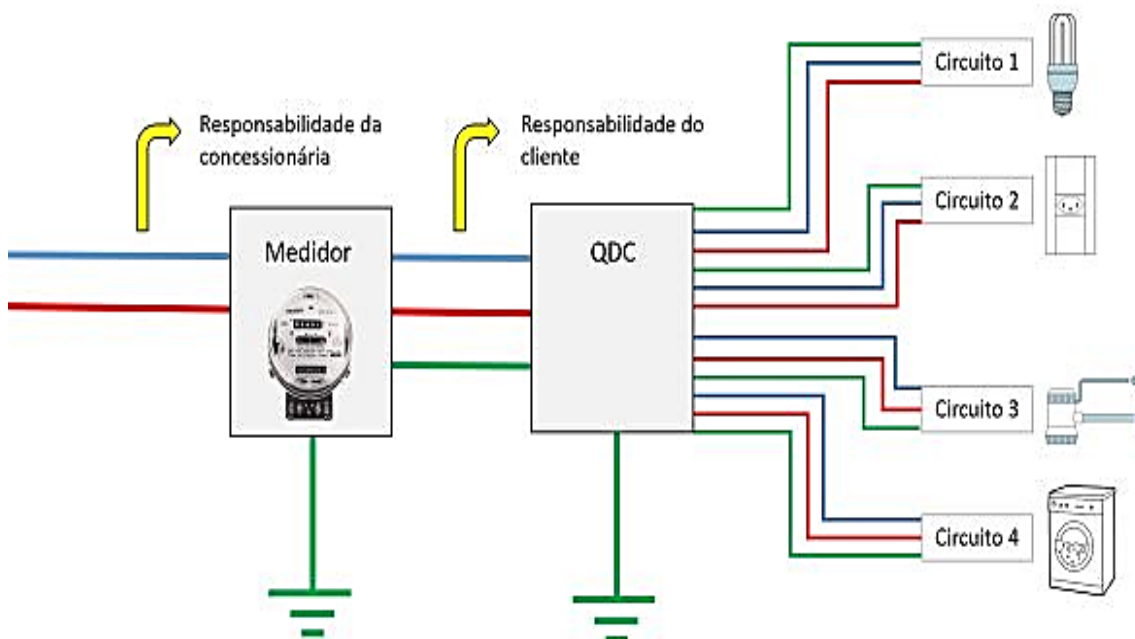
Alimentados pelos circuitos de distribuição primária, temos ainda os clientes em média tensão – entrada primária, as Estações Transformadoras de Iluminação Pública e as Estações Transformadoras que geram os circuitos de distribuição secundária para alimentar os clientes em BT – Baixa Tensão.

17 QUADRO DE CARGAS

Para o correto funcionamento de uma instalação elétrica residencial muitos cuidados devem ser tomados, desde o cumprimento de normas, correto dimensionamento de componentes e cabos, escolha adequada de interruptores, tomadas e lâmpadas e um ponto muito importante que é a distribuição dos circuitos da instalação.

Chama-se circuito o conjunto de pontos de consumo (pontos de luz e tomadas), alimentados pelos mesmos condutores e ligados ao mesmo dispositivo de proteção. Todos os circuitos iniciam-se no QDC (quadro de distribuição de circuitos) e finalizam nos pontos de tomadas, iluminação e as demais cargas.

Infelizmente uma grande parte das instalações residenciais no Brasil não tem corretamente distribuídos os seus circuitos e muitas instalações se quer possuem um QDC.

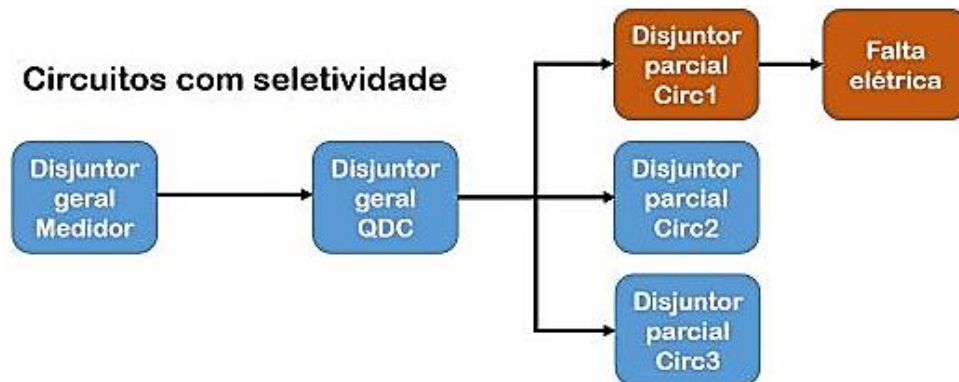


A instalação elétrica deve ser dividida em circuitos separados de modo a:

→ **Diminuir as consequências de uma falha**, a qual provocará apenas o seccionamento do circuito defeituoso. Nas casas onde não há distribuição dos circuitos uma falha geralmente acarreta no seccionamento do disjuntor geral, isto provoca o deligamento total da instalação o que não permite por exemplo que sejam ligados aparelhos e ferramentas elétricas as vezes necessárias a manutenção adequada do local defeituoso. O risco de acidente físico uma instalação em que

haja falta de iluminação devido ao um seccionamento geral é muito alto, principalmente quando a falha ocorre no período noturno.

- ➔ Facilitar o **funcionamento adequado dos dispositivos** de proteção garantindo seletividade. A seletividade tem tudo a ver com a escolha correta do disjuntor, e quando a seletividade foi feita corretamente evita que mais de um disjuntor ou o disjuntor errado seja seccionado em caso de falha.



- ➔ Facilitar as verificações, os ensaios e as **manutenções**. Caso não haja distribuição de circuitos não é possível averiguar parte por parte de uma instalação elétrica, este procedimento ajuda muito para encontrar o ponto exato das falhas elétricas

Para que a divisão seja adequada e siga as normas devem ser observadas as seguintes restrições:

- ➔ A carga total deve ser dividida de modo a construir circuitos de potências próximas, porém sem ultrapassar 1.200 watts em distribuições de 110 volts e 2.200 watts em distribuição de 220 volts, em 12 pontos de luz por circuito. Circuitos de potências próximas garantem um equilíbrio de corrente entre os circuitos, em casos onde haja mais de uma fase distribuída entre os circuitos (circuitos bipolares ou tripolares) este equilíbrio é muito importante para que um polo de um disjuntor bipolar ou tripolar não se aqueça de forma desigual a outros polos.
- ➔ Cada circuito deverá ter seu próprio condutor neutro. Nos casos de circuitos monofásicos esta regra é essencial para que não haja sobreaquecimento dos cabos elétricos de neutro, a perda de um neutro, o famoso neutro interrompido, pode causar desequilíbrio das tensões de uma instalação e queima de aparelhos eletrodomésticos.

- ➔ Devem ser previstos circuitos particulares para aparelhos de potência igual ou superior a 1.200 watts em distribuições de 110 volts e de 2.200 watts em distribuições de 220 volts (chuveiros elétricos, aquecedores de água, fogões, máquinas de lavar, etc.);
- ➔ Todo ponto onde a corrente nominal for superior a 10A deve ser instalado um circuito independente. Estes pontos se complementam, com a atual norma de tomadas existem tomadas de 10A e 20A comercial, os circuitos mencionados acima ou terão uma corrente máxima de 10A ou serão superiores e dedicadas devendo ser utilizadas tomadas de 20A. Circuitos que necessitem de corrente maiores que 20A para um aparelho, caso de um chuveiro elétrico por exemplo) não deve ser usado tomadas e sim uma conexão direta com emendas.
- ➔ Deve ser previsto pelo menos um circuito para cada 60m² ou fração da residência. Esta medida visa uma divisão por área da a instalação e garante fisicamente divisão dos circuitos em áreas distintas da instalação.
- ➔ Os pontos de cozinha, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos devem ser atendidos por circuito exclusivamente destinado a alimentação de tomadas desses locais. Geralmente nestes cômodos estão os eletrodomésticos mais potentes de uma casa e por isso seus circuitos são mais carregados, devem ser distintos dos demais para evitar aquecimento indevido ou sobrecarga

Em instalações habitacionais, pontos de tomadas e iluminações podem ser alimentados por circuitos comuns (iluminação e tomada) desde que:

- ➔ A corrente de projeto do circuito comum não seja superior a 16A.
- ➔ Os pontos de iluminação não sejam alimentados por um só circuito comum em sua totalidade.
- ➔ Os pontos de tomadas não sejam alimentados por um só circuito comum em sua totalidade

Nas unidades residenciais e nas acomodações de hotéis, motéis e similares, o número mínimo de tomadas de uso geral – TUG – deve ser fixado de acordo com o seguinte critério:



No caso de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos todas as tomadas devem ser médias (1,30 m), e deve ser prevista pelo menos uma tomada acima de cada bancada (balcão).

Em diversas aplicações é recomendável prever uma quantidade de tomadas de uso geral maior do que o mínimo calculado, evitando-se, assim, o emprego de extensões e benjamins (tês), que além de desperdiçarem energia, podem comprometer a segurança da instalação.

Para efeito de cálculo as tomadas duplas e triplas são contadas em número e potência como uma só;

É recomendável ter como distância máxima entre tomadas deve ser de 1,50 m para cada lado (3 m);

No caso de varandas, quando não for possível a instalação de tomada no próprio local, esta deverá ser instalada próxima ao seu acesso;

Em halls de escadaria, salas de manutenção e sala de localização de equipamentos tais como casas de máquinas, salas de bombas, e locais análogos, deverá ser prevista no mínimo uma tomada.

Mostra-se pela figura à seguir, as condições para se estabelecer a potência mínima de tomadas de uso geral (TUG).



As tomadas de uso específico (TUE) são destinadas à ligação de equipamentos fixos e estacionários. A quantidade é estabelecida de acordo com o número de aparelhos de utilização, com corrente nominal superior a 10 A.



Demanda (kVA): é a potência elétrica realmente absorvida em um determinado instante por um equipamento ou sistema. A demanda média é potência elétrica absorvida durante um intervalo de tempo determinado, usualmente 15 minutos. A demanda máxima é a maior de todas as demandas ocorridas em um intervalo de tempo. A demanda provável (ou potência de alimentação ou potência de demanda ou simplesmente demanda) é a demanda

máxima da instalação. Este é o valor que será utilizado para o dimensionamento dos condutores alimentadores e dos respectivos dispositivos de proteção.

O fator de demanda é a razão entre a demanda máxima e a potência instalada:

$$FD = \frac{D_{máx}}{P_{inst}}$$

Não é difícil compreender e entender que em uma instalação elétrica é raro utilizar em um único momento todos os pontos de iluminação ou tomadas de corrente. É mais provável isso acontecer em residências pequenas, do que em residências grandes. O fator por que deve ser multiplicada a potência instalada para se obter a potência que será utilizada.

O Fator de Demanda potência utilizada dividido pela potência instalada multiplicado por 100.

Mostra-se pela tabela abaixo os fatores de demanda para cargas de utilização e pequenos aparelhos.

| Tipo de carga | Potência instalada (watt) | Fator de demanda (%) | Carga mínima (W/m ²) |
|--|---------------------------|----------------------|----------------------------------|
| Residências (casas e apartamentos) | Até 1000 | 80 | 30 e nunca inferior a 2200W |
| | 1000-2000 | 75 | |
| | 2000-3000 | 65 | |
| | 3000-4000 | 60 | |
| | 4000-5000 | 50 | |
| | 5000-6000 | 45 | |
| | 6000-7000 | 40 | |
| | 7000-8000 | 35 | |
| | 8000-9000 | 30 | |
| 9000-10000 | 27 | | |
| | Acima de 10000 | 24 | |
| Auditórios, salões de exposição | E semelhantes | 80 | 15 |
| Bancos | | 80 | 50 |
| Barbearias, salões de beleza | | 80 | 30 |
| Clubes e semelhantes | | 80 | 20 |
| Escolas e semelhantes | Até 12000 | 80 | 30 |
| | Acima de 12000 | 50 | |
| Escritórios | Até 20000 | 80 | 50 |
| | Acima de 20000 | 70 | |
| Garagens, áreas de serviço e semelhantes | | 80 | 5 |
| Hospitais, casas de saúde e semelhantes | Até 50000 | 40 | 20 |
| | Acima de 50000 | 20 | |
| Hotéis, motéis e semelhantes | Até 20000 | 50 | 20 |
| | 21000 a 100000 | 40 | |
| | Acima de 100000 | 30 | |
| Igrejas e semelhantes | | 80 | 15 |
| Lojas, supermercados e semelhantes | | 80 | 20 |
| Restaurantes e semelhantes | | 80 | 20 |
| Quartéis e semelhantes | Até 15000 | 100 | 30 |
| | Acima de 15000 | 40 | |

Apresenta-se, pela tabela abaixo, potência média de aparelhos eletrodomésticos e motores para os principais usos residenciais.

| APARELHO | | POTÊNCIA (Watt) | | |
|---------------------------|-----------|-----------------|-----------------------------|-------------------|
| | | | Forno de microondas | 1.300 |
| | | | Freezer acima de 200 litros | 150 |
| | | | Freezer até 200 litros | 120 |
| | | | Freezer balcão | 140 |
| | | | Fritadeira | 1.200 |
| | | | Grill | 1.200 |
| Aparelho de som | | 200 | Impressora jato de tinta | 50 |
| Aquecedor de ambiente | | 1.500 | Impressora laser | 400 |
| Aspirador de pó | | 1.000 | Liquidificador | 400 |
| Aquecedor central de água | | 5.000 | Máquina de lavar louça | 2.700 |
| Balcão frigorífico | | 900 | Máquina de lavar roupa | 1.500 |
| Batedeira | | 450 | Motor 3 cv/hp | 2.200 |
| Boiler 40 litros | | 900 | Motor 4 cv/hp | 2.960 |
| Boiler 80 litros | | 1.200 | Motor 5 cv/hp | 3.700 |
| Cafeteira | | 300 | Motor 7,5 cv/hp | 5.550 |
| Computador | | 350 | Refrigerador | Comum |
| Condicionador de ar | | 1.600 | | Duplex ou freezer |
| Chuveiro elétrico | | 5.000 | Secador de cabelo | 1.300 |
| Enceradeira | | 350 | Secadora de roupa | 3.500 |
| Exaustor | | 300 | Televisor | 200 |
| Ferro elétrico | Comum | 750 | Torneira elétrica | 3.500 |
| | Regulável | 1.500 | Ventilador | 100 |
| Forno elétrico | | 5.000 | | |

A partir da potência ativa total prevista para a instalação é possível determinar o tipo de fornecimento, a tensão de alimentação e o padrão de entrada.

No cálculo da potência total, é necessário considerar:

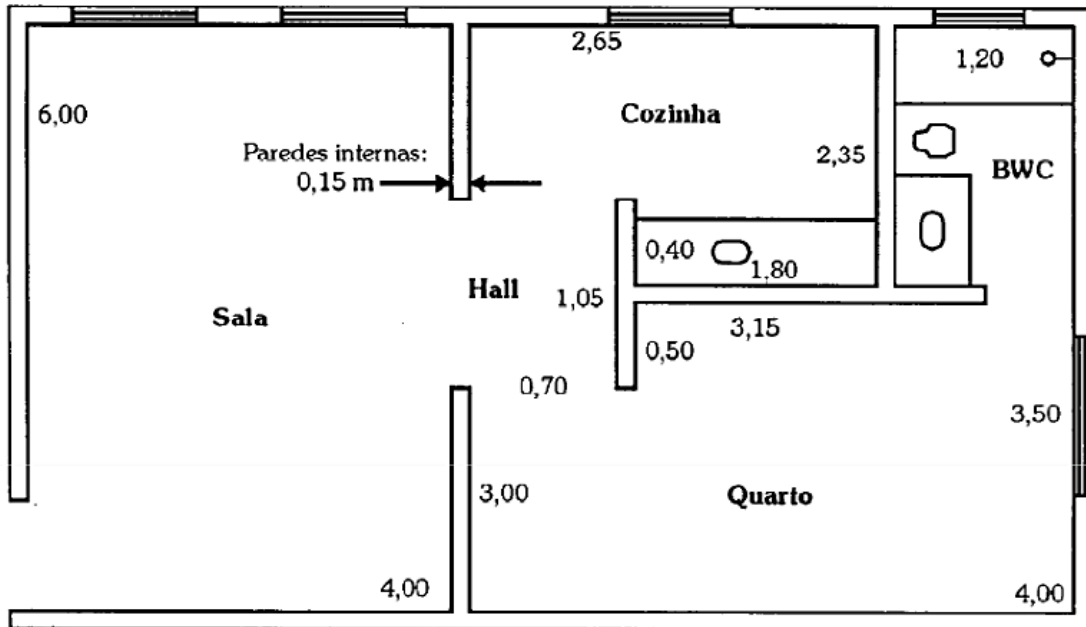
- ➔ Em uma instalação elétrica predial é necessário computar a previsão de diversas cargas especiais (motores para elevadores, bombas, etc.)
- ➔ Nos projetos elétricos residenciais, considera-se o fator de potência 1,0 para as cargas de iluminação e 0,8 para as cargas de tomadas de uso geral.

