



**SUMÁRIO**

<b>1 Quadro de distribuição .....</b>	<b>2</b>
<b>2 Barramentos .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Seleção dos componentes de uma instalação .....</b>	<b>5</b>
<b>4 Circuito elétrico .....</b>	<b>12</b>
<b>5 Potência dos equipamentos elétricos.....</b>	<b>13</b>
<b>6 Aterramento elétrico .....</b>	<b>17</b>
<b>7 Esquemas de aterramento .....</b>	<b>19</b>
<b>8 Elaboração de projetos elétricos .....</b>	<b>24</b>
<b>9 Especificação do material utilizado.....</b>	<b>30</b>
<b>10 Esquema de ligação de interruptores com uma tecla paralela e tecla intermediária.....</b>	<b>34</b>
<b>11 Esquema de ligação de iluminação utilizando sensor de presença .....</b>	<b>35</b>
<b>12 Esquema de ligação de iluminação utilizando sensor de luminosidade .</b>	<b>36</b>
<b>13 Previsão da potência de iluminação .....</b>	<b>37</b>
<b>14 Previsão de potência aos pontos de Tomadas de Uso Geral .....</b>	<b>39</b>
<b>15 Definição do local do quadro de distribuição .....</b>	<b>41</b>
<b>16 Eletrodutos.....</b>	<b>42</b>
<b>17 Disjuntores termomagnéticos .....</b>	<b>48</b>
<b>18 Valores das correntes de curto - circuito no secundário dos transformadores .....</b>	<b>52</b>
<b>19 Seleção do Condutor Neutro.....</b>	<b>52</b>
<b>20 Proteção contra choque elétrico .....</b>	<b>54</b>
<b>21 Dispositivo residual.....</b>	<b>60</b>
<b>22 Forma de onda senoidal perfeita .....</b>	<b>63</b>
<b>23 Interruptor diferencial residual (IDR).....</b>	<b>64</b>
<b>24 Disjuntor diferencial residual (DDR) .....</b>	<b>64</b>
<b>25 Correntes nominais dos dispositivos residuais .....</b>	<b>65</b>

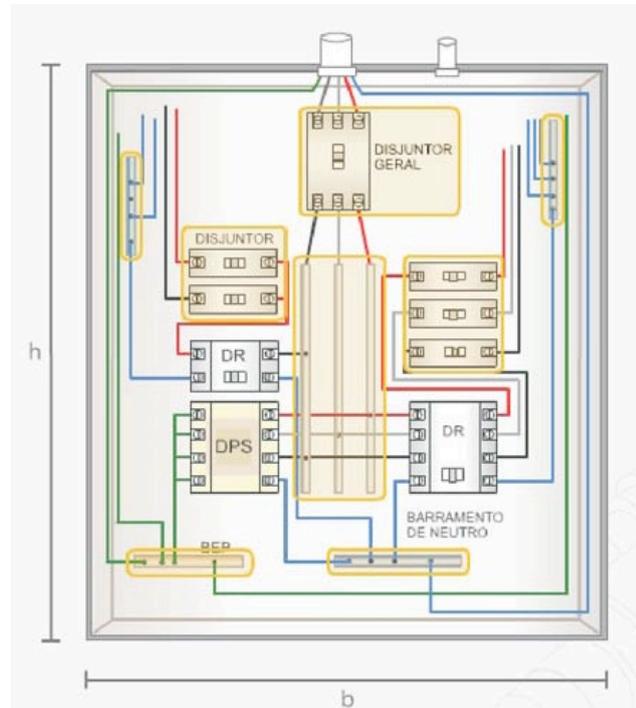


	2
26 Proteção contra surtos de tensão .....	69
27 Suportabilidade de tensão nos equipamentos .....	69
28 Classificação dos dispositivos de proteção contra surto de tensão .....	70
29 Seleção dos dispositivos de proteção contra surtos de tensão .....	71
30 Ligação dos dispositivos de proteção contra surtos de tensão .....	74
31 Quadro de medição e alimentador predial .....	79
32 Entrada de energia .....	84
33 Limites de fornecimento de energia para cada sistema de alimentação	85
34 Dimensionamento da entrada de energia .....	88
35 Dimensionamento dos condutores da entrada de energia .....	92
35 Malha de aterramento .....	98
36 Especificação dos materiais da instalação elétrica .....	99
37 Especificação de eletrodutos corrugados e de PVC rígido .....	100
38 Especificação de quadros de distribuição .....	101
39 Especificação de caixas de passagem .....	102
40 Especificação de caixas para a instalação de tomadas e interruptores .....	102
41 Especificação de caixa para instalação em lage .....	103
Referências .....	104

## Componentes das instalações elétricas

### 1 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

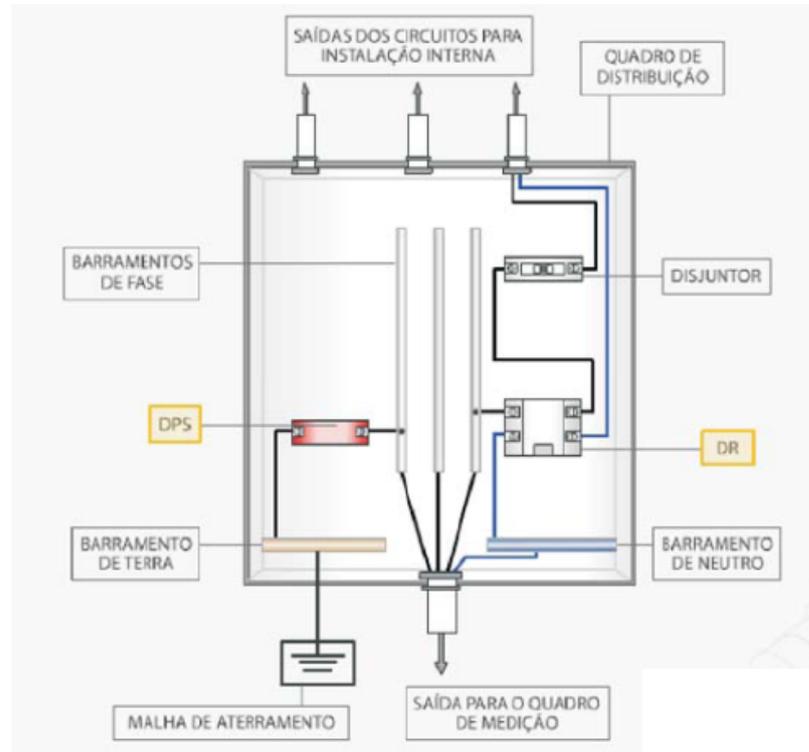
É o quadro colocado no interior da edificação onde serão instalados os dispositivos de proteção, os disjuntores, e onde será feita a divisão dos circuitos da instalação como podemos observar no quadro em destaque:



As dimensões e a quantidade de disjuntores que serão instalados no interior do quadro dependem do número de circuitos existentes na instalação, cada disjuntor deve proteger um circuito de forma independente. Os quadros de distribuição utilizados em uma edificação podem ser encontrados com ou sem disjuntor geral, e também com ou sem barramentos. No quadro acima podemos notar que temos barramentos, disjuntor geral, disjuntores terminais entre outros equipamentos que devem ser utilizados em uma instalação elétrica.

## 2 BARRAMENTOS

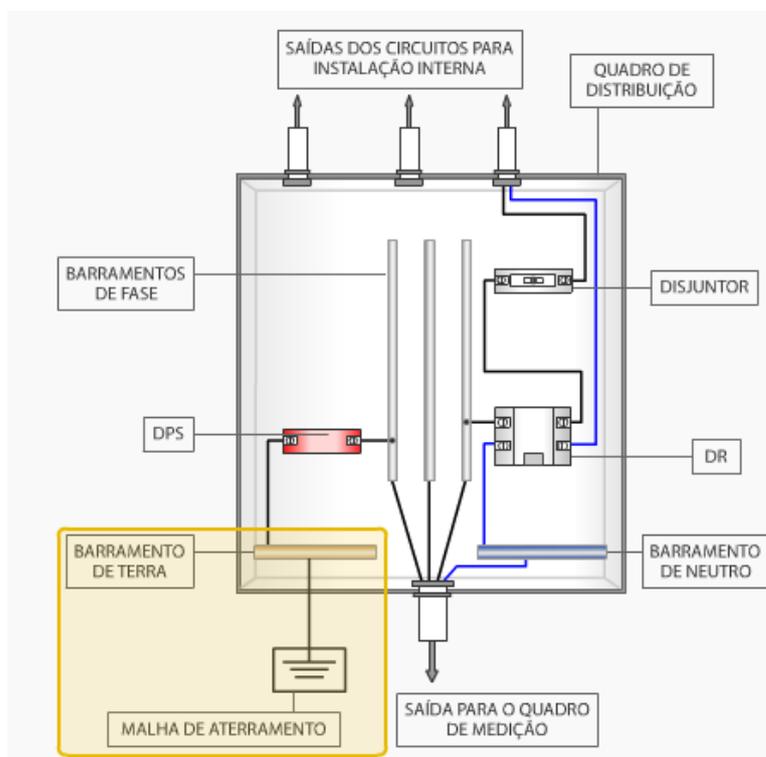
são barras de cobre instaladas no interior do quadro de distribuição onde são inseridos os alimentadores a partir do ramal de entrada de energia, a partir dos barramentos são instalados os disjuntores para proteção dos circuitos terminais. O quadro de distribuição pode conter em seu interior os barramentos de fase, barramento de terra e barramento de neutro. Os dispositivos de proteção de surto, o DPS e o dispositivo residual, o DR, equipamentos cuja instalação é obrigatória conforme a NBR 5410/2004.