A previsão de cargas de uma determinada instalação pode ser resumida pelo preenchimento de um quadro, conhecido como Quadro de Previsão de Cargas.

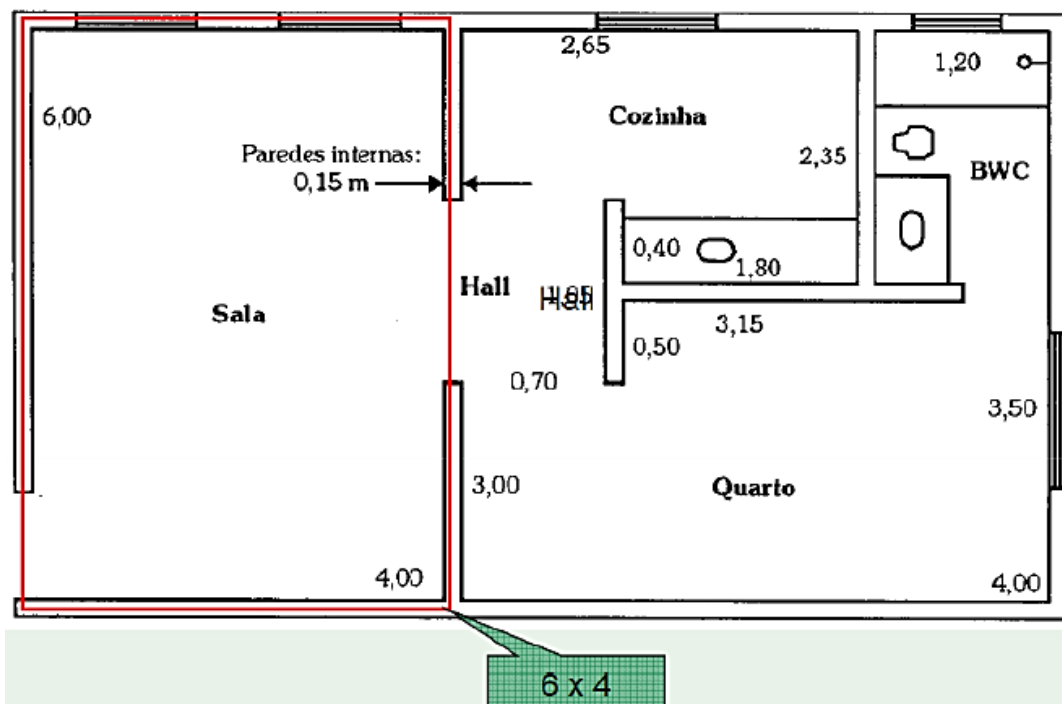
| QUADRO DE PREVISÃO DE CARGAS Nº _____ | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|---------------|--------------|-----------------------|---------------------|--------------|-----------------------|---------------------|----------|--------------|
| Local: _____ | | | | | | | | | | |
| Dependências | Dimensões | | Iluminação | | | T.U.G. | | | T.U.E. | |
| | Área (m²) | Perímetro (m) | Nº de Pontos | Potência Unitária (W) | Potência Total (VA) | Nº de Pontos | Potência Unitária (W) | Potência Total (VA) | Aparelho | Potência (W) |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| TOTAIS | | | | | | | | | | |

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

A figura a seguir, mostra a planta baixa de um pequeno apartamento (as dimensões indicadas são as medidas internas de cada recinto em metros).



Para cálculo da demanda da Sala:



Solução para Iluminação:

→ Dimensões:

- Comprimento: 6 m
- Largura: 4 m
- Área: $6 \times 4 = 24 \text{ m}^2$
- Perímetro: $(6+4) \times 2 = 20 \text{ m}$

→ Potência dos pontos de iluminação:

- Primeiros: $6 \text{ m}^2: 100 \text{ VA}$
- Subsequentes: $4 \text{ m}^2: 60 \text{ VA} + 4 \text{ m}^2: 60 \text{ VA} + 4 \text{ m}^2: 60 \text{ VA} + 4 \text{ m}^2: 60 \text{ VA} + 2 \text{ m}^2:$
- desconsiderar a fração menor que 4 m^2 inteiros
- **Total: $24 \text{ m}^2: 340 \text{ VA}$**

Solução para Tomadas de Uso Geral (TUG):

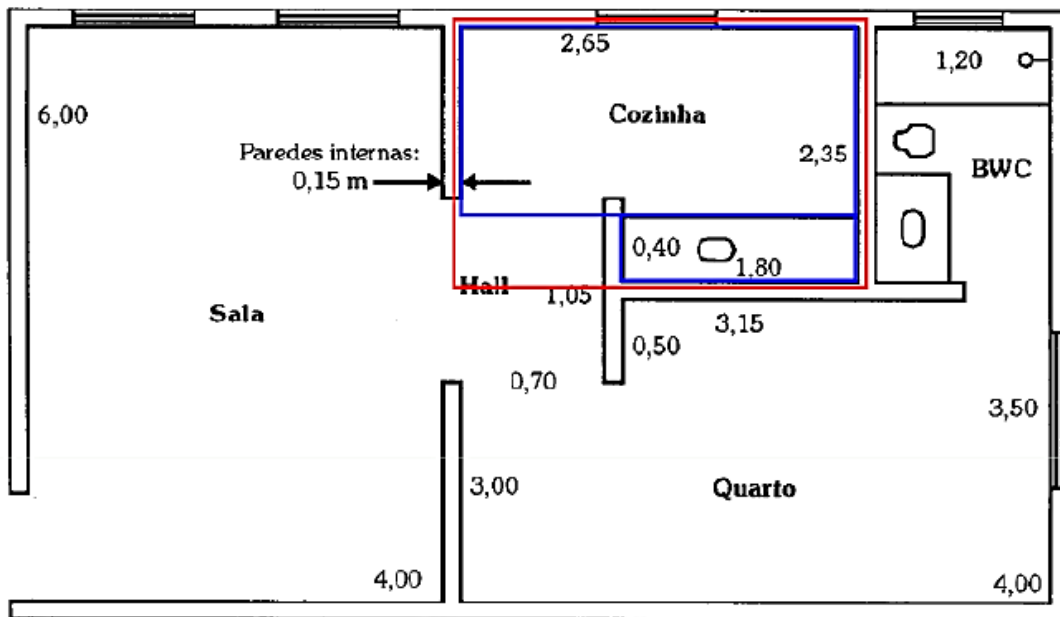
→ Dimensões:

- Comprimento: 6 m
- Largura: 4 m
- Área: $6 \times 4 = 24 \text{ m}^2$
- Perímetro: $(6+4) \times 2 = 20 \text{ m}$

→ Potência das tomadas:

- Segundo a norma, devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 metros ou fração de perímetro
- $20 \text{ m} / 5 \text{ m} = 4 \text{ TUG}$
- Cada tomada com potência de 100 VA
- **Total: $24 \text{ m}^2: 400 \text{ VA}$**

Para cálculo da demanda da Cozinha:



Solução para Iluminação:

→ Dimensões:

- Comprimento: 2,35 m
- Largura: 2,65 m
- Área: $1,95 \times 2,65 + 0,4 \times 1,8 = 5,89 \text{ m}^2$
- Perímetro: $2,65 + 2,35 + 1,8 + 0,4 + 0,15 + 0,7 + 1,95 = 10 \text{ m}$

→ Potência dos pontos de iluminação:

- Primeiros: 6 m^2 : 100 VA
- **Total: 100 VA**

Solução para Tomadas de Uso Geral (TUG):

→ Dimensões:

- Comprimento: 2,35 m
- Largura: 2,65 m
- Área: $5,89 \text{ m}^2$
- Perímetro: 10 m

→ Potência das tomadas:

- Deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada de 600 VA para cada 3,5 m, ou fração de perímetro: 3 de 600 VA;

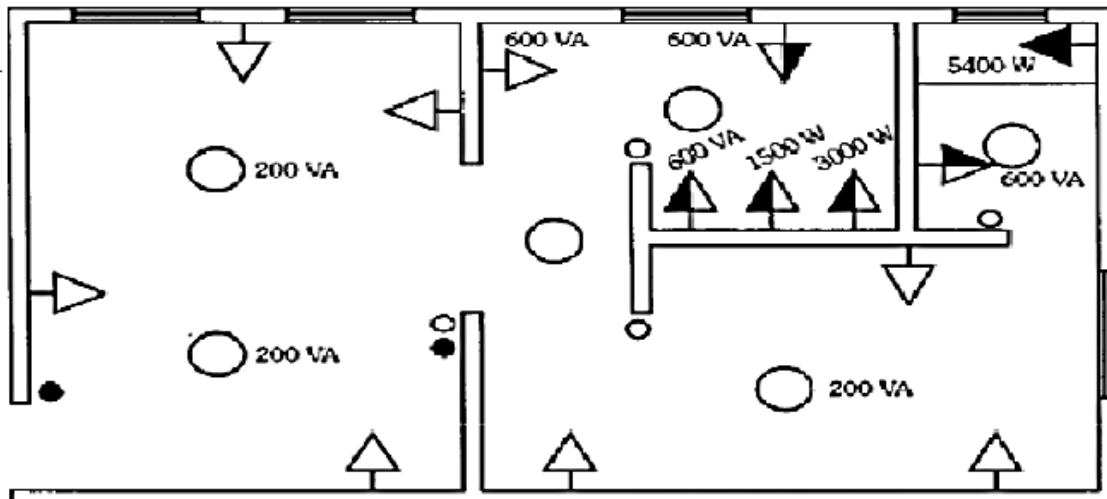
Solução para Tomadas de uso específico (TUE)

- ➔ Microondas (1500W)
- ➔ Torneira Elétrica (3000W)

Assim sendo, se compõe o quadro de cargas conforme apresentado na imagem abaixo. Obtém-se uma Potência Total de 14.000 W, considerando as cargas de iluminação (900 VA), tomadas de uso geral (3.200 VA) e tomadas de uso específicos 9.900 VA).

| Quadro de Previsão de Cargas | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------|-----------|------|------------------------|---------------|------------------|------------------------|---------------------|------------------|------------------------|---------------------|------------------|-----------------------|--------------------|
| N | Dependências | Dimensões | | | | Iluminação | | | TUG | | | TUE | | |
| | | L | C | Área (m ²) | Perímetro (m) | Número de pontos | Potência unitária (VA) | Potência total (VA) | Número de pontos | Potência unitária (VA) | Potência total (VA) | Número de pontos | Potência unitária (W) | Potência total (W) |
| 1 | Sala | 6 | 4 | 24 | 20 | 2 | 200 | 400 | 4 | 100 | 400 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | Quarto | 4 | 3,5 | 13,57 | 15 | 1 | 200 | 200 | 3 | 100 | 300 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | WC | 2,35 | 1,2 | 2,82 | 7,1 | 1 | 100 | 100 | 1 | 600 | 600 | 1 | 5400 | 5400 |
| 1 | Hall | 1,05 | 0,80 | 0,85 | 3,7 | 1 | 100 | 100 | 1 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | Cozinha | 2,35 | 2,65 | 5,89 | 10 | 1 | 100 | 100 | 3 | 600 | 1800 | 1 | 3000 | 3000 |
| 5 | | | | | | | | | | | | 1 | 1500 | 1500 |
| Sub-totais [VA] | | | | 47,13 | 55,8 | 6 | | 900 | 12 | | 3200 | 3 | | 9900 |
| Sub-totais [W] | | | | | | | 1 | 900 | | 1 | 3200 | | 1 | 9900 |
| Total | | | | | | | | | | | | | | 14000 |

Mostra-se a distribuição de cargas na planta baixa. Os pontos que não tem potência indicada são de 100 VA (volt-ampére).



Convenções

- Tomada baixa a 0,30 m do piso
- Tomada média a 1,30 m do piso
- Tomada alta a 2,00 m do piso

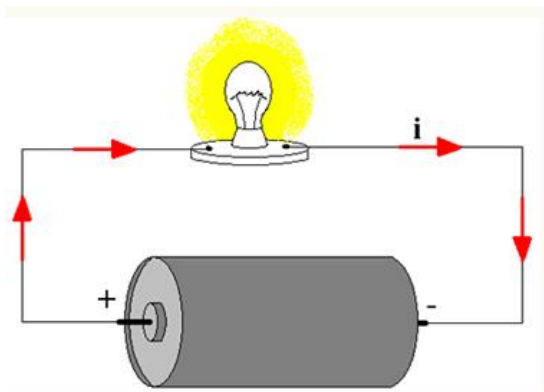
- Ponto de luz no teto
- Interruptor de uma seção
- Interruptor paralelo

18 CIRCUITO ELÉTRICO

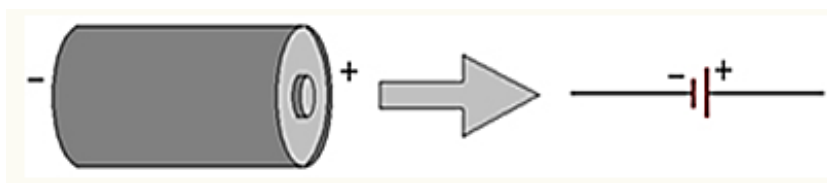
Para que tenhamos energia elétrica em nosso dia a dia, é necessário um gerador elétrico, cuja função é fornecer energia potencial elétrica às partículas portadoras de cargas. Essa energia fornecida é proveniente de outras formas de energia.

Podemos definir um gerador elétrico como sendo um dispositivo em que ocorre a conversão de outras formas de energia em energia elétrica. Um tipo bastante conhecido de gerador elétrico é a pilha seca comum, usada em controles remotos, brinquedos, etc. Nas pilhas secas, a energia elétrica é obtida da energia química liberada nas reações que ocorrem em seu interior.

Como há uma diferença de potencial entre os polos de uma bateria, essa voltagem será estabelecida nas extremidades de um condutor a ela ligado. Portanto, as cargas livres nesse condutor entrarão em movimento, isto é, será estabelecida uma corrente elétrica no condutor. O sentido da corrente elétrica será do potencial maior para o potencial menor, ou seja, do polo positivo para o polo negativo. Resumidamente podemos afirmar que enquanto as reações químicas mantiverem a diferença de potencial (DDP) entre os polos da bateria, haverá uma corrente elétrica circulando continuamente o circuito.



Um gerador elétrico é representado pelo símbolo da figura abaixo, para fins de representação esquemática.



Os equipamentos são ligados por fios condutores ao gerador, constituindo circuitos que, ao serem percorridos pela corrente elétrica, permitem que a energia elétrica seja

convertida em outras modalidades úteis ao homem. Qualquer caminho por onde as partículas portadoras de cargas elétricas possam fluir é chamado de circuito elétrico

Assim sendo, um circuito elétrico é a ligação de elementos elétricos, tais como resistores, indutores, capacitores, diodos, linhas de transmissão, fontes de tensão, fontes de corrente e interruptores, de modo que formem pelo menos um caminho fechado para a corrente elétrica.

Um circuito elétrico simples, alimentado por pilhas, baterias ou tomadas, sempre apresenta uma fonte de energia elétrica, um aparelho elétrico, fios ou placas de ligação e um interruptor para ligar e desligar o aparelho. Estando ligado, o circuito elétrico está fechado e uma corrente elétrica passa por ele. Esta corrente pode produzir vários efeitos: óticos, cinéticos, térmicos, acústicos, mecânicos, etc.

Circuitos elétricos são conjuntos formados por um gerador elétrico, um condutor em circuito fechado e um elemento capaz de utilizar a energia produzida pelo gerador.