## 2.1 BARRAMENTO DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO (BEP)

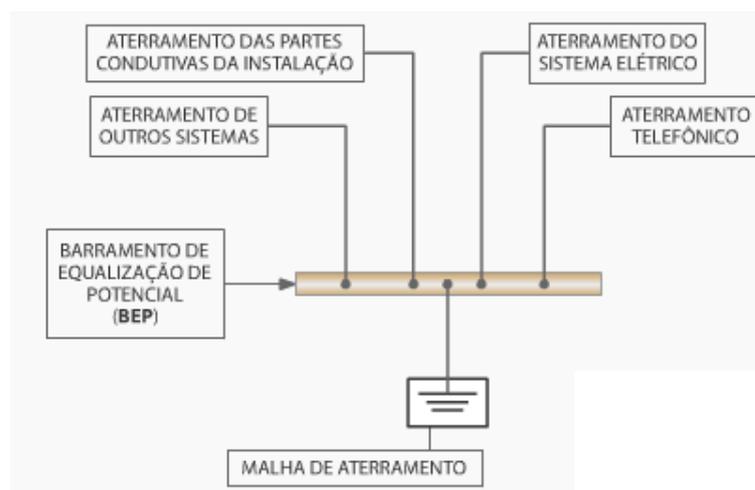
Este barramento serve para conectar todos os dispositivos elétricos ao aterramento da edificação com a finalidade de proteger os equipamentos, e manter todos os aterramentos no mesmo potencial. Também está ligado as partes das instalações onde possam ocorrer choques elétricos.

Em uma edificação que possuam por exemplo dutos metálicos de água, esgoto, ar-condicionado entre outros deve-se interligar estas partes metálicas ao barramento de equalização de potencial. No esquema exibido podemos visualizar de vários sistemas que devem ser aterrados, ligando-os ao barramento de equalização de potencial que por sua vez é ligado a malha de terra geral da edificação. Em projetos elétricos de edificações unifamiliares normalmente o barramento de terra pode ser utilizado como barramento de equalização de potencial.



Já as edificações que possuem redes telefônicas e sistema de proteção contra descargas atmosféricas devem possuir uma caixa para a ligação do barramento de equalização.

Instalação dos componentes no BEP:



### 3 SELEÇÃO DOS COMPONENTES DE UMA INSTALAÇÃO

Na seleção dos componentes de uma instalação elétrica o projetista deve



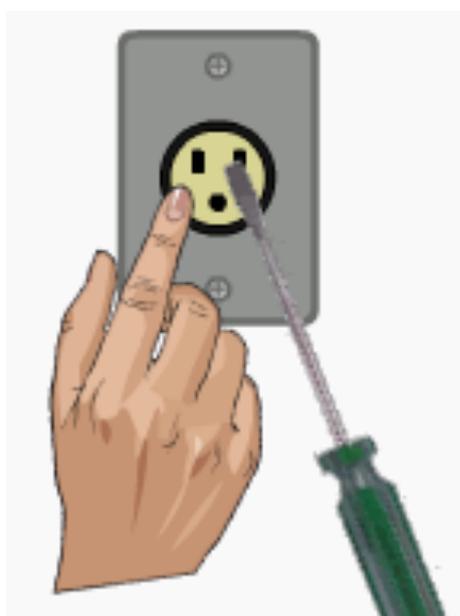
em primeiro lugar garantir que os componentes estão em conformidade com as normas a ele aplicadas, também é necessário que os componentes apresentem características compatíveis com as influências externas a que serão submetidos.

- **Índice de proteção (IP)**

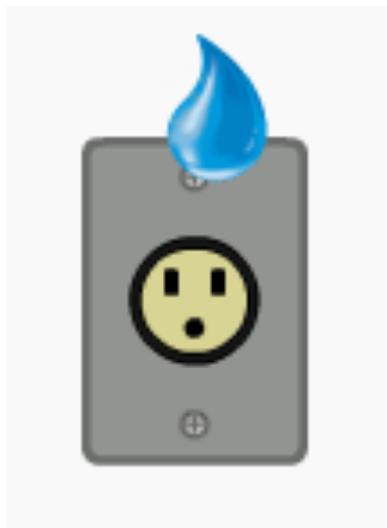
O índice de proteção é o padrão desenvolvido pelo comitê europeu de padronizações elétricas que especifica níveis de proteção de um equipamento com relação ao ambiente onde ele se encontra. Para especificar o índice de proteção é necessário conhecer as condições de instalação do componente devido as influências externas, a proteção que deve ser oferecida contra choque elétrico e o acesso as partes perigosas. O código IP encontrado no manuais dos equipamentos geralmente é definido com dois ou três números.

- **Código IP**  
**IP 123**

O primeiro algarismo indica a proteção que o invólucro do componente oferece contra a penetração de objetos sólidos estranhos, e também a proteção contra contatos acidentais com partes internas que possam oferecer risco de choque ao usuário.



Já o segundo algarismo indica o grau de proteção contra penetração de líquido.



O terceiro algarismo que geralmente é omitido do índice de proteção define a proteção que o componente oferece quanto a impactos mecânicos.

O índice de proteção é aplicado em função com a necessidade de aplicação do componente na instalação e da influência do ambiente sobre ele. A formação do IP é feita combinando dois algarismos. Define-se o primeiro algarismo que se refere contra penetração contra corpos sólidos estranhos, e posteriormente se define o segundo algarismo que determina a proteção do componente contra penetração de líquidos.

<b>TABELA DO ÍNDICE DE PROTEÇÃO DO EQUIPAMENTO E PROTEÇÃO A PESSOA</b>			
<b>1º Algarismo</b>			<b>2º Algarismo</b>
<b>Proteção contra penetração de corpos Estranhos</b>			<b>Proteção contra Penetração De líquidos</b>
Indicação do equipamento	Indicação relativa A proteção de pessoas		Indicação relativa A proteção do equipamento
Não protegido	Não protegido	<b>0</b>	Não protegido
Proteção contra penetração de corpos sólidos superior a 50mm	Proteção contra acesso do dorso da mão	<b>1</b>	Proteção contra queda vertical de gotas de água



Proteção contra penetração de corpos sólidos superior a 12,5mm	Proteção contra acesso com o dedo	<b>2</b>	Proteção contra queda de gotas de água com inclinação de até 15° em relação a Vertical
Proteção contra penetração de corpos sólidos superior a 2,5mm	Proteção contra acesso com o ferramenta	<b>3</b>	Proteção contra queda de gotas de água com inclinação de até 60° em relação a Vertical
Proteção contra penetração de corpos sólidos superior a 1,0mm		<b>4</b>	Proteção contra jato de água em qualquer direção
	Proteção contra acesso com fio	<b>5</b>	Proteção contra jato de água de baixa pressão em qualquer direção
Proteção total contra penetração de poeira		<b>6</b>	Proteção contra jatos de água, assimiláveis vagas ou ondas do mar
		<b>7</b>	Proteção contra efeitos de submersão (imersão entre 15 cm e 1m)
		<b>8</b>	Proteção contra efeitos de submersão (imersão prolongada Sob pressão)

Considerando as influencias de cada ambiente nos componentes das instalações elétricas podemos visualizar os valores do IP adequados a cada ambiente:



**Dormitório**



<b>GRAUS DE PROTEÇÃO IP PARA AMBIENTES DE HABITAÇÃO</b>	
<b>LOCAL</b>	<b>IP</b>
DORMITÓRIO	20

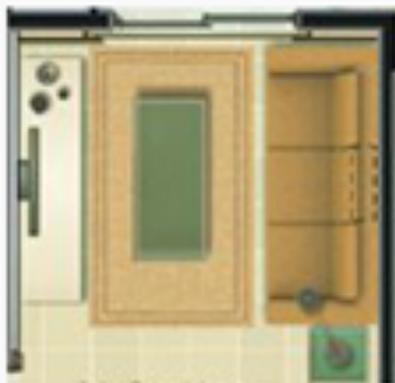
**Banheiro**



<b>GRAUS DE PROTEÇÃO PARA AMBIENTES DE HABITAÇÃO</b>	
<b>LOCAL</b>	<b>IP</b>
<b>BANHEIRO</b>	
 <b>VOLUME - 0</b>	<b>27</b>
 <b>VOLUME - 1</b>	<b>25</b>
 <b>VOLUME - 2</b>	<b>24</b>
 <b>VOLUME - 3</b>	<b>21</b>
<b>LAVABO</b>	<b>21</b>

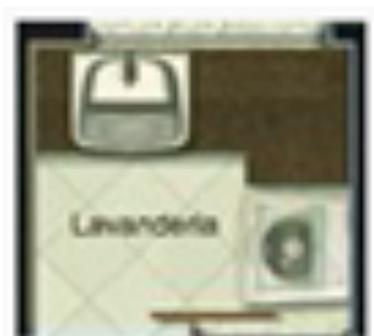


**Sala**



<b>GRAUS DE PEOTEÇÃO IP PARA AMBIENTES DE HABITAÇÃO</b>	
<b>LOCAL</b>	<b>IP</b>
SALA	20
ESCRITÓRIO	20

**Lavanderia**



<b>GRAUS DE PEOTEÇÃO IP PARA AMBIENTES DE HABITAÇÃO</b>	
<b>LOCAL</b>	<b>IP</b>
LAVANDERIA	24



**Cozinha**



<b>GRAUS DE PROTEÇÃO IP PARA AMBIENTES DE HABITAÇÃO</b>	
<b>LOCAL</b>	<b>IP</b>
COPA	21
COZINHA	21

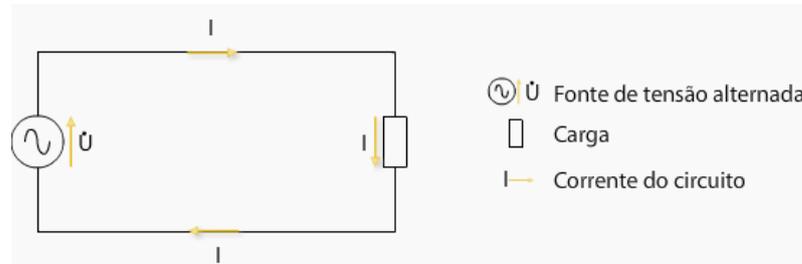
**Garagem**



<b>GRAUS DE PROTEÇÃO IP PARA AMBIENTES DE HABITAÇÃO</b>	
<b>LOCAL</b>	<b>IP</b>
GARAGEM	21



## 4 CIRCUITO ELÉTRICO



Para efetuar a instalação de um circuito elétrico é necessário interligar uma fonte de alimentação a uma carga, através de condutores elétricos, sendo assim um circuito elétrico é o conjunto de equipamentos e materiais utilizados para fazer a conexão desde a fonte de alimentação até a carga, na resolução de circuitos nos referimos a carga como a uma impedância, o seja, somente uma resistência, ou uma resistência e uma bobina, ou ainda uma resistência e um capacitor, sendo que impedância é a oposição a passagem de corrente em um circuito elétrico de corrente alternada, determinada diretamente pelo valor da resistência, do indutor ou do capacitor, e ainda a frequência da rede elétrica. Nas instalações elétricas as grandezas utilizadas são os dados fornecidos pelos fabricantes, que devem informar as características elétricas dos equipamentos a serem instalados, como a potência nominal em Watts, a corrente nominal em Amper, a tensão nominal em Volt e a frequência nominal em Hertz. Alguns fabricantes fornecem a potência ativa e a tensão nominal do aparelho, sendo possível a partir destes dados determinar a corrente que o equipamento solicita do circuito, em outros casos a corrente já é dada pelo fabricante.

### 4.1 GRANDEZAS ELÉTRICAS FORNECIDAS PELOS FABRICANTES

Para alguns equipamentos como os chuveiros elétricos normalmente são informados a tensão nominal e a potência.

<b>Chuveiro elétrico</b>	
<b>Tensão Nominal</b>	→ 220 V
<b>Potência Nominal</b>	→ 6600 W

Para as lâmpadas incandescentes que são cargas resistivas puras e por isso



tem fator de potência unitário basta apenas informar a potência e a tensão a que o equipamento estará submetido.

**Lâmpada Incandescente**

**Tensão Nominal** → 220 V

**Potência Nominal** → 100 W



No caso das lâmpadas fluorescentes o fabricante fornece apenas o valor da potência nominal, sendo que a tensão depende do reator que será utilizado na instalação.

Os dados para o dimensionamento do reator dependem do valor de tensão nominal da rede em que o mesmo será instalado e o seu fator de potência.

**Lâmpada Fluorescente**

**Potência Nominal** → 40 W

**Tensão Nominal** → Depende do reator utilizado



## 5 POTÊNCIA DOS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

- **Potência de equipamentos domésticos**

Na elaboração do projeto de uma instalação elétrica, é necessário que o projetista determine os valores de potências dos equipamentos para realizarem o levantamento de cargas da instalação. Na planta são apresentados valores médios de potências nominais típicas para alguns eletrodomésticos usados como base para o projetos das instalações elétricas nos ambientes abaixo:



○ **Dormitório**



<b>APARELHO</b>	<b>POTÊNCIAS NOMINAIS TÍPICAS EM (W)</b>
Aquecedor elétrico	1500
Ventilador de teto	150
microcomputador	120

○ **Banheiro**



<b>APARELHO</b>	<b>POTÊNCIAS NOMINAIS TÍPICAS EM (W)</b>
Chuveiro elétrico	4400
Secador de cabelos	1000



○ **Sala**



<b>APARELHO</b>	<b>POTÊNCIAS NOMINAIS TÍPICAS EM (W)</b>
Televisor	75 - 300
Copiadora	1500 - 3500
Aparelho de som	50
Aspirador de pó	100

○ **Lavanderia**



<b>APARELHO</b>	<b>POTÊNCIAS NOMINAIS TÍPICAS EM (W)</b>
Lavadora de roupas	750 - 1200
Secadora de roupas	2500 - 6000
Aquecedor de água central (boiler de 50 a 100 litros)	1000
Aquecedor de água central (boiler de 150 a 200 litros)	1250
Aquecedor de água central (boiler de 250 litros)	1500
Aquecedor de água central (boiler de 300 litros)	2000
Aquecedor de água central (boiler de 400 litros)	2500



- **Cozinha**



<b>APARELHO</b>	<b>POTÊNCIAS NOMINAIS TÍPICAS EM (W)</b>
Geladeira	150 - 500
Exaustor de ar (cozinha)	300 - 500
Congelador (freezer)	300 - 500
Micro-ondas doméstico	900 - 1600
Lavadora de louças	1200 - 2800
Torneira elétrica	2800 - 5200
Torradeira	500 - 1200

- **Garagem**

<b>APARELHO</b>	<b>POTÊNCIAS NOMINAIS TÍPICAS EM (W)</b>
Furadeira	500 - 650



## 6 ATERRAMENTO ELÉTRICO

- **Finalidade do aterramento.**

É o termo usado para designar a ligação intencional de determinados condutores da instalação com a terra, ou seja, com o solo, que pode ser considerado como um condutor por onde a corrente elétrica flui e é difundida, são considerados dois tipos de aterramento nas instalações:

- **Aterramento funcional:** consiste na ligação a terra com um dos condutores do sistema oferecendo proteção contra choques elétricos.

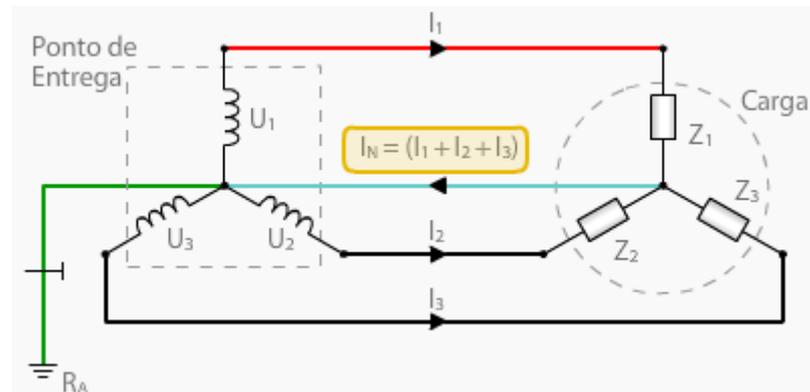
Sua finalidade é proporcionar uma operação correta e confiável do sistema, com os equipamentos tendo a terra como referência. Pode proporcionar o escoamento da corrente para a terra em sistemas monofásicos, bifásicos e trifásicos, ainda escoar correntes de descargas atmosféricas e cargas estáticas.

O aterramento funcional tem como finalidade principal fazer com que o sistema elétrico possa operar de maneira correta segura e confiável com os equipamentos tendo a terra como referência. Para atingir seu objetivo deve se garantir que o aterramento possa proporcionar:

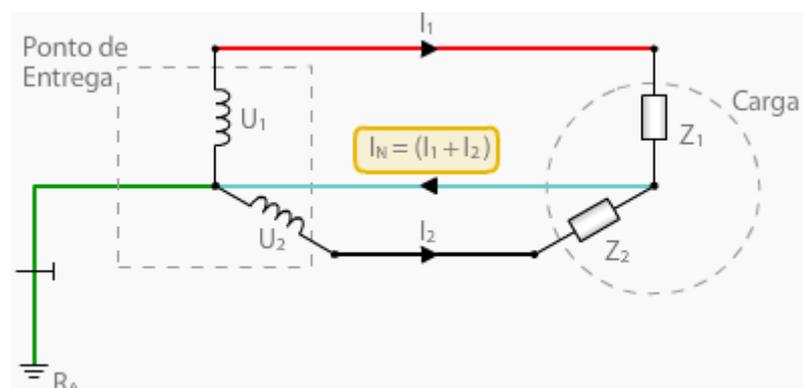
- um caminho de corrente para a terra
- escoar correntes de descargas atmosféricas
- escoar cargas estáticas
- evitar transitórios

Para que o circuito volte ao equilíbrio tendo a terra como referência a corrente que circula através das fases e que é consumida pelas cargas deve ser levada a terra pelo neutro.