Por definição:

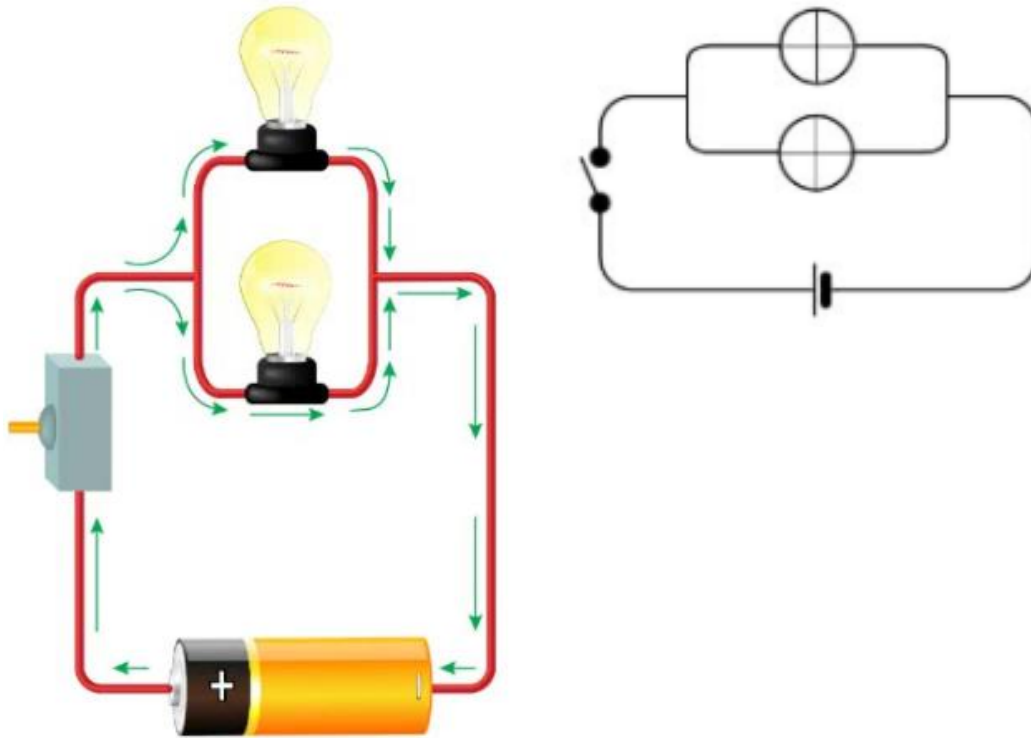
- **Resistores:** ou resistências, são componentes do circuito elétrico que têm duas funções. Uma delas é converter a energia elétrica em energia térmica, a outra é limitar a passagem da corrente elétrica através do controle da voltagem;
- **Capacitores:** ou condensadores, são componentes elétricos que armazenam as cargas elétricas. Essas cargas elétricas são utilizadas sempre que haja resistência, ou seja, sempre que a passagem da corrente elétrica seja dificultada;
- **Geradores:** são dispositivos que prolongam a diferença de potencial entre dois corpos. É dessa forma que eles são capazes de transformar diferentes tipos de energia;
- **Condutores:** são os elementos que permitem que as cargas circulem facilmente num circuito elétrico;
- **Indutores:** são os dispositivos que armazenam a energia elétrica.

Circuito Elétrico Simples é aquele que percorre apenas um caminho. O exemplo mais comum é uma bateria.

Nas baterias, são sempre os mesmos elétrons que estão circulando. Se não fosse assim, elas não conseguiriam receber energia logo depois de a ter fornecido.

Circuito Elétrico em série é aquele em que existe uma associação. A partir dessa associação, os componentes ligam-se entre si na mesma sequência e na mesma direção.

Como exemplo, podemos citar as lâmpadas usadas na decoração das árvores de Natal. O circuito feito por elas é simples e o fato de uma lâmpada queimar prejudica as restantes.



Circuito Elétrico em paralelo é aquele em que existe uma associação onde a corrente elétrica se divide ao longo do circuito.

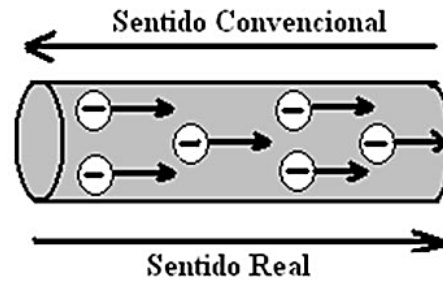
Isso acontece para que haja tensão elétrica constante em todos os pontos. Exemplo disso é o circuito elétrico residencial, onde todas as tomadas existentes na edificação tem de ter a mesma intensidade de corrente elétrica.

Quando os aparelhos elétricos estão desligados, isto é, em circuito aberto, não há transformação de energia. Mas quando o circuito encontra-se fechado, ele transforma energia elétrica em energia térmica.

Pode-se perceber essa evidência quando liga-se o chuveiro elétrico, o secador de cabelos, o ferro de passar roupas, etc.

Ocorre essa transformação de energia porque, pelo circuito do aparelho, passa uma corrente elétrica, representada por i .

A figura abaixo mostra o sentido convencional da corrente elétrica em um circuito alimentado por uma pilha ou bateria.



Nos equipamentos elétricos, a energia elétrica transformada em energia térmica por unidade de tempo é chamada de potência dissipada, sendo esta potência praticamente a mesma fornecida pela fonte.

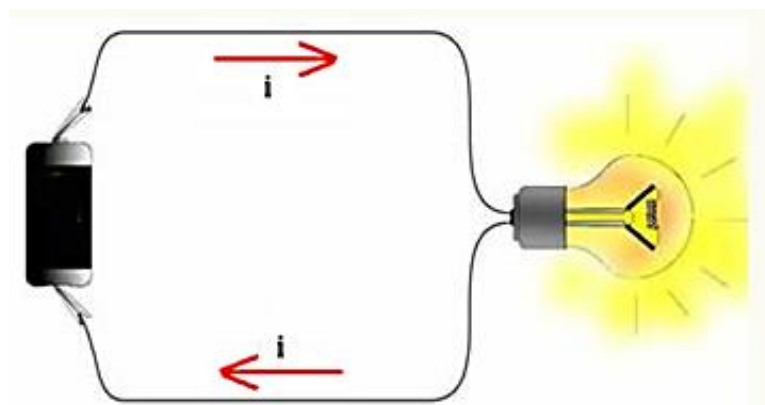
Em geral liga-se nossos aparelhos elétricos na mesma tensão 220 V, embora eles possam ter potências diferentes. Por exemplo, uma lâmpada de 100 W e outra de 25 W são ligadas na mesma rede elétrica. A forma de obter diferentes potências está associada a diferentes intensidades de correntes elétricas dos aparelhos usados.

Calcula-se o valor da corrente elétrica (i) em um aparelho resistivo dividindo a potência dissipada (P) pela tensão elétrica (U):

$$i = \frac{P}{U}$$

As unidades de medida do Sistema Internacional (SI) utilizadas nesta expressão são:

- corrente elétrica i em ampères (A)
- tensão elétrica U em volts (V)
- potência elétrica P em watts (W)

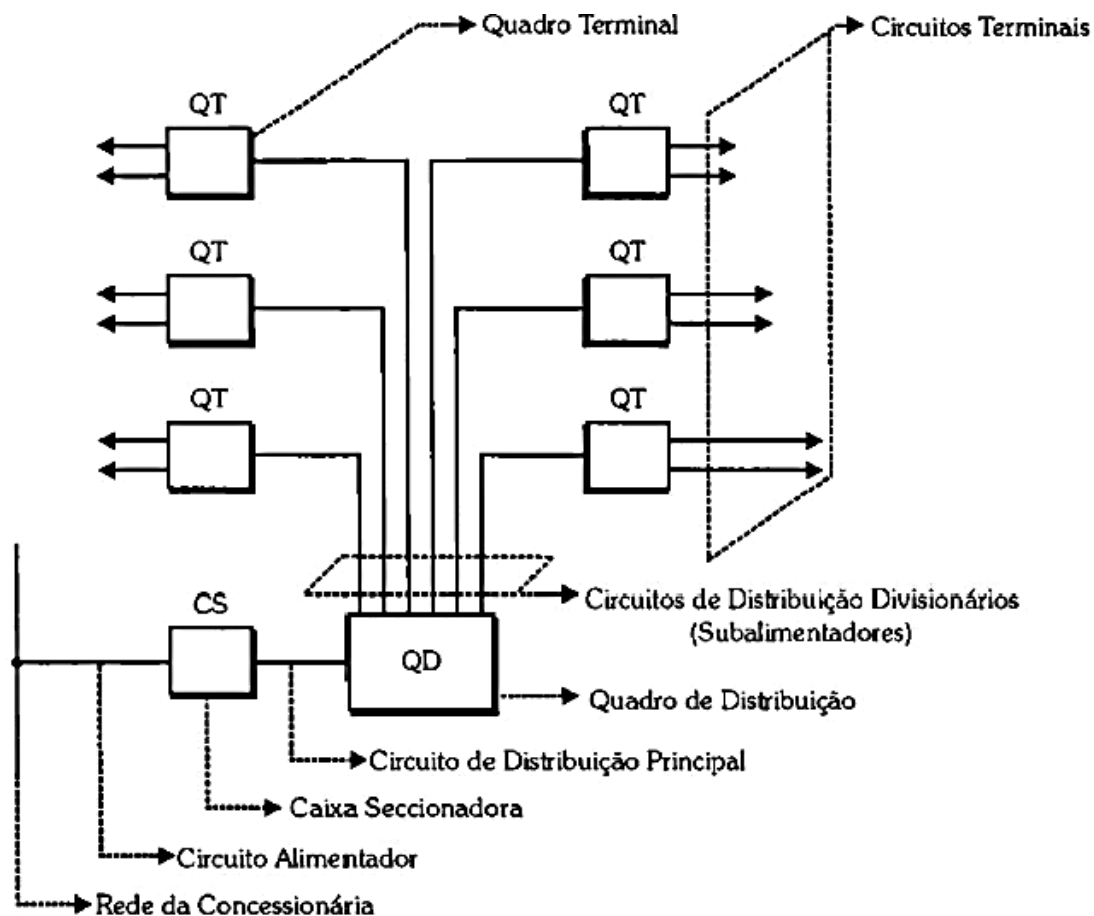


Em edificações, um circuito elétrico é o conjunto de equipamentos e condutores elétricos, ligados a um mesmo dispositivo de proteção, dispostos de maneira a formar pelo menos um caminho fechado que possibilite a passagem de corrente elétrica, estabelecendo, assim, a alimentação de energia elétrica a todos os equipamentos conectados ao mesmo. No item 4.2.5.1 da NBR-5410 (ABNT, 2014) é dito que a instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos necessários, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito.

Um quadro de distribuição, mostrado na figura à seguir – é um equipamento elétrico destinado a receber energia elétrica de uma ou mais fontes de alimentação e distribuí-la a um ou mais circuitos. Os quadros abrigam um ou mais dispositivos de proteção e/ou manobra e a conexão de condutores elétricos interligados a eles, a fim de distribuir a energia elétrica aos diversos circuitos. Os quadros que alimentam exclusivamente circuitos terminais são denominados quadros terminais.



Quando os circuitos elétricos alimentam quadros de distribuição e/ou quadros terminais, os circuitos são denominados circuitos de distribuição. Já os circuitos que alimentam os equipamentos de utilização, conectados diretamente por plugues específicos e/ou tomadas, são denominados circuitos terminais. A imagem de um desenho esquemático que exemplifica as diversas divisões de uma instalação elétrica é apresentada na figura à seguir.



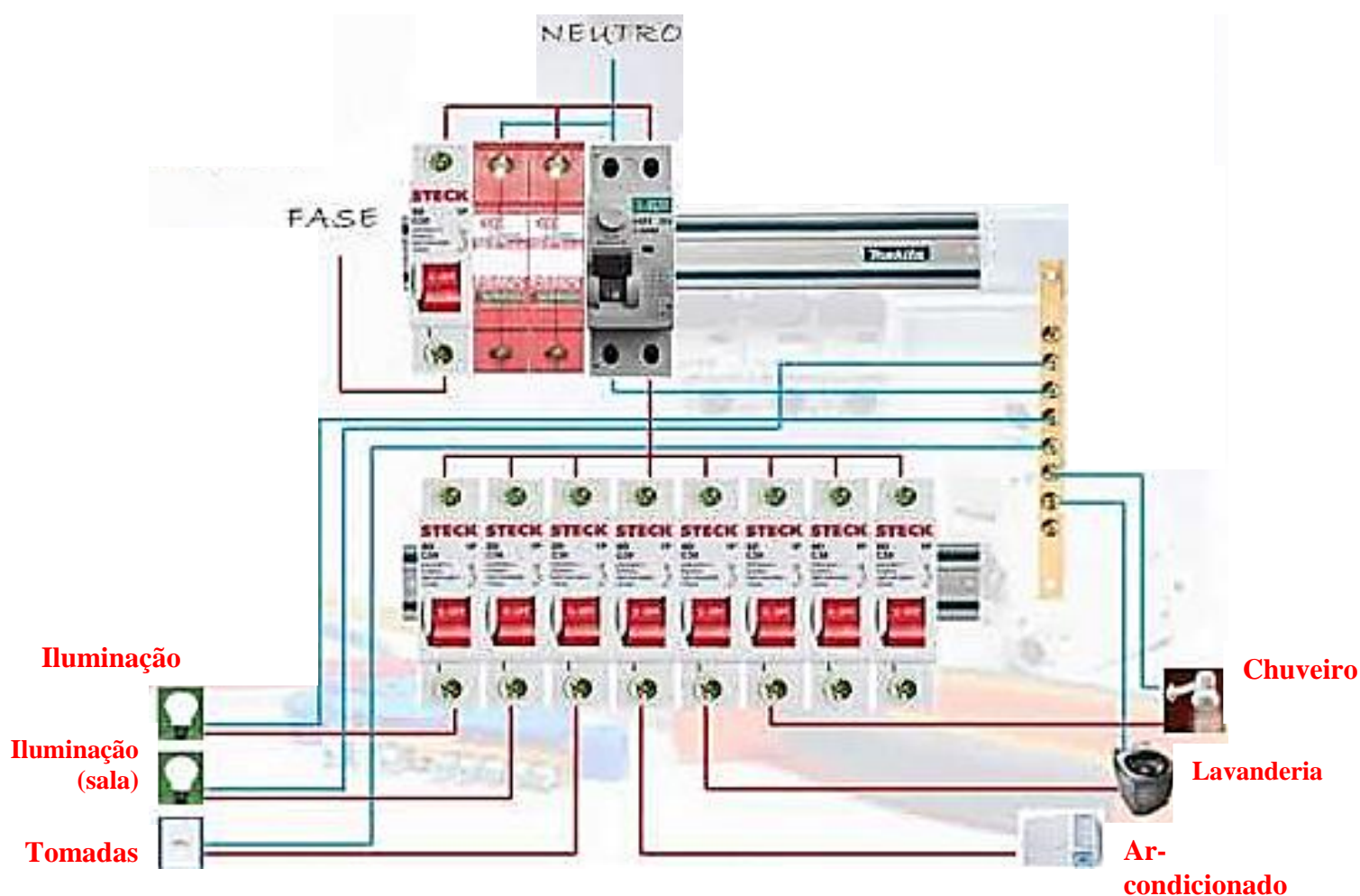
A divisão da instalação em circuitos facilita a operação e manutenção da instalação em edificações, evita que falha de um determinado circuito comprometa a alimentação de outras partes da instalação e reduz a interferência entre cargas. Ainda, como consequência dessa divisão, a corrente que alimenta os circuitos individualizados são reduzidas, o que possibilita o dimensionamento de dispositivos de proteção de menor capacidade e condutores de menor seção.

Sendo assim, deve-se evitar projetar circuitos terminais muito carregados, pois isto resulta em condutores de seção nominal muito grande, o que dificulta a execução da instalação dos condutores nos eletrodutos e as ligações dos mesmos aos terminais dos equipamentos. A NBR-5410 (ABNT,2014) apresenta os balizadores mencionados a seguir para a divisão da instalação em circuitos:

- ➔ os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos **circuitos terminais distintos para pontos de iluminação e para pontos de tomada;**
- ➔ deve ser previsto circuito independente para as **tomadas de uso geral da cozinha, copa e área de serviço;**

- quando a instalação comportar mais de uma alimentação (rede pública, geração local, etc.), a distribuição associada especificamente a cada uma delas deve ser disposta separadamente e de forma claramente diferenciada das demais;
- em instalações com duas ou três fases, as cargas devem ser distribuídas uniformemente entre as fases de modo a obter-se o maior equilíbrio possível;
- equipamentos que absorvam corrente igual ou superior a 10 ampéres (como **aquecedores de água, máquinas de lavar, aparelhos de ar-condicionado** etc.) devem possuir circuitos específicos.