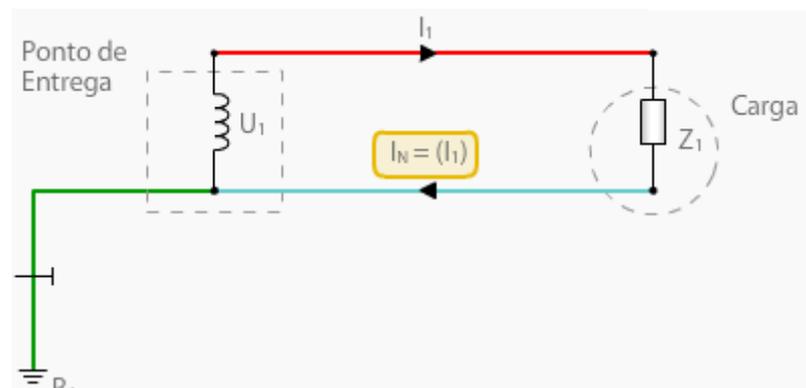
Em sistemas trifásicos com neutro alimentando uma carga desequilibrada haverá corrente do neutro para a terra devido ao desequilíbrio de correntes.



Em sistemas bifásicos são utilizadas duas fases do sistema trifásico e a corrente do neutro é a somatória das correntes das duas fases.



Já os sistemas monofásicos utilizam apenas uma fase do sistema trifásico e a corrente do condutor neutro é igual a corrente que circula pelo condutor fase .





Para proteger os sistemas contra descargas atmosféricas o aterramento funcional atua conduzindo as correntes de descargas vindas da atmosfera diretamente para o solo.

- **Aterramento de proteção:** feito através da ligação a terra das massas e dos elementos condutores estranhos a instalação, ou seja, elementos que não fazem parte da instalação mas que podem produzir nela um potencial como dutos metálicos de água ou gás entre outros, ocasionando riscos de choque por contato indireto. Esta proteção é obtida através de controle de tensão, curto-circuito fase-terra, descarga atmosférica.

O aterramento de proteção tem por objetivo proteger os usuários da instalação de eventuais correntes originadas de falhas de isolamento que possam provocar potenciais perigosos, ou seja, riscos de choque elétrico. Esta proteção é obtida através do controle de tensão ou do seccionamento automático do circuito. Este sistema de aterramento permite o controle de tensão desenvolvida no solo quando:

- Ocorre um curto-circuito fase-terra
- Quando a corrente retorna para a fonte
- No caso de descarga atmosférica, evitando tensão de passo ou tensão de toque

O aterramento deve oferecer ao circuito uma impedância de baixo valor de retorno a terra para que na ocorrência de uma falta o dispositivo de proteção atue de forma automática.

O sistema elétrico não precisa necessariamente estar aterrado para que possa funcionar, entretanto quando nos referimos a tensões do sistema, sempre tomamos como referência a terra, que é considerada a referência zero para o sistema elétrico.

## **7 ESQUEMAS DE ATERRAMENTO**

### **7.1 Introdução**

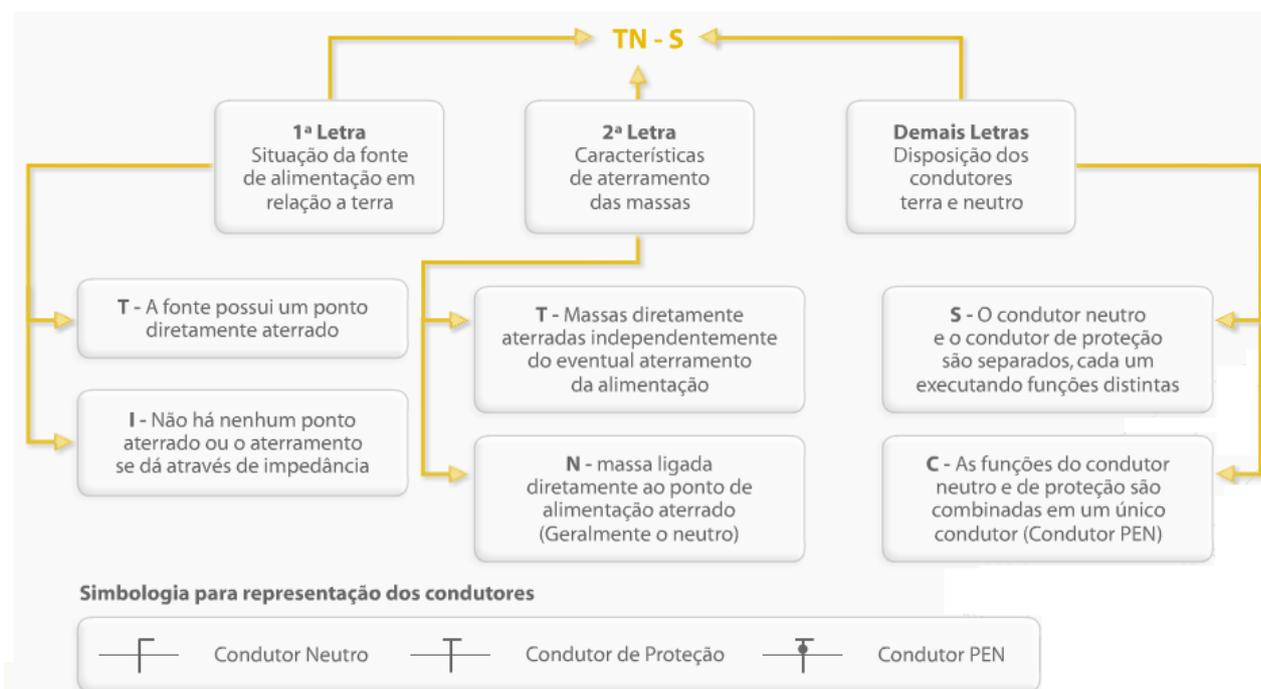
O aterramento nas instalações elétricas é de fundamental importância para o bom funcionamento dos sistemas, bem como uma eficiente forma de proteção



contra choques elétricos. Para atender todas as necessidades do sistema elétrico a NBR 5410 estabelece no item 4.2.2.2 as prescrições para os vários sistemas de aterramento possíveis para cada tipo de instalação. Os esquemas de aterramento TN e TT são os mais utilizados nas instalações elétricas em sistemas de baixa tensão. O sistema TN permite ainda algumas variações de ligações de acordo com a necessidade de utilização na edificação, são eles os sistemas de aterramento TN-S, TN-C e TN-C-S.

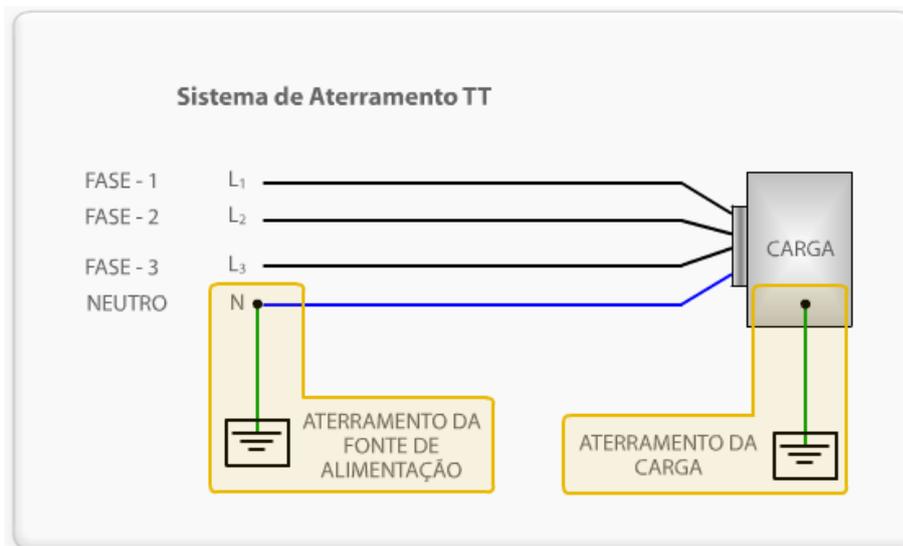
### 7.2 Identificação do tipo de sistema de aterramento

Na denominação dos esquemas de aterramento a simbologia do esquema de aterramento é representada do seguinte modo:



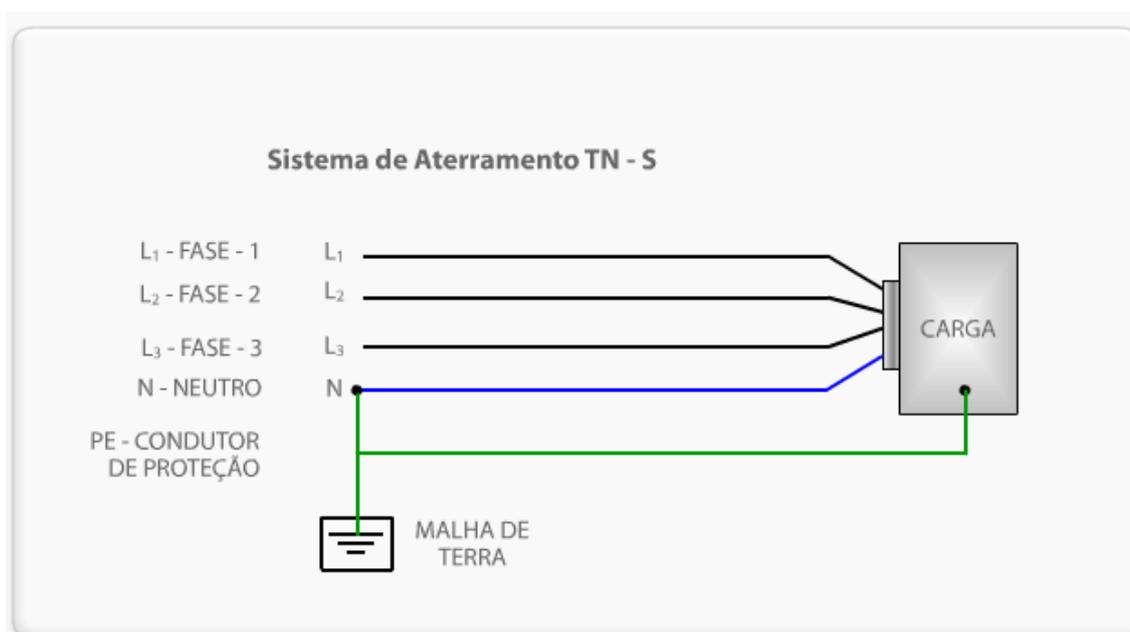
### 7.3 Sistema de aterramento TT

O sistema TT de aterramento possui um ponto da fonte de alimentação diretamente aterrado e as massas da instalação ligadas a um eletrodo de aterramento completamente distinto do aterramento da fonte.



#### 7.4 Sistema de aterramento TN-S

No sistema TN-S o condutor neutro e o condutor de proteção são distintos, e possuem finalidades específicas, o condutor neutro tem a finalidade de escoar para a terra a somatória das correntes das fases enquanto o condutor de proteção PE manter o potencial do equipamento igual ao potencial da terra garantindo a proteção de choques elétricos.





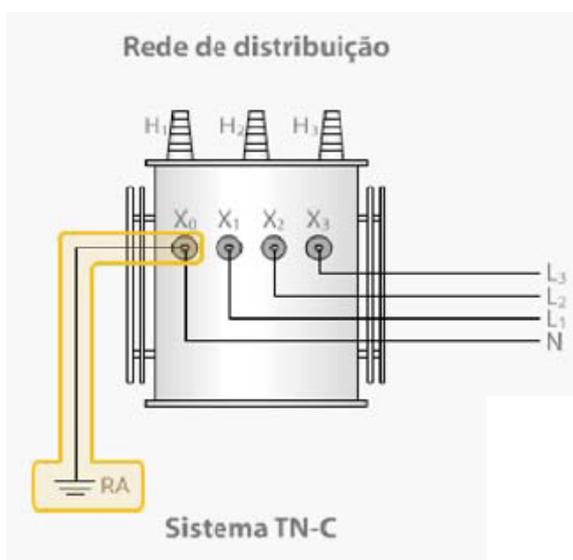
### 7.5 Sistema de aterramento TN-C

O esquema de aterramento TN-C, onde as funções do condutor neutro e do condutor de proteção são combinadas a um único condutor, também pode ser utilizado desde que se garanta que as tensões nas partes condutivas estejam dentro dos limites de tensão de segurança conforme estabelecido pela NBR 5410 e a NR 10. No sistema TN-C caso ocorra uma falha de isolamento na carga a corrente de fuga irá circular pelo condutor neutro até a malha de terra que causará um potencial elétrico que pode oferecer riscos de choque elétrico. Em função dos riscos a norma NBR 5410, estabelece as seguintes tensões de contato para cada situação de risco.

- 12 V para áreas de imersão
- 25 V para áreas molhadas
- 50 V para áreas secas

### 7.6 Conclusões sobre os sistemas de aterramento

A maioria das grandes concessionárias tem como padrão na operação da rede de distribuição o sistema trifásico a quatro condutores, sendo três fase e neutro.



Na rede de distribuição o sistema de aterramento utilizado é o TN-C, onde o neutro é aterrado a partir do transformador de distribuição. O neutro da rede de distribuição é o condutor PE-N, tendo em vista que o neutro do sistema é aterrado e por norma nenhum consumidor deve ficar a mais de 150 metros do aterramento da rede, o neutro da rede deve ser aterrado no máximo a cada 300 metros, em função do tipo de rede de distribuição utilizada pela concessionária



o atendimento ao consumidor poderá ser realizado através dos sistemas abaixo.

**7.7 Sistema monofásico: composto por condutores fase e neutro, utilizado em unidades consumidoras com carga instalada até 11KW.**



**7.8 Sistema bifásico: composto por dois condutores fase e neutro, utilizado em unidades consumidoras com carga instalada acima de 11 até 22KW.**



**7.9 Sistema trifásico: composto por três condutores fase e neutro, utilizado em unidades consumidoras com carga instalada acima de 22 até 75KW.**



Estas definições dependem essencialmente da carga instalada e da demanda do consumidor.

## **8 ELABORAÇÃO DE PROJETOS ELÉTRICOS**

### **8.1 Introdução**

Ao elaborar um projeto elétrico o projetista deve oferecer soluções que possam ser implementadas de modo a proporcionar funcionalidade, segurança, economia e capacidade de expansão para as instalações elétricas. O projeto elétrico de uma edificação deve ser perfeitamente compreensível fornecendo ao instalador as informações necessárias mostrando a sequência correta para a execução da instalação. A elaboração do projeto e a execução da instalação devem obedecer todas as prescrições definidas pelas normas nacionais, normas das concessionárias e normas estabelecidas pelas órgãos públicos da região.

### **8.2 Simbologia**

Para representar graficamente os componentes e materiais durante a elaboração de um projeto de instalações elétricas é necessário que utilizemos uma simbologia padronizada comum entre os profissionais envolvidos no projeto e execução da instalação. A simbologia utilizada para instalações elétricas é definida pela norma NBR5444/1989 (Símbolos gráficos para instalações elétricas). Na tabela a seguir constam as simbologias definidas na NBR5444 para diversos componentes e equipamentos utilizados nas instalações, esta norma apresenta apenas uma simbologia básica para representação dos componentes da instalação.



Símbolo	
	Eletroduto embutido no piso ou subterrâneo, e diâmetro correspondente
	Eletroduto embutido no teto ou parede com respectivo diâmetro
	Condutores fase, neutro, terra e retorno no interior do eletroduto
	Caixa de passagem no piso
	Caixa de passagem octogonal no teto
	Eletroduto que sobe
	Eletroduto que desce
	Eletroduto que desce e sobe
	Quadro de distribuição para sobrepor
	Quadro de distribuição para embutido na parede
	Quadro telefônico para embutir
	Quadro de medição
	Interruptor com uma tecla simples
	Interruptor com uma tecla paralela
	Interruptor com uma tecla intermediária
	Tomada 2P + T a 0,40m do piso acabado
	Tomada 2P + T a 1,20m do piso acabado
	Tomada 2P + T a 2,20m do piso acabado
	Tomada para telefone a 0,40m do piso acabado
	Tomada para telefone a 1,20m do piso acabado
	Tomada para telefone colocada no piso
	Tomada para telefone colocada no piso
	Disjuntor unipolar termomagnético
	Disjuntor bipolar termomagnético
	Disjuntor tripolar termomagnético
	Interruptor diferencial residual IN = concorrente nominal e IS = corrente de sensibilidade

Em determinados momentos pode haver a necessidade de representar um equipamento no projeto que não possui um símbolo que não o represente na norma, neste caso é necessário criar o símbolo tomando como modelo a simbologia básica da norma. Suponha por exemplo que seja necessário representar um interruptor com tomada colocado a 1,2 metros do piso tendo em vista que a norma não possui este símbolo o projetista deverá montá-lo com os símbolos do interruptor e o símbolo da tomada conforme abaixo



### 8.3 Prumadas de energia

Em edificações com dois ou mais pavimentos deve-se detalhar a prumada de energia que é basicamente um corte vertical da instalação elétrica com o objetivo de mostrar os equipamentos e materiais que foram ligados a rede em cada pavimento da instalação com detalhes, dimensões e formas de colocação destes elementos.

### 8.4 Caixas de passagem ou derivação

As caixas de passagem ou derivação tem diversas utilidades na execução das instalações elétricas, visto que seu uso permite facilitar a colocação dos condutores em grandes distâncias, executar emendas ou derivações de condutores, instalar pontos de luz no teto ou na parede, além de interruptores e tomadas em paredes, colocar pontos de telefone, interfone e porteiro eletrônico, instalar sistemas de alarme, sonorização e pontos de antena de tv.

Para a instalação de interruptores, tomadas e pontos de luz no teto, existem vários tipos de caixas embutidas em PVC que podem ser utilizadas. Os modelos mais comuns são, a caixa octagonal de 4", a caixa retangular de 4" e a caixa retangular de 4x2".



Vários interruptores e tomadas podem ser instalados nas caixas embutidas ficando a critério do cliente a escolha destas peças. Independente do modelo escolhido é importante que os materiais utilizados estejam em conformidade com as normas de fabricação deste tipo de equipamento.