Mostra-se, à seguir, identificação de circuitos em quadro de distribuição:



19 DISJUNTORES

Várias etapas envolvem a execução dos projetos arquitetônicos. A composição da parte elétrica é uma das mais importantes porque interfere na qualidade de vida e na segurança das pessoas. Nesse sentido, cabe ao profissional responsável planejar cada detalhe, bem como definir os recursos e produtos que serão utilizados.

O **disjuntor elétrico** é um dispositivo fundamental em qualquer instalação e precisa ser escolhido com cuidado. Trata-se de um dispositivo eletromecânico que atua como um interruptor automático. Ele tem como função proteger a instalação elétrica contra possíveis danos causados por curto-circuitos e sobrecargas elétricas. Assim, caso ocorra uma falha de sistema ou de rede, o disjuntor elétrico impedirá problemas de aquecimento e até situações mais graves, como incêndios.

Há, também, dois dispositivos que, aliados ao disjuntor elétrico, representam uma espécie de combo que oferece três tipos de proteção (trio da proteção) a uma residência.

O primeiro é conhecido como **dispositivo diferencial residual (DR)** e sua finalidade é proteger as pessoas contra choques. Ele mede quanto de corrente entra e sai e, caso haja uma diferença muito grande, desarma. Essa corrente pode escapar em qualquer lugar, como um fio de chuveiro.

O corpo humano se contrai ao receber um choque. Uma descarga elétrica muito grande pode causar consequências graves, pois, nesses casos, a pessoa não consegue nem se desconectar da fonte causadora. Então, quando a diferença da corrente chega a 30 miliampères, que é o máximo que uma pessoa suporta, o DR desliga o circuito elétrico para proteger a vida.

O outro dispositivo é o **DPS**, que tem como função proteger os equipamentos. Ele é conhecido como dispositivo de proteção contra surto e sua função é pegar a descarga atmosférica, que tem picos muito altos em um curto intervalo de tempo. Também é ligado ao aterramento, portanto, quando vem um pico muito forte, ele muda e joga para o fio terra. Isso evita que aparelhos, como televisão, computador e eletrodomésticos, sejam afetados.

Todos os dispositivos — **disjuntor, DR e DPS** — estão previstos em normas para instalar em quadros de residências, porém, não há uma fiscalização quanto a isso. Em edifícios, o ideal é ter um DPS para o apartamento e outro para o prédio a fim de garantir a proteção em camadas.

Os dispositivos são fundamentais para proteger os circuitos elétricos, os equipamentos e, principalmente, as pessoas. Um DPS, por exemplo, custa em torno de R\$300 a R\$400

(valores de maio/2019), o que não é um custo muito alto em comparação aos benefícios que proporciona.

É preciso considerar que qualquer coisa que utilize tomadas está sujeito a problemas em tempos chuvosos. Portanto, compensa investir em soluções que possam minimizar ou até mesmo evitar riscos ao patrimônio e à vida humana.

O DR também protege os animais. Assim, cachorros que adoram roer fios, por exemplo, ficam protegidos contra choques elétricos. Em alguns lugares esse dispositivo pode ser encontrado pelo nome IDR e custa em torno de R\$200.

Quanto ao disjuntor, é importante destacar que ele também contribui para processos de manutenções preventivas. Afinal, quando o electricista precisa trocar uma tomada, por exemplo, ele desliga o dispositivo no quadro antes de fazer a intervenção. Se não houver disjuntor, não tem como fazer a substituição da tomada.





Um disjuntor elétrico mal dimensionado pode trazer desde pequenos desconfortos até riscos mais graves. Por isso, é fundamental garantir que a instalação seja adequada ao projeto e faça com que o dispositivo funcione corretamente:

- **Disjuntor subdimensionado:** nessa situação, o dispositivo ficará caindo toda hora. Isso trará muitos incômodos às pessoas, já que um simples banho poderá fazer com que o disjuntor desarme. Se o chuveiro em questão consumir 32 amperes e o disjuntor for de 20, é bem provável que o circuito elétrico seja desligado quando passar de 20;
- **Disjuntor superdimensionado:** nessa situação é mais perigosa porque significa que o sistema elétrico da casa não está preparado para receber a corrente. Como consequência, há maior risco de incêndio devido ao superaquecimento dos fios;

Usando o mesmo exemplo do chuveiro de 32 amperes: se o dispositivo for substituído por um de 63 amperes, é provável que os fios não suportem a corrente exigida. Isso pode fazer com que a parte de cobre aqueça e a de plástico derreta, resultando em um curto-circuito que faça tudo pegar fogo.

Atualmente, todos os disjuntores do Brasil que estão dentro da norma residencial devem apresentar o selo do INMETRO — caso contrário, não têm validade. Logo, é crucial procurar o selo nacional nos produtos, visto que um modelo que protege no Brasil é capaz de garantir proteção às residências localizadas em qualquer região:

- ➔ **Fabricante:** o consumidor deve avaliar o histórico dos fabricantes na área elétrica. A *Schneider Electric*, por exemplo, é líder mundial dentro desse setor e vende disjuntores para o mundo todo. Seus produtos e soluções passaram em testes de qualidade em diversos lugares;
- ➔ **Preços:** é importante considerar o custo-benefício dos modelos antes da compra. Como em muitas situações, produtos mais baratos nem sempre são adequados à finalidade que você deseja. Em todo o caso, vale ficar de olho na qualidade das opções para não cair em ciladas por conta de preço;
- ➔ **Tipos:** os disjuntores são todos termomagnéticos, ou seja, contam com duas proteções: uma térmica e outra magnética. Isso permite que as tecnologias sejam combinadas nos dispositivos.

A proteção térmica, quando liga o motor na corrente de partida, tem um sistema que desarma correntes por longos períodos que estejam acima dos níveis dos disjuntores.

Já a proteção magnética serve para picos de correntes maiores. Assim, desarma correntes muito altas em um curto espaço de tempo.

Cabe destacar que muitas linhas de disjuntores desenvolvidas para ambientes residenciais apresentam o fechamento rápido — é mais seguro porque mantém possíveis faíscas contidas dentro do dispositivo. Portanto, se o objetivo é proporcionar maior segurança, vale a pena optar por itens que tenham esse diferencial.

Esse tipo de dispositivo geralmente não aparece, mas há linhas de quadro com visual diferenciado para facilitar a harmonização do produto com o estilo de decoração do ambiente. Alguns modelos, por exemplo, apresentam acabamento italiano, com uma estética europeia bem interessante.

No Brasil, a *Schneider Electric* trabalha com versões nas cores branca e fosco (um pouco cinza). Embora possa ficar visível para ser manipulado por adultos, o disjuntor não deve ser instalado em um local de fácil acesso para crianças. Esse cuidado é fundamental para garantir a segurança dos pequenos e de toda a família.

Para ter sucesso tanto na escolha quanto na instalação dos dispositivos, é importante contar com fornecedores de qualidade e com o serviço de um profissional competente.

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Alguns pontos importantes que devem ser priorizados na instalação elétrica são: segurança e aplicação.

Têm-se alguns dados que são determinados através de cálculos e de normas de instalações elétricas, estes dados determinam qual material elétrico que deve ser usado na instalação.

Por exemplo, calcula-se o uso de uma tomada de 127V 20A, e o cliente por alguma razão, ou estética ou econômica, acabou optando por comprar uma tomada de 10A.

Mas para garantir a segurança da instalação elétrica e dos moradores, é preciso ser dimensionado estes equipamentos elétricos.

Existe uma razão bem plausível para que as tomadas elétricas sejam de 20A, e não é aconselhável em hipótese alguma que isto seja mudado apenas por uma razão estética ou econômica.

É bastante comum também ver residências com a quantidade de tomadas subdimensionadas, existem muitos equipamentos para poucas tomadas, é onde entram os benjamins e tês. O que também não é indicado.

Muitas vezes o cliente não tem conhecimento suficiente para escolher entre um material e outro, ele não tem conhecimento adequado para determinar se ele pode ou não usar determinado componente com determinada especificação ou não.


Ele não tem embasamento técnico, conhecimento técnico para decidir qual o melhor componente ele deve comprar ou não. Geralmente os clientes têm o foco no preço e na estética do produto. E é neste momento que se faz necessário o profissional arquiteto, para além de executar uma boa instalação, cuidar para que os materiais elétricos a serem utilizados sejam seguros e tecnicamente corretos.

Sobre os disjuntores, há 3 aspectos importantes de instalação:

- ➔ Dimensionar um disjuntor não é apenas baseado na corrente do circuito; é preciso saber qual carga instalada (motor, chuveiro, tomada, etc.);
- ➔ A alimentação dos disjuntores pode ser feita tanto pelo lado de cima quanto pelo lado do baixo. Os disjuntores não têm polaridade, podem ser ligadas de ambos os modos. Tendo proteção tanto para curto-circuito quanto para sobrecarga;
- ➔ Quanto às curvas dos disjuntores:

- **Curva B:** disparo magnético de 3 a 5 vezes a corrente. Usado em cargas resistivas: como chuveiro e tomadas de uso geral. Se o disjuntor for de 20A, ele cairá quando houver curto circuito entre 60A e a 100A;
- **Curva C:** disparo magnético de 5 a 10 vezes a corrente. Usado em cargas indutivas, como iluminação
- **Curva D:** disparo magnético de 10 a 20 vezes a corrente. Usado para grandes motores



Ainda, recomenda-se que na entrega da obra, fazendo parte do memorial descritivo e do manual do proprietário, seja fixado junto ao Quadro de Distribuição o adesivo mostrado à seguir.



1 Quando um disjuntor ou fusível atua, desligando algum circuito ou a instalação inteira, a causa pode ser uma sobrecarga ou um curto-circuito. Desligamentos freqüentes são sinal de sobrecarga. Por isso, **NUNCA troque** seus disjuntores ou fusíveis por outros de maior corrente (maior amperagem) simplesmente. Como regra, a troca de um disjuntor ou fusível por outro de maior corrente requer, antes, a troca dos fios e cabos elétricos, por outros de maior seção (bitola).

2 Da mesma forma, **NUNCA desative ou remova** a chave automática de proteção contra choques elétricos (dispositivo DR), mesmo em caso de desligamentos sem causa aparente. Se os desligamentos forem freqüentes e, principalmente, se as tentativas de religar a chave não tiverem êxito, isso significa, muito provavelmente, que a instalação elétrica apresenta anomalias internas, que só podem ser identificadas e corrigidas por profissionais qualificados.
A DESATIVAÇÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCO DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO.

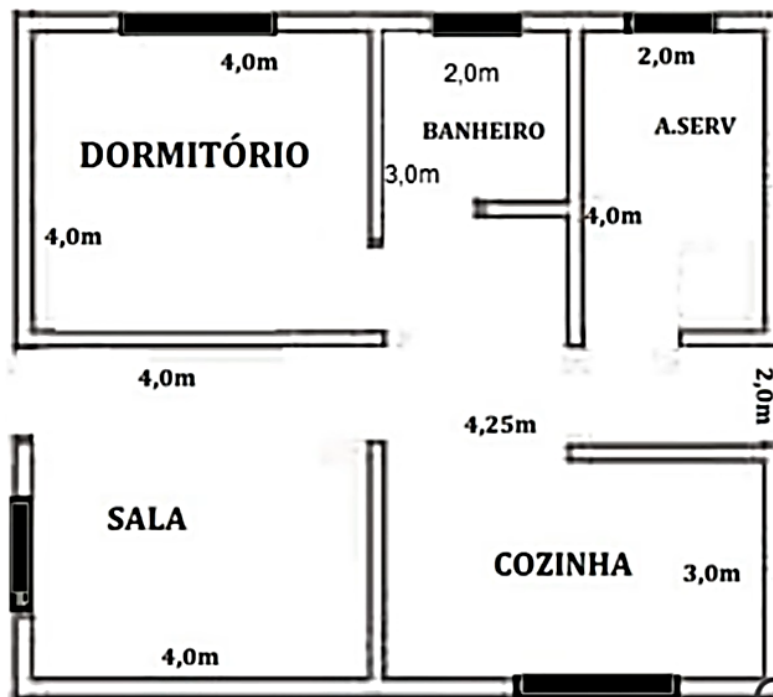
PROCURE SEMPRE UM PROFISSIONAL QUALIFICADO

20 PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL

Um dos principais quesitos à serem considerados em um projeto elétrico residencial, seja este de uma residência ou apartamento, refere-se no cálculo da demanda e especificar eletroduto.

Para tanto, será utilizada à seguinte configuração de edificação:



Próximo passo, calcula-se a área e os perímetros de cada cômodo para fins de aplicação da NBR-5410 quanto à iluminação e tomadas de uso geral, sendo:

- ➔ Iluminação: $6 \text{ m}^2 = 100\text{VA}$ e a cada 4 m^2 acima = 60VA ;
- ➔ TUG: áreas molhadas à cada $3,5$ do perímetro uma tomada. Onde 6000VA as três primeiras e 100VA o que exceder;
- ➔ Demais cômodos: 1 TUG a cada 5 m do perímetro e 1000VA cada.

| Dependência | Dimensões | |
|-----------------|-----------------------------|--------------------------------|
| | Área (m ²) | Perímetro (m) |
| Sala | $4 \times 4 = 16$ | $4+4+4+4 = 16$ |
| Dormitório | $4 \times 4 = 16$ | $4+4+4+4 = 16$ |
| Cozinha | $3 \times 4,25 = 12,75$ | $3+3+4,0 + 4,0 = 14,0$ |
| Área de serviço | $4 \times 2 = 8$ | $4+4+2+2 = 12$ |
| Banheiro | $2 \times 3 = 6$ | $2+2+3+3 = 10$ |
| Corredor | $(4 + 0,25) \times 2 = 8,5$ | $(4+0,25)+(4+0,25)+2+2 = 12,5$ |

Aplicando as premissas da norma técnica as características geométricas da edificação, se têm a previsão de cargas elétricas, de tal modo:

| Dependência | Potência de iluminação (VA) | Pontos de tomada | | Circuitos independentes | |
|-----------------|-----------------------------|------------------|---------------|-------------------------|--------------|
| | | Qde. | Potência (VA) | Discriminação | Potência (W) |
| Sala | 220 | 4 | 400 | | |
| Dormitório | 220 | 4 | 400 | | |
| Cozinha | 160 | 4 | 1.900 | Torneira | 3.500 |
| Área de serviço | 100 | 4 | 1.900 | | |
| Banheiro | 100 | 1 | 600 | Chuveiro | 4.400 |
| Corredor | 100 | 3 | 300 | | |
| Total | 900 | | 5.500 | | 7.900 |

| | |
|--|---|
| Potência dos pontos de tomada = 5.500 VA Fator de potência utilizado = 0,8 Potência ativa = 5.500 VA x 0,8 = 4.400 W | Potência de iluminação = 900 VA Fator de potência utilizado = 1,00 Potência ativa = 900 VA x 1,00 = 900 W |
|--|---|

| | |
|---|---------------|
| Potência ativa de iluminação | 900 W |
| + | |
| Potência ativa dos pontos de tomada | 4.400 |
| + | |
| <u>Potência ativa dos circuitos independentes</u> | <u>7.900</u> |
| Potência ativa total | 13.200 |

VA significa *volt-ampère*, o VA é o que chamamos de potência aparente, ela é o resultado de uma soma fasorial (vetorial) da potência ativa em watts (W) e da potência reativa (var).

Assim sendo, aplica-se fatores de potência para verificar a carga instalada total. Neste caso, temos a potência instalada de 13.200 Watts.

Para o cálculo da demanda, considera-se que os 5.300 W – referente à iluminação e TUG – de potência instalada só seriam consumidos se funcionassem ao mesmo tempo com a carga máxima para o qual foram projetados.

Como na prática isso não ocorre, considera-se a aplicação do fator de demanda correspondente para encontrar a demanda máxima, ou seja, a máxima potencia que realmente será utilizada simultaneamente.

| Potência instalada (W) | Fator de demanda |
|------------------------|------------------|
| 0 a 1.000 | 0,86 |
| 1.001 a 2.000 | 0,75 |
| 2.001 a 3.000 | 0,66 |
| 3.001 a 4.000 | 0,59 |
| 4.001 a 5.000 | 0,52 |
| 5.001 a 6.000 | 0,45 |
| 6.001 a 7.000 | 0,40 |
| 7.001 a 8.000 | 0,35 |
| 8.001 a 9.000 | 0,31 |
| 9.001 a 10.000 | 0,27 |
| Acima de 10.000 | 0,24 |

Como os 5.300W de potência instalada estão na faixa entre 5.001 e 6.000W, o fator de demanda a ser utilizada é 0,45.

Assim sendo, $5.300W \times 0,45 = 2.400W$. Sendo esta a demanda máxima dos circuitos de iluminação e de pontos de tomada (TUG).