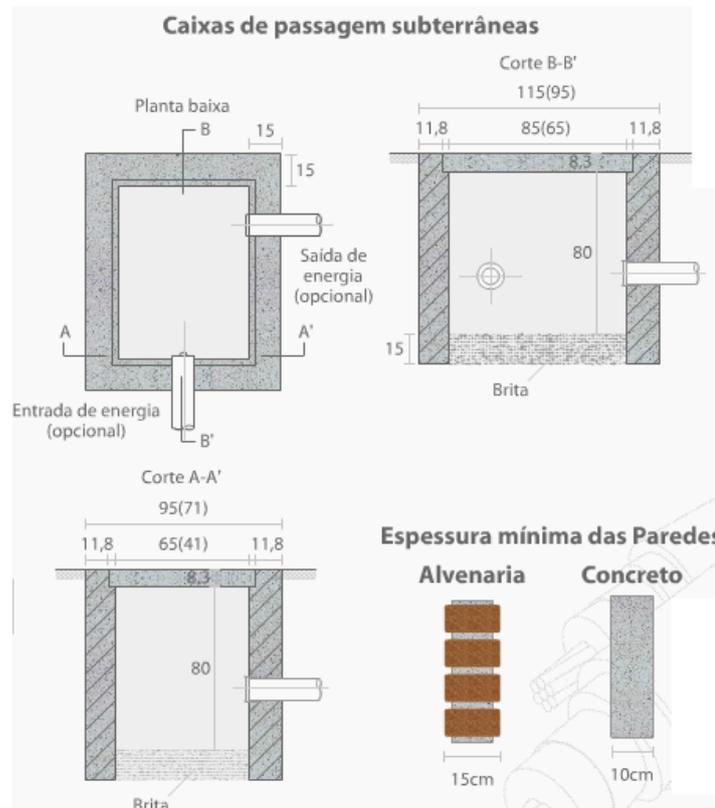


Além das caixas embutidas, existem as caixas de passagem de sobrepor, conhecidas como conduletes, para a instalação deste tipo de caixa de passagem o modelo da tampa que deve ser utilizada deve ser definido de acordo com a finalidade e utilização da caixa.



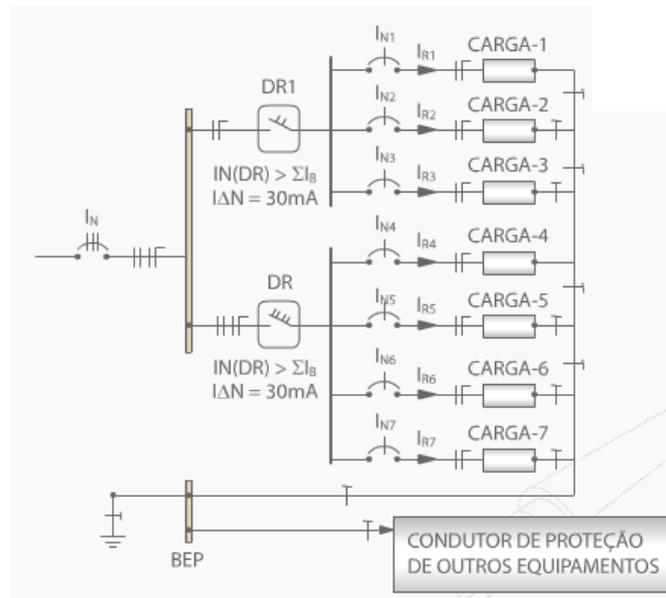
### **8.5 Caixa de passagem subterrânea**

Nas instalações elétricas onde for necessário percorrer grandes distâncias com eletrodutos enterrados no solo deve-se utilizar caixas de passagem subterrâneas. Nos desenhos abaixo podemos observar os detalhes em planta e em corte de uma destas caixas. As dimensões apresentadas no desenho se referem aos valores mínimos exigidos para a peça, sendo expressos em centímetros, já as dimensões exibidas entre parênteses são as dimensões mínimas para saída em baixa tensão, esta medida pode variar em função da secção transversal e da quantidade de condutores que serão colocados no interior da caixa. As espessuras das paredes devem ser de no mínimo 15 cm quando em alvenaria e 10 cm quando feitas em concreto. A caixa subterrânea que deve ser colocada junto ao poste da concessionária de energia possui dimensões padronizadas por cada concessionária, e a tampa a ser utilizada nas caixas instaladas nas vias públicas deverá seguir o padrão da concessionária .



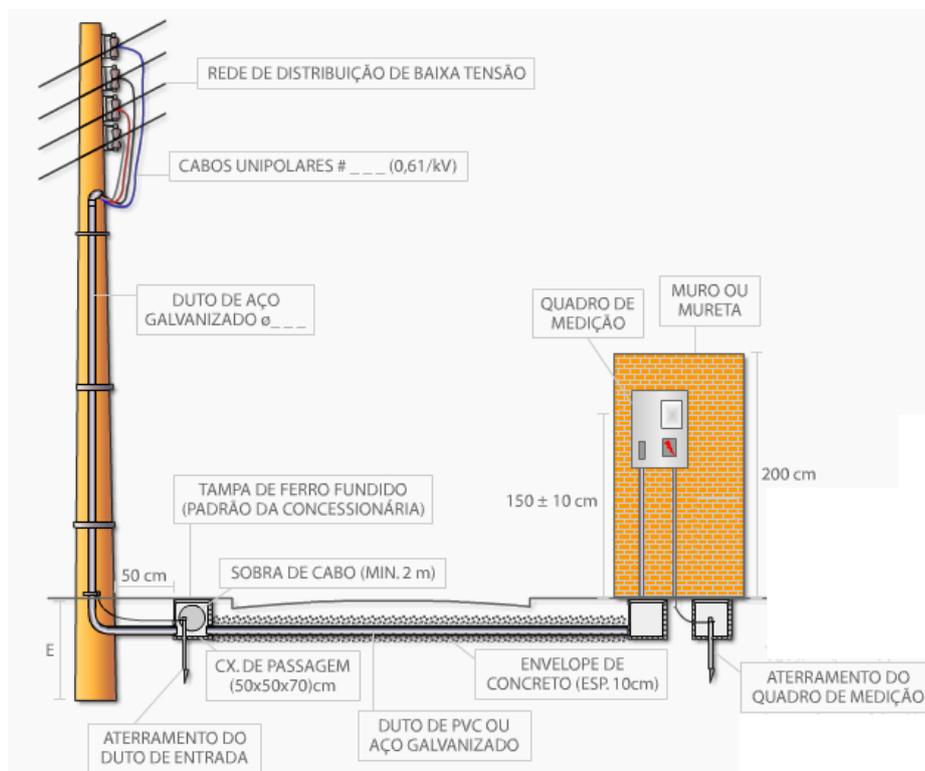
### 8.6 Diagrama unifilar

O diagrama unifilar representa esquematicamente a instalação elétrica mostrando os equipamentos instalados, desde a entrada de energia até os quadros de distribuição, ainda no diagrama são representados os condutores, os dispositivos de proteção contra sobrecarga, a proteção contra o choque elétrico, a proteção contra surto de tensão e as características nominais destes equipamentos. A montagem do diagrama unifilar é baseada no quadro de cargas e representa cada quadro de distribuição.



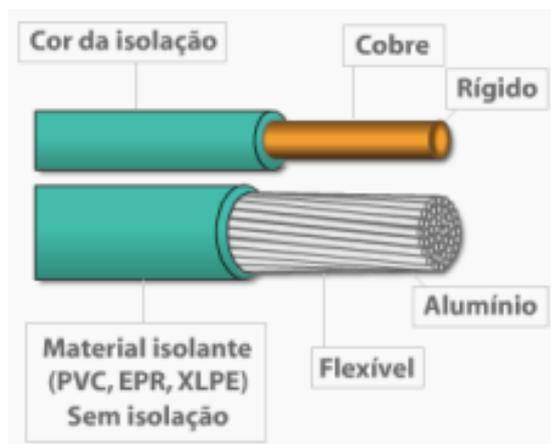
### 8.7 Entrada de energia

O detalhamento da entrada de energia exibe graficamente a ligação da edificação, desde a rede de distribuição da concessionária até o quadro de medição da edificação, nele deve constar a forma de execução da entrada de energia e suas características, como por exemplo se a entrada é aérea ou subterrânea, tipo do condutor a ser utilizado no ramal de ligação entre outros aspectos da instalação. No detalhamento exemplificado podemos observar os detalhes da entrada de energia. Ainda veremos outros tipos de entrada de energia que dependem da localização e do tipo de edificação e as formas de instalações permitidas pelas concessionárias.



## 9 ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL UTILIZADO

Na elaboração do projeto é necessário que o projetista faça a especificação de todos os materiais e equipamentos da instalação, de modo que estes elementos estejam adequados as normas de fabricação, instalação e uso de cada componente. Na especificação de condutores deve-se observar uma série de itens para que o componente esteja em conformidade com as normas, como por exemplo, o tipo de material utilizado na construção do condutor, ou seja, se o condutor é de cobre ou alumínio, a forma de construção do material condutor, que pode ser rígido ou flexível, a área da seção transversal do condutor, o material utilizado na construção do isolamento do condutor ou se o condutor não possui isolamento, cor da isolamento, classe de tensão do material isolante, temperatura de operação do condutor em regime contínuo, regime de sobrecarga e curto-circuito.