Para o cálculo de demanda para as cargas de uso específico.

| Fator de demanda para circuitos independentes: | | Nº de circuitos | Fator de demanda |
|--|------------------|-----------------|------------------|
| Nº de circuitos | Fator de demanda | 12 | 0,48 |
| 01 | 1,00 | 13 | 0,46 |
| 02 | 1,00 | 14 | 0,45 |
| 03 | 0,84 | 15 | 0,44 |
| 04 | 0,76 | 16 | 0,43 |
| 05 | 0,70 | 17 | 0,40 |
| 06 | 0,65 | 18 | 0,41 |
| 07 | 0,60 | 19 | 0,40 |
| 08 | 0,57 | 20 | 0,40 |
| 09 | 0,54 | 21 | 0,39 |
| 10 | 0,52 | 22 | 0,39 |
| 11 | 0,49 | 23 | 0,39 |
| | | 24 | 0,38 |
| | | 25 | 0,38 |

Circuitos independentes = 2
(chuveiro e torneira elétrica)
Fator de demanda = 1,00

Potência total instalada =
 $4.400 W + 3.500 W = 7.900 W$

$7.900 W \times 1,00 = 7.900 W$
(demanda máxima dos circuitos independentes)

Para encontrar a demanda do apartamento ou da residência, considera-se as duas parcelas calculadas, ou seja, $2.400 W + 7.900 W = 10.300 W$.

Este valor (10.300 W) correspondente a potência ativa instalada no circuito de distribuição. Para encontrar a corrente é preciso transformá-la em potencia aparente (VA). Então, divide-se os 10.300W pelo fator de potência 0,95; sendo 10.843 VA a potencia aparente.

Tendo este valor da demanda da residência, pode-se solicitar à concessionária qual o circuito de distribuição necessário:

→ Para sistemas monofásicos e bifásicos: $S = V.I$

→ Para sistema trifásico: $S = \sqrt{3}.V.I$

No caso de Brasília/DF, para circuito bifásico F+F+N, 380V: $I = 10.843/380 = 28,53$ A;

No caso de Passo Fundo/RS, para circuito bifásico F+F+N, 200V: $I = 10.843/200 = 49,29$ A;

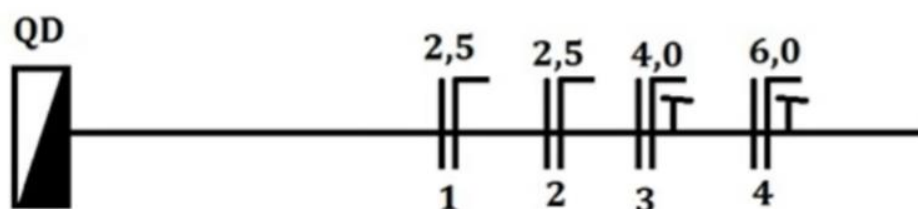
No caso de rede trifásica, 380V: $I = \frac{10.843}{380 \cdot \sqrt{3}} = 16,47$ A;

Estes podem ser o valor da corrente elétrica no circuito para o sistema de distribuição de energia considerado conforme especificações da concessionária (RGE).

Para dimensionar o eletroduto utiliza-se, de modo simplificado, a tabela abaixo. Onde estabelece-se a seção nominal dos condutores e o número de condutores dentro do eletroduto.

| Seção nominal (mm ²) | Número de condutores dentro do eletroduto | | | | | | | | | Tamanho nominal do eletroduto (mm) |
|----------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------------------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1,5 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 20 | 20 | 20 | |
| 2,5 | 16 | 16 | 16 | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | |
| 4 | 16 | 16 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 25 | |
| 6 | 16 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 25 | 32 | 32 | |
| 10 | 20 | 20 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 | |
| 16 | 20 | 25 | 25 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | |
| 25 | 25 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | |
| 35 | 25 | 32 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 50 | 60 | |
| 50 | 32 | 40 | 40 | 50 | 50 | 60 | 60 | 60 | 75 | |
| 70 | 40 | 40 | 50 | 60 | 60 | 60 | 75 | 75 | 75 | |
| 95 | 40 | 50 | 60 | 60 | 75 | 75 | 75 | 85 | 85 | |
| 120 | 50 | 50 | 60 | 75 | 75 | 75 | 85 | 85 | | |
| 150 | 50 | 60 | 75 | 75 | 85 | 85 | | | | |
| 185 | 50 | 75 | 75 | 85 | 85 | | | | | |
| 240 | 60 | 75 | 85 | | | | | | | |

Como exemplo, mostra-se um exemplo típico abaixo:



Neste caso, tem-se um quadro de distribuição e quatro circuitos. A linha horizontal significa um eletroduto embutido que distribuição fiação para quatro circuitos dentro da edificação (residência ou apartamento).

Utilizando a tabela abaixo, considera-se a maior seção (6 mm) e o número de condutores dentro do eletroduto (fase + neutro + terra).

| Seção nominal (mm ²) | Número de condutores dentro do eletroduto | | | | | | | | | Tamanho nominal do eletroduto (mm) |
|----------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------------------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1,5 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 20 | 20 | 20 | 32 |
| 2,5 | 16 | 16 | 16 | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | |
| 4 | 16 | 16 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 25 | |
| 6 | 16 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 25 | 32 | 32 | |
| 10 | 20 | 20 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 | |
| 16 | 20 | 25 | 25 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 40 | |
| 25 | 25 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | |
| 35 | 25 | 32 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 50 | 60 | |
| 50 | 32 | 40 | 40 | 50 | 50 | 60 | 60 | 60 | 75 | |
| 70 | 40 | 40 | 50 | 60 | 60 | 60 | 75 | 75 | 75 | |
| 95 | 40 | 50 | 60 | 60 | 75 | 75 | 75 | 85 | 85 | |
| 120 | 50 | 50 | 60 | 75 | 75 | 75 | 85 | 85 | | |
| 150 | 50 | 60 | 75 | 75 | 85 | 85 | | | | |
| 185 | 50 | 75 | 75 | 85 | 85 | | | | | |
| 240 | 60 | 75 | 85 | | | | | | | |

Assim sendo, é necessário um eletroduto de 32 mm embutido na parede ou teto para dispor adequadamente os quatro circuitos considerados.

Para a composição do projeto elétrico, pode-se utilizar a plataforma online Woca – <https://woca.ocalev.com.br/> - para auxílio na composição dos circuitos elétricos.

Tutoriais de funcionamento podem ser vistos nos seguintes links:

https://www.youtube.com/watch?time_continue=13&v=MKB5xBqZ_AE&feature=emb_logo;

<https://www.youtube.com/watch?v=mBMLjZQ-5wM>;

<https://www.youtube.com/watch?v=14ltFdk7zE4>;

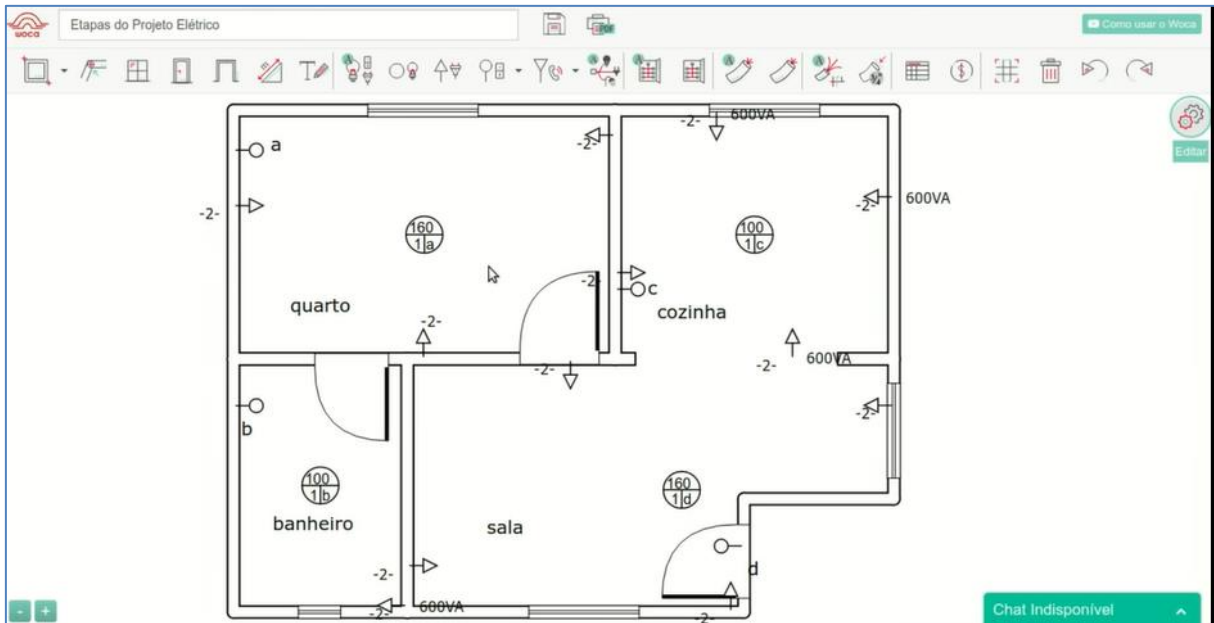
A primeira ferramenta é a de criar um cômodo ou compartimento retangular. A partir do momento que já se tem a planta baixa composta, entra-se com o nível de tensão do projeto:



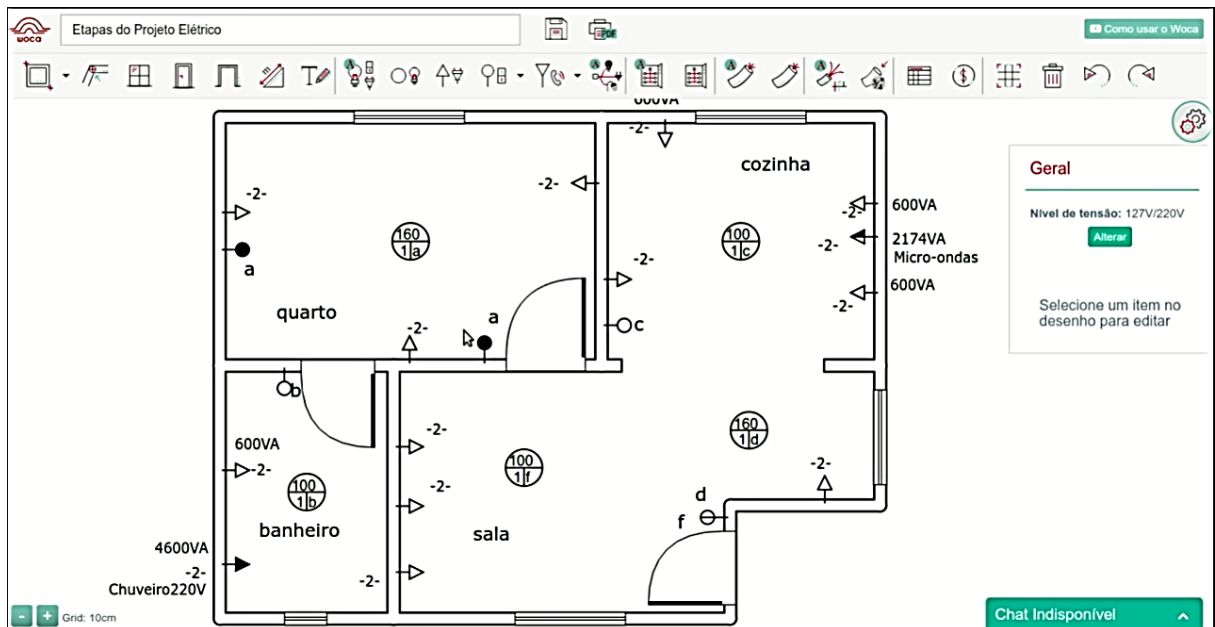
Para criação do projeto elétrico, considera-se os botões da barra de ferramentas acima da tela, da esquerda para direita, onde inicia-se pelo “Posicionamento automático das cargas (lâmpadas, tomadas e interruptores).



Clicando neste botão, o software apresenta os pontos elétricos do projeto: tomada, interruptora e lâmpada. A sistemática do software é melhor aplicada se realizar uma prévia dos componentes (versão automática) e depois fazer os ajustes necessários (versão manual). Mostra-se abaixo tela após uso da versão automática.

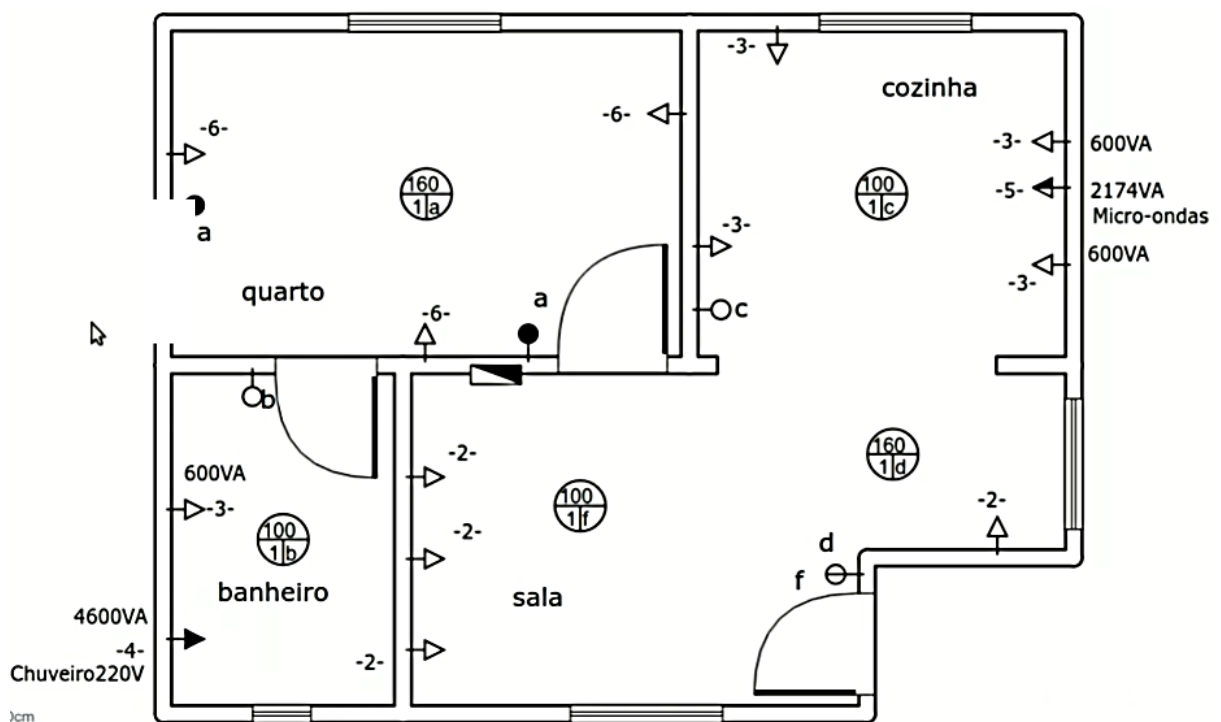


É necessário reposicionar os componentes conforme melhor disposição dentro das peças (interruptor e tomadas); bem como editar os componentes elétricos conforme melhor concepção de projeto (utilizando para isto os demais botões da barra de ferramentas).

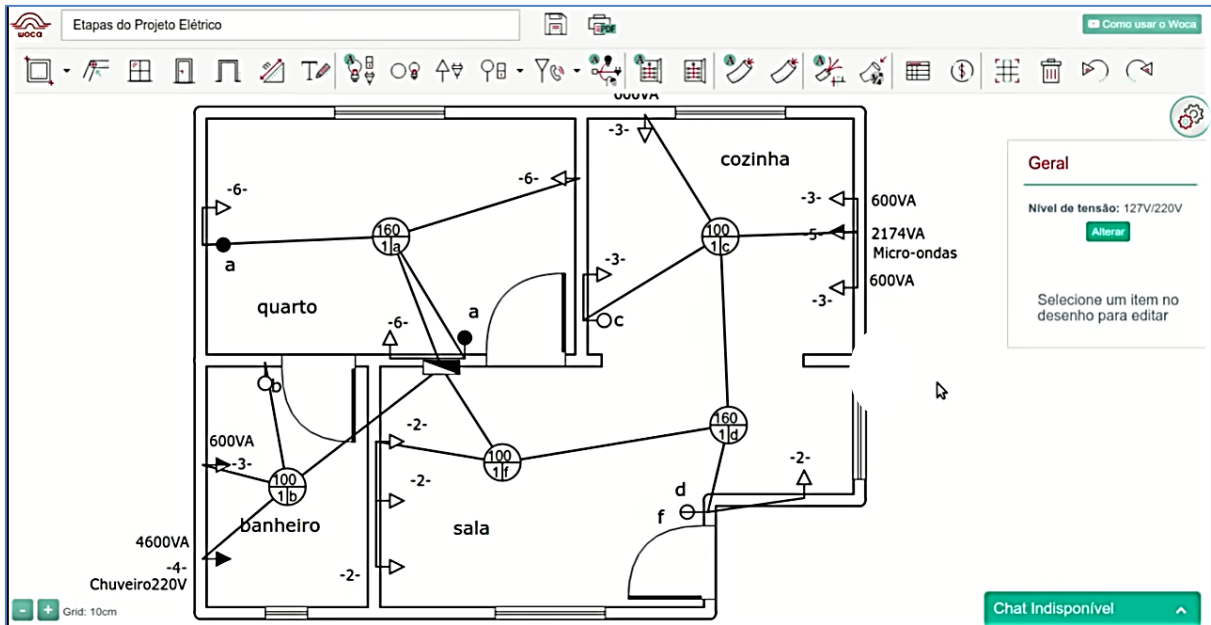


| LEGENDA | |
|---------|---|
| | Tomada de uso geral baixa, a 0.30m do piso acabado. |
| | Tomada de uso geral média, a 1.30m do piso acabado. |
| | Tomada de uso específico alta, a 2.00m do piso acabado. |
| | Tomada com interruptor de uma seção média, a 1.30m do piso acabado. |
| | Interruptor de uma seção, a 1.30m do piso acabado. |
| | Interruptor paralelo de uma seção, a 1.30m do piso acabado. |
| | Ponto de luz no teto. |
| | Aterramento. |
| | Quadro de distribuição geral embutido, a 1.30m do piso acabado. |
| | Eletroduto que desce. |
| | Fios: Fase Neutro Retorno Terra Paralelo. |

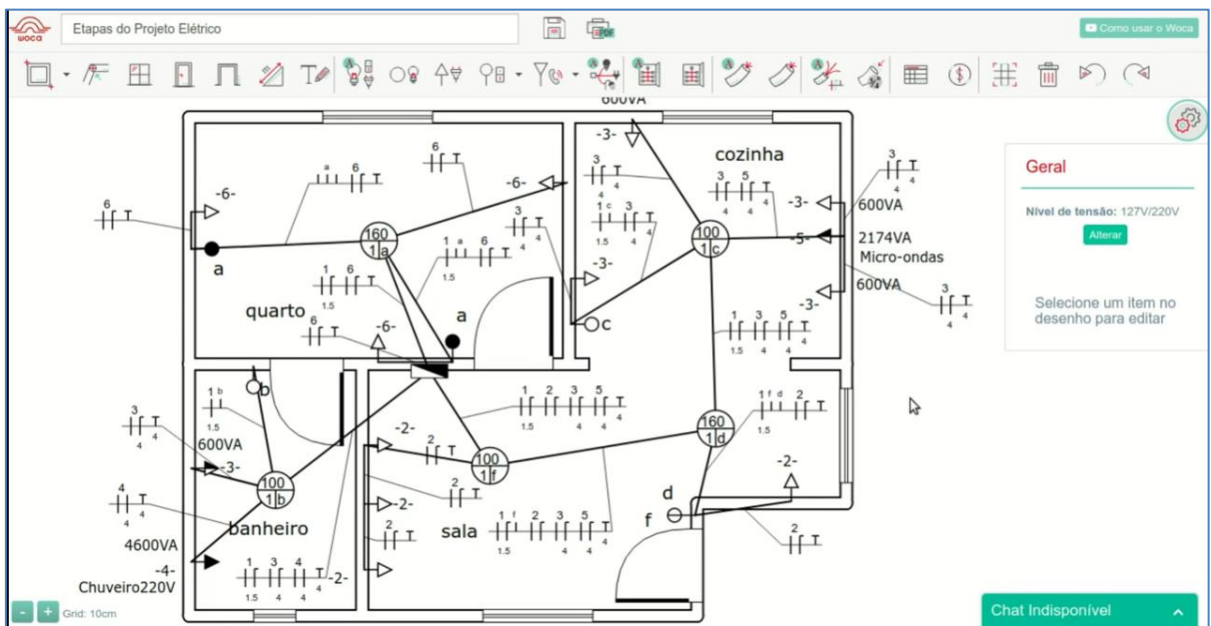
Automaticamente o software separa os circuitos elétricos e os indicam como – 1 – utilizando algumas premissas de norma técnica. Contudo, é desejável que seja ajustado pelo projetista para otimização dos circuitos. Basta editar os valores entre travessões na própria planta baixa. Ficando:



Definidos os pontos elétricos, gera-se os eletrodutos de modo automático, ajustando-os conforme melhor configuração para fins de otimização de fiação e posicionamento.



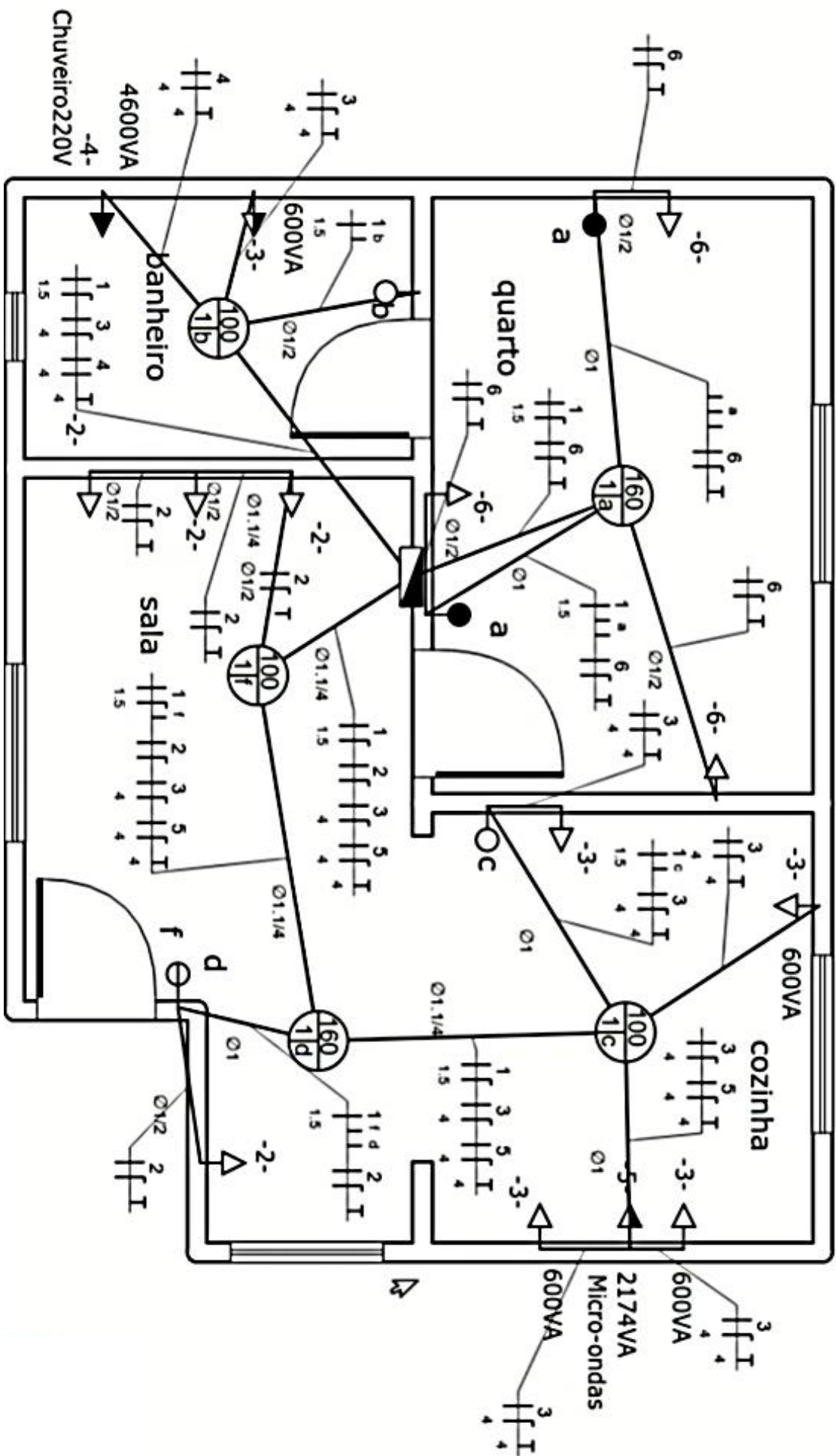
Após, gera-se a fiação correspondente. Na geração automática, não é possível alterações posteriores de forma manual; apenas ajustar a visualização adequando posição dos circuitos indicados.



Identifica-se o diâmetro da fiação junto à simbologia de projeto. Ou seja, onde consta 1,5 refere-se a fiação de 1,5 mm. Onde não consta número algum, significa fiação de 2,5 mm.

Nos botões seguintes, pode-se obter o cálculo do quadro de cargas de forma automática, corrente, fator de agrupamento, potência dos circuitos (exportando a planilha para o computador); bem como, estimativa de materiais (quantitativos) e custos.

Por fim, após ajustes necessários, têm-se o projeto elétrico, conforme mostrado pela Figura à seguir.



21 DIMENSIONAMENTO DE AR-CONDICIONADO

O dimensionamento do sistema de refrigeração predial (ar condicionado) é fundamental para o desempenho e utilização da edificação.

Para dimensionar a capacidade ideal do ar-condicionado para o cômodo que de desejo, basta realizar cálculo de BTUs.

A sigla BTU significa em inglês *British Thermal Unit*, ou seja, traduzindo para Unidade Térmica Britânica – a medição dada para o tamanho da potência que seu aparelho de ar-condicionado tem de resfriamento. Com maior potência de resfriamento, o aparelho consegue oferecer:

- ➔ Maior rapidez de resfriamento;
- ➔ Mais conforto para os ambientes;
- ➔ Potência maior ao lançar o ar no ambiente;
- ➔ Maior alcance do ar nos espaços;
- ➔ Uma melhor experiência com seu produto.

Entretanto, salienta-se que a escolha errada dos BTUS para o ambiente existente pode causar problemas sérios na sua experiência com um ar-condicionado. O aparelho pode acabar se desgastando e seu conforto fica seriamente ameaçado.

Assim sendo, **deve-se escolher o ar-condicionado mais potente então?** Não necessariamente o mais potente, mas sim, o mais adequado ao ambiente que você quer fazer a instalação do aparelho. Na hora de fazer a avaliação, obtém-se informações que vão ser úteis na hora de pensar no BTU certo, como por exemplo:

- ➔ O tamanho em metros quadrados do seu ambiente;
- ➔ A largura do seu espaço e também comprimento;
- ➔ O tempo que seu aparelho ficará exposto ao sol;
- ➔ A quantidade de janelas no seu ambiente;
- ➔ O número de pessoas que ficará no espaço;
- ➔ A quantidade de eletrônicos que ambiente possui;
- ➔ Se suas lâmpadas são do tipo amarelas ou frias.

Tendo em vista todas essas informações, será possível avaliar a quantidade de calor existente dentro do espaço que desejasse fazer a instalação do ar-condicionado.

Entendendo a quantidade de calor que o espaço recebe, será mais fácil buscar a potência de ar-condicionado mais adequada ao local, já que é através da potência que o aparelho consegue fazer a conversão do ar quente para o frio.

Então, o cálculo de BTU pode parecer um pouco complexo, na real, é uma soma de números (de modo simplificado). Para cada metro quadrado, você soma o número 600. Ou seja, o ambiente tem 2 metros quadrados, a soma irá ser 600+600.

Além da soma do ambiente, você deve somar mais 600 a cada pessoa que for ocupar o ambiente e também 600 para cada eletrônico no espaço e abertura para o ambiente externo.

No final, o cálculo de BTU poderia ser uma regra de soma de 600s. Contudo, há no mercado aplicativos e plataformas da internet que auxiliam neste cálculo.

Para acessar a calculadora de BTU, basta acessar o link abaixo e ter em mãos as informações mostradas no parágrafo anterior:

https://www.dufrio.com.br/pagina/calculadora-btus?utm_source=blog&utm_medium=post&utm_campaign=o-que-e-btus-qual-a-potencia-certa-para-seu-ar-condicionado

Calculadora de BTUs

De quantos BTUs você precisa?
Faça o cálculo e descubra quantos BTUs você deve comprar.

Comprimento (m) Largura (m)

Pessoas

Eletrônicos

Janelas

Exposição ao sol

Siga as seguintes instruções para ter o número desejado:

- ➔ Passo 1: Colha as informações do seu ambiente;
- ➔ Passo 2: Coloque os dados nos respectivos espaços;

- Passo 3: Clique em calcular;
- Passo 4: Admire os BTUS que o aparelho precisa ter.

De forma analítica, **como dimensionar ar-condicionado através do cálculo de BTUs?**

De modo simplificado, identifique quantos metros quadrados (m²) possui o cômodo de desejo de climatização. Após, multiplique 600 pelo valor em m²:

$$10 \text{ m}^2 \times 600 = 6.000 \text{ BTU/h}$$

Para ter um valor mais preciso, considera-se outros fatores. Por exemplo, a média de pessoas que usa o ambiente ao mesmo tempo e/ou a quantidade de aparelhos eletrônicos no local. Para cada pessoa e/ou aparelho, adicione 600 ao resultado final:

$$6.000 \text{ BTU/h} + 600 + 600 = 7.200 \text{ BTU/h}$$

Ainda há outros fatores consideráveis, como a incidência do sol no ambiente que você quer instalar o ar-condicionado. Neste caso, adiciona-se 1.200 BTU no total.

Sabemos que você quer economizar e pode estar pensando “e se eu comprar um ar-condicionado com a potência menor do que a dimensionada?”. Ou, você pode ser daqueles que prefere apostar em uma potência maior do que realmente necessário para ter a sensação de que tudo está ok.

E agora? O que fazer? Bom, pode ter certeza de que um ar-condicionado com **menor BTUs** do que o recomendado no cálculo que você fez é uma má escolha. Isso porque o aparelho pode apresentar problemas ao longo do tempo, como desgastes nas peças. Além disso, o ar-condicionado pode gastar mais energia do que o necessário porque ele tentará dar conta de resfriar ou aquecer todo o ambiente.

Por outro lado, uma **potência maior** (BTU) do que a necessária não acarretará desgastes dos componentes. Mas, ao invés de economizar energia com o ar-condicionado, o gasto pode ser maior (ou bem maior) do que seria com a medida ideal

Ainda, outro ponto que pode causar grande economia energética e deixar a edificação mais tecnológica é a automação residencial.

Basicamente, tudo o que envolve a palavra “automação” se refere a um sistema que torna processos mais inteligentes, ao ponto de levar independência até certos objetos. É como ter robôs em casa, alguns visíveis e outros não (ficam só na programação do aparelho).

Sendo assim, a automação residencial é a integração das funções dos aparelhos e demais objetos residenciais/prediais/industriais. Assim, tudo pode ser ativado e controlado com mais facilidade e praticidade. Por exemplo, alguns sistemas utilizam comando de voz, outros wi-fi.

A **automação de ar-condicionado** é uma das mais populares atualmente, com a possibilidade de programar todo o “clima” da sua casa pelo smartphone. Assim, você consegue definir os horários de funcionamento para cada cômodo, como se fosse uma agenda rotineira.

Além disso, algumas funções do ar-condicionado, como *sleep* e economia de energia, ficaram mais práticas de controlar através do próprio celular, apenas selecionando quando e onde elas serão acionadas

Automação da limpeza da casa nada mais é do que os famosos robozinhos que andam sozinhos pelos cômodos da casa, aspirando o chão. Assim como o ar-condicionado, você consegue pré-definir quais as partes da casa ele precisa limpar, o horário, entre outras funções.



Essa é uma automação residencial que existe há bastante tempo. Os comandos para cortinas e persianas funcionam com controles remotos ou fixados pelas paredes da casa, alguns sistemas podem ser acessados em *tablets*, inclusive.



Sendo assim, você só precisa escolher a ação que deseja: abrir ou fechar a persiana, programar horários para isso, entre outras funções.

Através do wi-fi, é possível integrar diversos outros sistemas da casa, que podem ser acionados em dispositivos móveis através de aplicativos ou, até mesmo, com comandos de voz. Outras possibilidades de automação residencial, são:

- Iluminação;
- Áudio e vídeo;
- Segurança.