Além da seção transversal do condutor utilizado a capacidade de corrente é função das características do material da isolação, como a temperatura suportada pelo isolamento para cada situação de uso, conforme mostra a tabela:

<b>TEMPERATURAS CARACTERÍSTICAS DOS FIOS EM FUNÇÃO DO MATERIAL DE ISOLAÇÃO E DO MATERIAL CONDUTOR (COBRE)</b>			
<b>MATERIAL</b>	<b><math>\theta_z</math> (°c)</b>	<b><math>\theta_{sc}</math>(°c)</b>	<b><math>\theta_{cc}</math> (°c)</b>
PVC	70	100	160
EPR	90	130	250
XLPE	90	130	250

**$\theta_z$**  - Temperatura no condutor em regime permanente.  
 **$\theta_{sc}$**  - Temperatura no condutor em regime de sobrecarga.  
 **$\theta_{cc}$**  - Temperatura no condutor em regime de curto-circuito.  
**PVC** - Composto termoplástico de cloreto de polivinila.  
**EPR** - Borracha de etileno propileno.  
**XLPE** - Polietileno reticulado.

Nesta tabela podemos observar que estão listadas as temperaturas suportadas pelos materiais utilizados na isolação de condutores como o cloreto de polivinila, o PVC, a borracha de propileno etileno, o EPR e o polietileno reticulado, o XLPE. Nas colunas dois, três e quatro estão listadas respectivamente as



### 9.1 Introdução

Após determinar a posição dos pontos de iluminação o projetista deve fazer a inserção dos comandos responsáveis pelo comando da iluminação e que normalmente nas edificações de uso residencial são os interruptores, de acordo com as necessidades do proprietário ou por definição do projetista podem ser utilizados vários tipos de comandos, dentre os quais podemos citar:

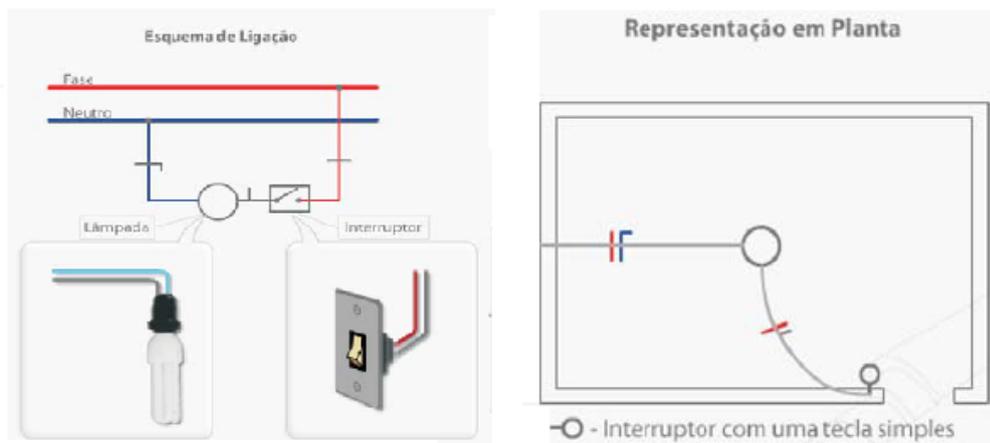
COMANDO	SIMBOLOGIA DO PROJETO
Interruptor de tecla simples	
Interruptor paralelo (three-way)	
Interruptor intermediário (four-way)	
Sensor de presença	
Célula fotoelétrica	

A definição destes equipamentos depende da forma de utilização de cada local, das dimensões e formatos e da disposição do mobiliário dentro do cômodo. Os comandos devem ser escolhidos visando oferecer conforto aos usuários, facilidade de comando da instalação e também economia de energia.

Em ambientes de pequenas dimensões e que possuem apenas um ponto de acesso pode ser utilizado o interruptor com tecla simples, já em locais com dois ou mais pontos de acesso é conveniente o uso de interruptores paralelos ou até mesmo de interruptores intermediários, nos locais onde a iluminação deve ser acionada apenas quando tiver movimentação de pessoas pode ser utilizado o sensor de presença, quando a iluminação deve ser ligada exclusivamente quando o ambiente estiver escuro pode-se utilizar o fotoresistor que é geralmente usado em ambientes externos, se for necessário acionar mais de um ponto de iluminação a partir de um ponto deve ser usado interruptores com mais de uma tecla.

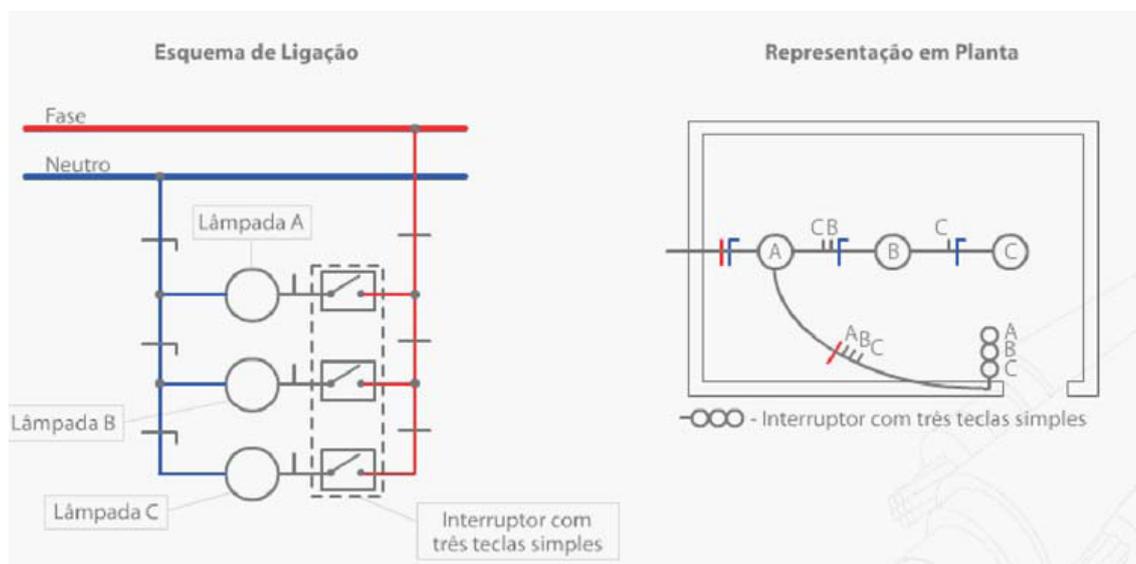
### 9.2 Esquema de ligação de interruptor simples

Este tipo de interruptor é utilizado em ambientes de pequenas dimensões com apenas um ponto de acesso, sem a necessidade de outro ponto de acesso.



### 9.3 Esquema de ligação de interruptor com 3 teclas simples

Nos projetos elétricos existem comandos atendendo a mais de um ponto iluminação, (interruptores de várias teclas), e ou, pontos de iluminação comandados a partir de locais diferentes (interruptores paralelos), deve-se fazer sempre a identificação do interruptor e da lâmpada a ser comandada.

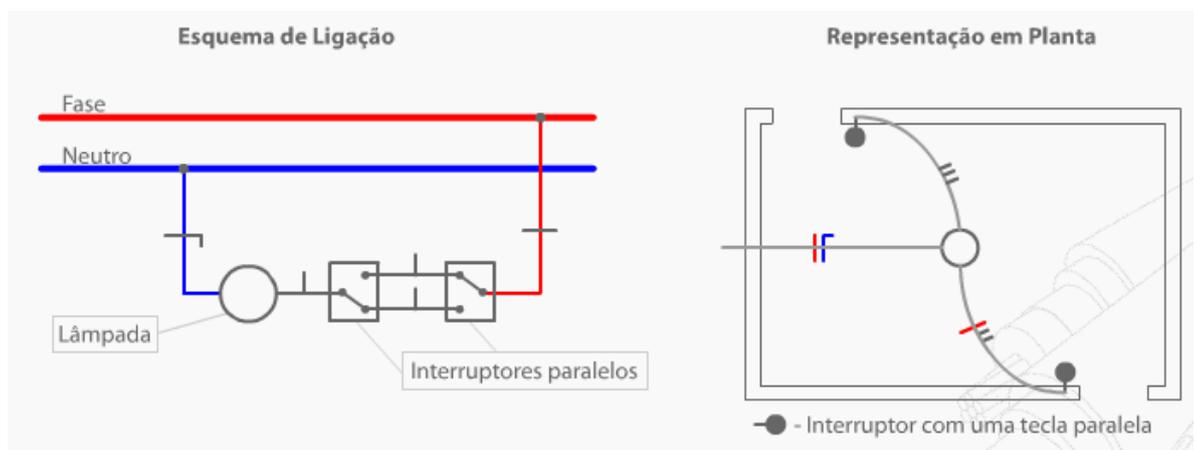


### 9.4 Esquema de ligação de interruptor com uma tecla paralela

A utilização de interruptores com tecla paralela é conveniente quando o ambiente possui dois pontos de acesso e é necessário comandar a iluminação a partir deles. Este tipo de comando também é utilizado em ambientes que