Interessante é que algumas inteligências artificiais muito conhecidas e usadas atualmente possuem os recursos para integrar a automação residencial. É o caso da Alexa (Amazon), Siri (Apple) e Google Home.

Um dos modos mais acessíveis para automação predial é a utilização da placa eletroeletrônica Arduino, conforme mostrado pelo vídeo abaixo:

<https://www.youtube.com/watch?v=TtogVN2rEqQ>

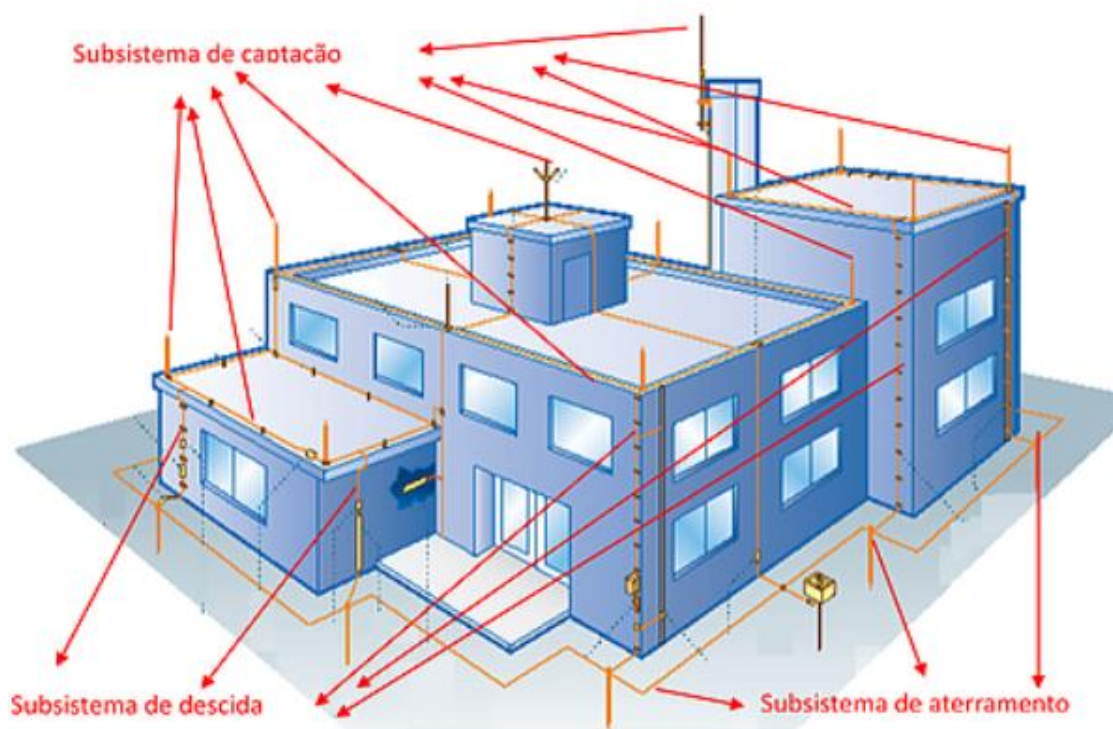
22 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA

O para-raios é um dispositivo usado para proteger as edificações e sua função básica é criar um caminho seguro para a descarga elétrica. Ele é parte de um sistema completo de proteção contra raios.

Há três componentes básicos em um pararraios. As hastes agem como um terminal para uma descarga atmosférica e a maioria é um objeto pontiagudo. Já os cabos condutores transportam a corrente das hastes até o solo. Por último, há as hastes de aterramento, que são barras enterradas e nas quais os cabos condutores estão ligados.

O Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas – SPDA – serve para proteger pessoas, edifícios, prédios, tanques, tubulações e outros contra descargas atmosféricas. A função do SPDA é direcionar e dissipar as descargas atmosféricas por um caminho seguro até a terra. Ele evita/minimiza os danos em construções e pessoas oriundos de tais descargas.

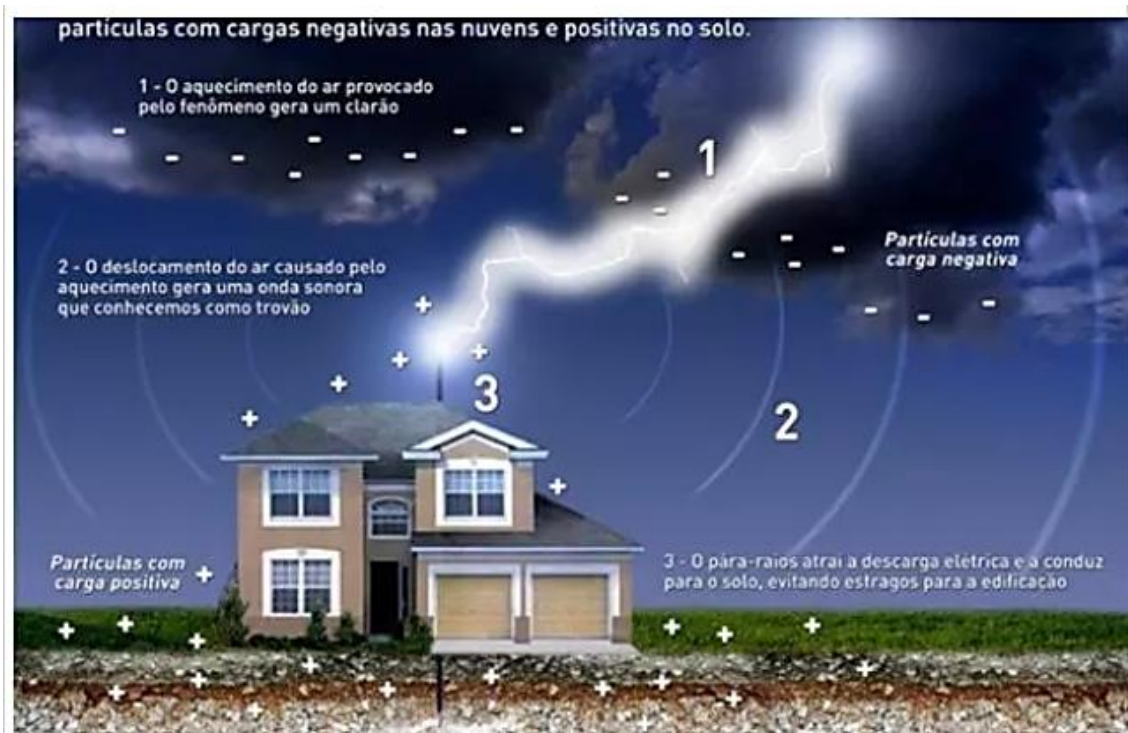
Vale ressaltar que nem sempre o sistema é totalmente eficiente, mas ele reduz os riscos consideravelmente. Ele também não evita que a descarga aconteça, visto que é um fenômeno natural.



O SPDA é, basicamente, composto por um subsistema de captação, um subsistema de descidas, um subsistema de aterramento, um subsistema de equipotencialização e definições de distâncias de segurança. O responsável por interceptar as descargas atmosféricas que

atingiriam a construção é o subsistema de captação. O subsistema de descidas conduz a corrente da descarga até o subsistema de aterramento, o qual escoar a corrente da descarga na terra, conforme mostrado pela figura acima.

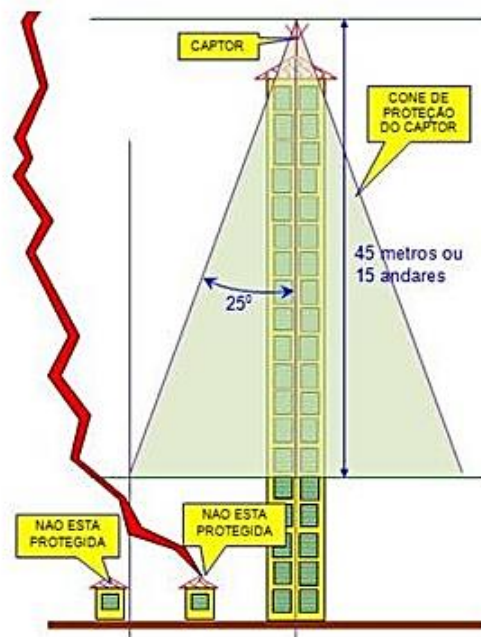
É importante conhecer por que devesse preocupar-se com a instalação e o bom funcionamento de um SPDA. De acordo com o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), o Brasil é o país com maior incidência de raios no mundo. Caem mais de 50 milhões de raios em solo tupiniquim todos os anos. Só com esses dados já é possível ter motivos suficientes para instalar um SPDA.



Os tipos de pararraios mais usados são três. O primeiro é o **pararraios de Franklin**. Nele, o volume de proteção é determinado por um cone, sendo que a altura da construção e o nível de proteção são considerados no dimensionamento. Ainda, há uma haste metálica onde ficam os captadores e um cabo de condução que atinge o solo, no aterramento, levando a energia da descarga elétrica. É indicado para construções altas e com pouca área horizontal.



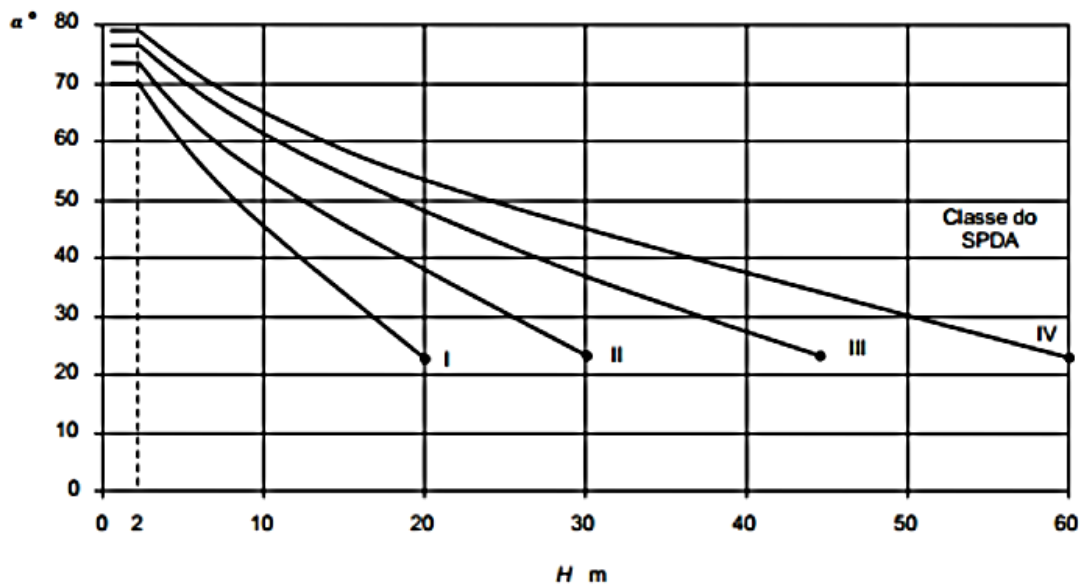
Eles são instalados para proteger o volume de um cone, onde o captor fica no vértice e ângulo entre a geratriz e o centro do cone, variando de acordo com o nível de proteção e a altura da edificação. Devido às suas limitações impostas pela norma, passa a ser cada vez menos usado em edifícios, sendo ideal para edificações de pequeno porte suas limitações são em função da sua altura protegendo uma altura máxima de 45 metros ou 15 andares, tendo uma flecha de proteção de cerca de 25° . (NBR 5419/2005).



O método de proteção por para-raios tipo Franklin consiste na utilização de um ou mais mastros com captores, de modo que todo volume da edificação a ser protegido fique dentro de uma zona espacial de proteção do sistema, no interior do cone de proteção criado pelo pararraio.

O dimensionamento por este método leva em consideração o nível de proteção e a altura da edificação para obter o ângulo de proteção dos captores em relação à posição da área de exposição analisada.

A norma NBR-5419 (ABNT, 2015) estabelece os ângulos de proteção a serem utilizados, conforme figura abaixo: ângulo de proteção correspondente à classe de SPDA. Os ângulos de proteção variam de acordo com a altura dentro de cada nível de proteção, sendo ainda limitados por um valor de altura máxima.



A norma NBR-5419 (ABNT, 2005), em concordância com o Corpo de Bombeiros, estabelece os ângulos de proteção a serem utilizados, conforme mostrado pela tabela abaixo: posicionamento de captores conforme o nível de proteção.

| Nível de Proteção | Ângulo de proteção (função da altura do captor) | | | |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | $\theta / H \leq 20 \text{ m}$ | $\theta / 20 < H \leq 30 \text{ m}$ | $\theta / 30 < H \leq 45 \text{ m}$ | $\theta / 45 < H \leq 60 \text{ m}$ |
| I | 25° | | | |
| II | 35° | 25° | | |
| III | 45° | 35° | 25° | |
| IV | 55° | 45° | 35° | 25° |

| Nível de proteção | h m | Ângulo de proteção (α) - método Franklin, em função da altura do captor (h) (ver Nota 1) e do nível de proteção | | | | | Largura do módulo da malha (ver Nota 2) m |
|-------------------|--------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|--|
| | | 0 - 20 m | 21 m - 30 m | 31 m - 45 m | 46 m - 60 m | > 60 m | |
| I | 20 | 25° | ¹⁾ | ¹⁾ | ¹⁾ | ²⁾ | 5 |
| II | 30 | 35° | 25° | ¹⁾ | ¹⁾ | ²⁾ | 10 |
| III | 45 | 45° | 35° | 25° | ¹⁾ | ²⁾ | 10 |
| IV | 60 | 55° | 45° | 35° | 25° | ²⁾ | 20 |

R = raio da esfera rolante.

¹⁾ Aplicam-se somente os métodos eletrogeométrico, malha ou da gaiola de Faraday.

²⁾ Aplica-se somente o método da gaiola de Faraday.

NOTAS

1 Para escolha do nível de proteção, a altura é em relação ao solo e, para verificação da área protegida, é em relação ao plano horizontal a ser protegido.

2 O módulo da malha deverá constituir um anel fechado, com o comprimento não superior ao dobro da sua largura.

Em edificações com nível de proteção I, o sistema de proteção tipo Franklin somente será verificado para alturas até 20 metros (distância do captor à área de exposição). Para edificações com nível de proteção IV, pode ser utilizado para proteger até 60 metros de altura abaixo do captor.

Em edificações com altura superior ao limite indicado na norma recomenda-se utilizar os métodos eletromagnético ou gaiola de Faraday

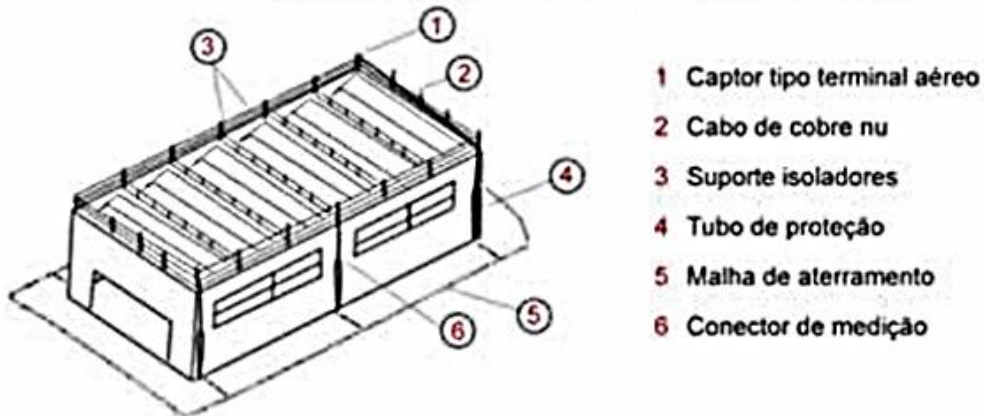
Os níveis de proteção são verificados conforme uso da edificação. Em casos residenciais, considera-se a condição mais rigorosa, ou seja, nível de Proteção I.

| | | | |
|---|---|--|---|
| 2º ESTRUTURAS COM DANOS CONFINADOS: as preocupações devem ser com os efeitos na própria estrutura e com a atividade executada internamente. | Telecomunicação, usinas de força, indústria com risco de incêndio | Inaceitável perda de serviços ao público por pequeno ou longo período de tempo. Perigo às imediações devido a incêndios. | I |
| 3º ESTRUTURAS COM PERIGO AOS ARREDORES: as preocupações devem ser com os efeitos anteriores, mais com os efeitos nas estruturas adjacentes ou de certa região. | Refinarias, depósitos de combustíveis, fábricas de inflamáveis, fábricas de munição | Consequências de incêndio e explosão da instalação para os arredores. | I |
| 4º ESTRUTURAS COM DANOS AO MEIO AMBIENTE: as preocupações devem ser com os efeitos temporários ou permanentes no meio ambiente. | Instalações químicas, laboratórios, instalações nucleares, bioquímicas, etc. | Fogo e mal funcionamento da fábrica com consequências perigosas ao local e ao meio ambiente como um todo. | I |

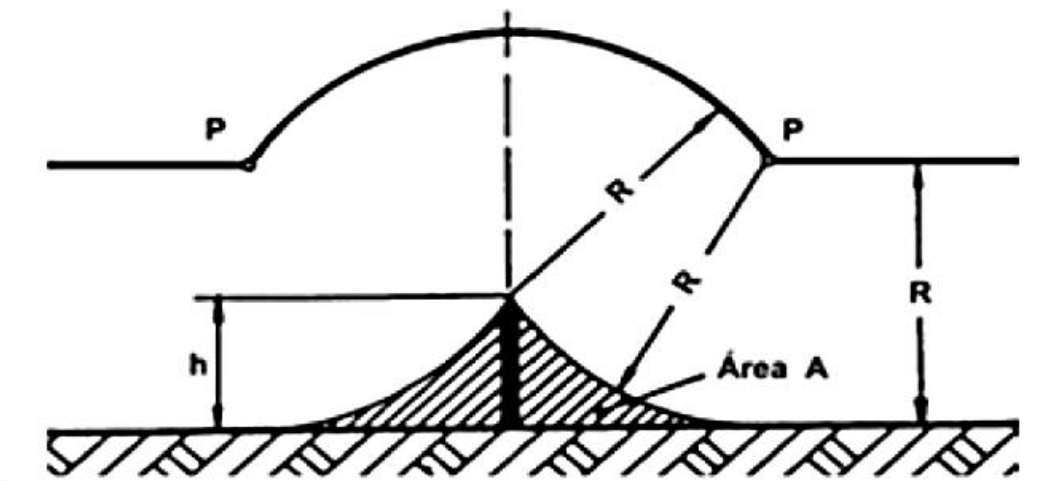
Os **pararraios de Melsens** usam como princípio de funcionamento a gaiola de Faraday. É muito usado em galpões e edifícios com baixa altura, mas grande área horizontal. Consiste em instalar captos formados por condutores horizontais. A forma na qual os cabos são dispostos se torna o receptor da descarga atmosférica. A teoria da **gaiola de Faraday** diz

que o campo elétrico no interior de uma superfície condutora eletrizada é nulo. Assim, uma malha de fios metálicos é instalada no telhado e recebe as descargas

Sistema de proteção tipo gaiola de Faraday



Por outro lado, há os pararraios que usam o **método eletrogeométrico** (ou método da esfera rolante). Este método se baseia na delimitação do volume de proteção dos captores de um SPDA. É possível usar hastes, cabos ou os dois. O esfera no nome é porque consiste em criar uma esfera fictícia. Os locais em que ela tocar a edificação, a descarga também pode tocar, sendo necessário proteger tais pontos. É usado para construções muito altas e/ou com uma arquitetura complexa.



Ainda, vale citar como bônus os para-raios radioativos, os quais tiveram sua produção e instalação no Brasil suspensas há muitos anos. O radioisótopo usado era o Américo-241. Neles, os captores possuem formato de discos sobrepostos.

No Brasil, a ABNT NBR-5419/2015 contém as normas para a proteção contra descargas elétricas. Na hora da instalação, vários fatores devem ser considerados. Além do

projeto em si, é necessário considerar outros elementos, como índice cerâmico da região (relacionado ao número de dias de trovoadas em um local por ano), número de pessoas, média de raios da região e outros. No site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) é possível consultar a densidade de descargas atmosféricas para cada local do Brasil.

A NBR-5419/2015 afirma, ainda, que o SPDA é a principal e mais eficaz medida de proteção contra descargas atmosféricas. Segundo a norma, o SPDA é dividido em externo e interno. O externo é destinado a interceptar uma descarga atmosférica para a estrutura, conduzir a corrente da descarga atmosférica para a terra de forma segura e dispersar a corrente da descarga atmosférica na terra. Por outro lado, o objetivo do SPDA interno é reduzir os riscos com centelhamentos perigosos dentro do volume de proteção criado pelo SPDA externo por meio de ligações equipotenciais ou distância de segurança entre os componentes do SPDA externo e outros elementos.

A NBR-5419/2015 também classifica o SPDA em 4 classes diferentes. Cada uma delas está relacionada a um nível de proteção (NP). Para cada NP há um conjunto de parâmetros máximos e mínimos das correntes das descargas atmosféricas. As diversas tabelas com os dados são encontradas na própria norma

A inspeção de um SPDA deve ser feita durante a construção da estrutura, após a instalação do sistema, após alterações ou reparos ou quando houver suspeita de que a estrutura foi atingida por uma descarga atmosférica. Além disso, deve ocorrer inspeção semestral que aponte pontos deteriorados no sistema e, periodicamente, deve ser realizada uma inspeção por profissional habilitado e capacitado, emitindo documentação pertinente, em intervalos de um ano para estruturas contendo munição ou explosivos, ou em locais expostos à corrosão atmosférica severa, e 3 anos para as demais estruturas. Porém, vale ressaltar que é necessário consultar as normas estaduais e as do Corpo de Bombeiros para verificar se não há um prazo mais restritivo.

A manutenção deve ser feita observando-se as recomendações provenientes da inspeção. Ainda, o profissional que elabora a documentação deve indicar um prazo de manutenção, seja ela imediata ou preventiva.

A norma regulamentadora NR-10 estabelece que todo estabelecimento que tenha potência instalada superior a 75KW, deve possuir e manter o prontuário das instalações elétricas (PIE), dentro desta documentação deve conter o relatório de inspeção do sistema SPDA e os aterramentos elétricos. Desta forma as empresas são responsáveis por construir e manter o sistema SPDA em funcionamento.

A utilização de SPDA é uma exigência do corpo de bombeiros em edifícios com mais de 30 metros de altura e instalações comerciais e industriais, com mais de 1500 m² de área construída, também é exigência em áreas destinadas a depósitos de explosivos e inflamáveis, e também em outras edificações a critério do Corpo de Bombeiros, sempre que se justificar a necessidade pela periculosidade; o SPDA deve obedecer a critérios de confiabilidade e de segurança, pois evita explosões e incêndios principalmente em ambientes perigosos como postos de combustível.

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Para se projetar e quantificar corretamente o SPDA segue-se os seguintes passos:

- ➔ Características geométricas da edificação: comprimento, largura e altura do prédio (expressos em metros);
- ➔ Tipo de telha: pré-moldada, calhetão, barro, cerâmica, fibrocimento metálica, telha ecológica dentre outras;
- ➔ Geometria da telha: ondulada, plana, trapezoidal, zipada ou outro tipo;
- ➔ Atividade da edificação: empresa, indústria química, metalúrgica, explosivo, produtos químicos, refinaria, hospital, escola, universidade, emissora de tv, edifício residencial, etc.

Por meio destes dados, obtém-se o nível de proteção à ser adotado. No caso de edificações mistas: residencial-comercial, considera-se o Nível de Proteção 1.

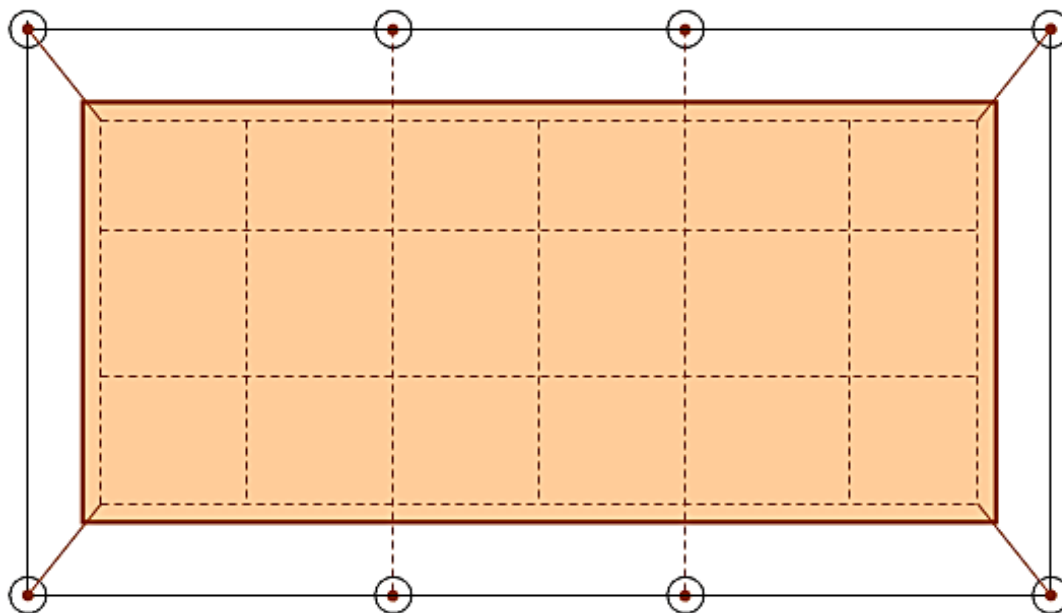
Escolhido o nível já podemos definir o número de prumadas e o *mesch* (malha) da Gaiola de Faraday pois o espaçamento médio das prumadas estão vinculadas ao nível de proteção ou seja:

- ➔ Nível 1: espaçamento médio é de 10m;
- ➔ Nível 2: espaçamento médio é de 15m;
- ➔ Nível 3: espaçamento médio é de 20m;
- ➔ Nível 4: espaçamento médio é de 25m.

Definido o *mesch* da Gaiola (10m x 10m) e o número de prumadas, faz-se um desenho com as dimensões do prédio, especificando a Gaiola e as prumadas conforme exemplo abaixo: prédio construído em concreto pré-moldado:

- ➔ Largura: 30 m;

- Comprimento: 60 m;
- Altura: 15 m;
- Atividade: residencial-comercial.



Após representado o sistema de SPDA – Gaiola de Faraday – quantifica-se os materiais à serem utilizados:

- Condutor da cobertura e das prumadas (descidas): Barra chata de alumínio 7/8”x1/8”;
- Comprimento das barras da cobertura: $l_c = (7 \times 30\text{m}) + (4 \times 60\text{m}) = 450 \text{ m}$
- Comprimento das barras das prumadas $l_p = 8 \times (15\text{m} - 1,5\text{m}) = 108 \text{ m}$
- Comprimento total das barras = 558 m

23 ORÇAMENTO DE MATERIAL ELÉTRICO

Se os cômodos da casa foram construídos em etapas, o arquiteto ou engenheiro deve avaliar quais itens vão ser necessários em cada um deles, de acordo com o tamanho dos ambientes. Em um quarto ou sala de área média 3 m x 3,5 m, uma tomada deve ser instalada a cada 5 m corridos de parede – ele terá que ter, pelo menos, duas tomadas.

Quanto aos pontos de luz, e dimensionamento dos condutores, é preciso saber a potência necessária: para uma lâmpada incandescente de 100 W e uma tomada geral, de 400 W, o equipamento especificado deverá suportar carga de 500 W. Logo, um condutor com bitola 2,5 mm² e um disjuntor de 15 A podem ser suficientes.

De acordo com normas técnicas para instalações elétricas de baixa tensão, conduítes rígidos de ¾ de polegada (18,5 mm) ou flexíveis, de diâmetro 25 mm (uma polegada), são os mais apropriados. Para lâmpadas de 100 W, prefira bitolas de 1,5 mm², com disjuntores de 15 A e potência máxima 1500 W.

No caso de tomadas para uso geral, a conta é outra: em tensões de 110 V, a bitola deve ter 2,5 mm², e o disjuntor, 20 A – para suportar potência máxima de 2.000 W.

Nos chuveiros, a especificação deve ser mais criteriosa. Isso evitará focos de incêndio ocasionados por sobrecargas na corrente. Assim, se a instalação é de 220 V, os fios devem ter bitola 6 mm², e o disjuntor, capacidade para 35 A, suportando potência máxima de 6500 W. Torneiras elétricas são como chuveiros, então é preciso seguir essas mesmas especificações

Enquanto as tomadas devem ser posicionadas a 30 cm de altura do piso, os interruptores, por regra, precisam estar a 1,30 m do solo; e o quadro de distribuição de energia, por sua vez, a 1,20 m do piso.

Para quantificar os materiais, utilize uma planta em escala para saber quantos metros lineares de eletrodutos e condutores serão necessários na obra.

Meça diretamente os eletrodutos representados no plano horizontal e, a este valor, some a cota vertical (alturas de interruptores, ou tomadas, por exemplo).

Neste cálculo, é importante não esquecer de contar a altura da laje, no caso de eletrodutos que descem até as caixas de elétrica. Não esqueça também de somar a espessura do contrapiso, no caso dos eletrodutos que sobem até as caixas.

Lembre-se que a cota total nada mais é que a soma das duas cotas (vertical e horizontal), e compre somente a quantidade necessária de condutores, para evitar sobras e desperdício.

O planejamento é o primeiro passo para obter um orçamento realista e deve ser elaborado para curto, médio e longo prazo. Assim, é possível detalhar as etapas da obra e estimar o tempo e o investimento que a execução da instalação elétrica exige.

Para isso, existem algumas perguntas que você precisa responder a algumas questões.

- ➔ Quanto tempo é necessário para executar cada tarefa?
- ➔ Quais serviços e profissionais são necessários contratar?
- ➔ Quais materiais serão utilizados?
- ➔ Quais ferramentas e equipamentos serão necessários?
- ➔ Quais os possíveis riscos que podem gerar imprevistos e gastos extras?

As respostas permitirão estabelecer metas tangíveis para o orçamento financeiro e para o cronograma.

Além de escolher muito bem o profissional que cuidará da instalação, é preciso listar quais produtos serão utilizados durante a obra.

Procure detalhar no orçamento de materiais elétricos quais as especificações de cada item e quais marcas você gostaria de usar, pois esses produtos são complexos. Verifique, também, quais marcas atendem as normas e exigências técnicas de qualidade

Verificar se os materiais estão de acordo com os padrões, normas técnicas e sua marca são quesitos que você não deve nunca perder de vista. Essas regras e diretrizes devem ser consideradas ao escolher seu fornecedor.

Essas condições vão contribuir para que você adquira os melhores parceiros e para que seu negócio se destaque nesse mercado competitivo. Ter produtos de qualidade é condição essencial quando o assunto é material elétrico.

Confira se o desenho está corretamente na escala indicada, pois é comum erros na plotagem. Se as coordenadas estiverem maiores ou menores do que a escala indica, pode gerar erros significativos no orçamento, compra, contratação e execução.

Por isso, é importante que você trabalhe com uma escala conhecida, principalmente em plantas impressas. Além disso, a escolha de escalas conhecidas facilita que o fornecedor e o profissional, a serem contratados, informem respectivamente o custo total dos materiais e serviços de forma assertiva.

Conhecer as determinações da NBR-5410 é fundamental para qualquer profissional deste segmento, incluindo gestores e compradores, pois quando se fala em eletricidade, o primordial é a segurança.

A norma esclarece muitas dúvidas dos profissionais da área, pois funciona como um guia: estipula regras em instalações e o que se deve ou não fazer.

Sabendo de tudo isso, fica mais fácil se organizar, planejar a elaboração de como fazer orçamento elétrico e evitar dores de cabeça com retrabalho e gastos acima do estipulado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-5413**: iluminância de interiores. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-5419**: proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-5688**: tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-5648**: tubos e conexões de PVC-U. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-6314**: peças de ligas de cobre fundidas em areia. Rio de Janeiro: ABNT, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-7198**: instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-7229**: projeto, construção e operação de tanque séptico. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-8160**: instalação predial de esgoto sanitário e ventilação. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-9077**: saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-10071**: registro de pressão fabricado com corpo e castelo em ligas de cobre para instalações hidráulicas prediais. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-10072**: instalações hidráulicas prediais: registro de gaveta de liga de cobre: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-10844**: instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-10898**: sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-13434**: sinalização de segurança contra incêndio e pânico. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-13714**: sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-13969**: tanques sépticos: unidades de tratamento complementar. Rio de Janeiro: ABNT, 1969.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-15219**: plano de emergência contra incêndio: requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-15527**: aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-15884**: sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria: policloreto de vinila clorado (CPVC). Rio de Janeiro: ABNT, 2011.