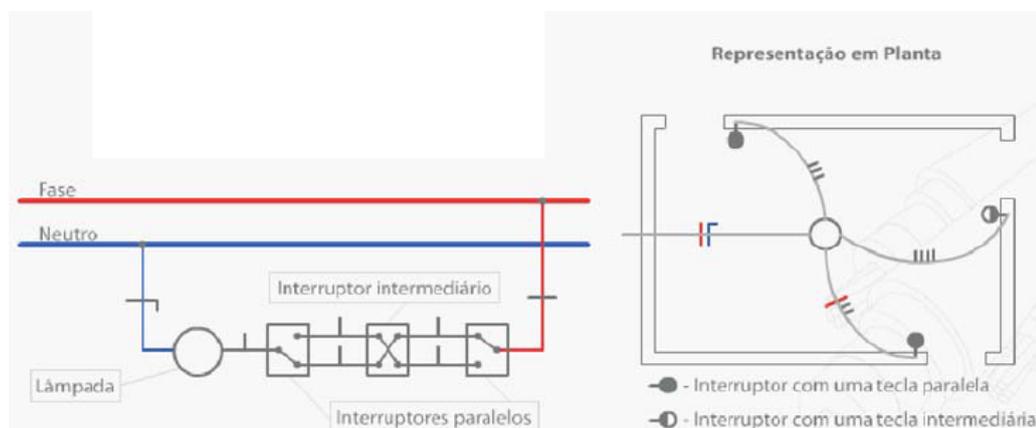


possuem apenas um acesso onde por uma questão de conforto o usuário deseja comandar a iluminação de um ponto próximo onde ele permanecerá. Um exemplo desta situação são os dormitórios, onde os interruptores podem ser colocados ao lado da porta de acesso e junto a cama. Para construir esta ligação o condutor fase sai da caixa de passagem no teto e é levado até o interruptor localizado na parte inferior da planta, o primeiro retorno se conecta na ida com o segundo interruptor e o segundo retorno se conecta ao primeiro interruptor na volta, criando a conexão paralela entre os interruptores, por fim um terceiro retorno sai do segundo interruptor, vai até a caixa de passagem na parte superior da planta onde fará o acionamento da lâmpada onde também é conectado o condutor neutro.



## 10 ESQUEMA DE LIGAÇÃO DE INTERRUPTORES COM UMA TECLA PARALELA E TECLA INTERMEDIÁRIA

Ambientes com três ou mais pontos de acesso, ou onde o usuário deseja comandar o mesmo ponto de iluminação a partir de vários pontos. (ex: escadas, corredores de grande extensão...)

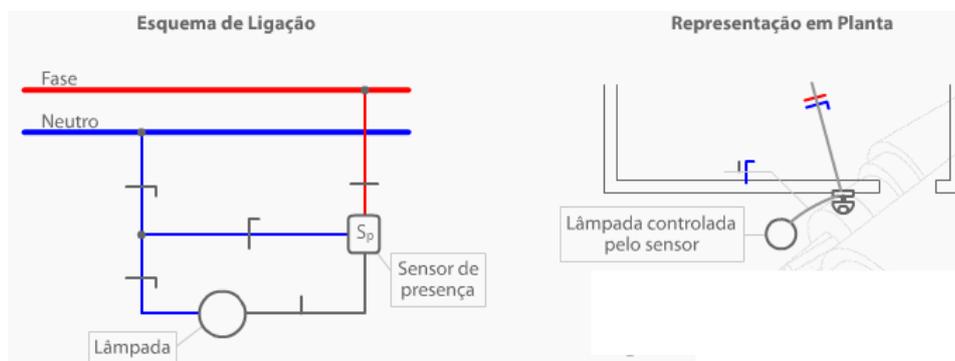


## 11 ESQUEMA DE LIGAÇÃO DE ILUMINAÇÃO UTILIZANDO SENSOR DE PRESENÇA



O sensor de presença para comando de iluminação tem como finalidade principal a economia de energia, para isto a sua localização deve ser feita em locais de circulação visto em quanto existe movimento o sensor mantém a lâmpada ligada, e quando cessa o movimento a lâmpada é desligada automaticamente. (ex: escadas, corredores...)

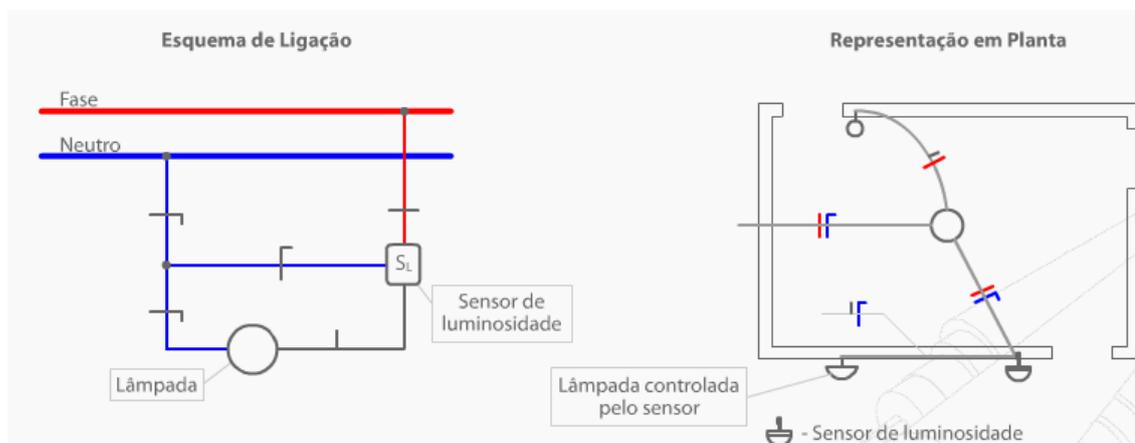
O esquema de ligação deste comando segue a sequencia exibida. Os conectores fase e neutro são conectados ao sensor de presença, o condutor neutro também é ligado a lâmpada, e o condutor de retorno liga-se ao sensor, deste modo esta feita a conexão do sensor de presença com a instalação elétrica.



## 12 ESQUEMA DE LIGAÇÃO DE ILUMINAÇÃO UTILIZANDO SENSOR DE LUMINOSIDADE

Os sensores de luminosidade utilizados em instalações elétricas residenciais normalmente são de pequena potência apesar de existirem modelos com capacidade para alimentar cargas maiores, a escolha deve ser feita de forma adequada a sua utilização como por exemplo os sensores de luminosidade utilizados para iluminação pública de maior potencia. O uso mais frequente do sensor de luminosidade se dá em áreas externas onde o sensor só realiza a alimentação da lâmpada na ausência de luminosidade, o que conseqüentemente provoca economia de energia.

No esquema abaixo podemos observar o esquema de ligação deste tipo de equipamento.



É possível comandar mais de uma lâmpada com apenas um sensor, porém, deve-se sempre observar a capacidade de corrente que o sensor suporta. Existem



vários tipos de sensores e a escolha feita pelo projetista depende de sua utilização e forma de instalar.

### **13 PREVISÃO DA POTÊNCIA DE ILUMINAÇÃO**

A previsão de iluminação das instalações elétricas a potência da iluminação deve ser prevista de acordo com as características estabelecida no projeto de iluminação de acordo com os critérios da NBR 5413/1992- iluminação de interiores, tendo em vista que a maioria das instalações elétricas residenciais não possui projeto de iluminação geralmente a de finição do tipo e quantidade de lâmpadas e luminárias fica a critério do proprietário, em função disto a NBR5410/2004, determina um critério mínimo para a determinação da potência de iluminação (capítulo 9, item 9.5.2.1.2) segue o seguinte critério nos ambientes residenciais que deve ser observado pelo projetista:

- Cômodos ou dependências com área inferior a 6,0m<sup>2</sup>, prever a potência mínima de 100 VA;

- Cômodos ou dependências com área superior a 6,0m<sup>2</sup>, prever 100 VA para os primeiros 6,0m<sup>2</sup>, mais 60 VA para cada aumento de 4,0m<sup>2</sup> inteiros.

Exemplo:

$$\begin{aligned} 6,0\text{m}^2 + 4,0\text{m}^2 &= 10\text{ m}^2 \\ 100\text{ VA} + 60\text{ VA} &= 160\text{ VA} \end{aligned}$$

Os valores obtidos correspondem a potência utilizada para dimensionamento dos circuitos, e não necessariamente a potência da lâmpada que será instalada.

A partir destas informações podemos definir a potência dos pontos de iluminação do

#### **13.1 Tomadas**





### **13.2 Previsão do número de tomadas de uso geral**

A previsão do número de tomadas para um ambiente deve ser feita com a utilização do local e com os equipamentos que podem ser ligados a instalação. A NBR 5410/2004, estabelece os seguintes critérios para a previsão do número mínimo de tomadas de uso geral em um ambiente:

- a) Banheiros, prever pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório, atendendo ao distanciamento mínimo exigido das áreas molhadas;
- b) Cozinhas, copas, copas-cozinhas, cozinha/área de serviço e lavanderias, prever uma tomada para cada 3,5m ou fração de perímetro, e sobre o balcão da pia prever no mínimo de duas tomadas;
- c) Salas e dormitórios deve-se prever uma tomada a cada 5m ou fração de perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível;
- d) Para os demais pontos da habitação;

- Área inferior a 2,25m<sup>2</sup>, prever um ponto de tomada, podendo ser feita a instalação do ponto fora da dependência, afastado no mínimo 80cm do ponto de acesso;

- Áreas superiores a 2,25m<sup>2</sup> e inferior a 6m<sup>2</sup>, deve-se instalar pelo menos um ponto de tomada.

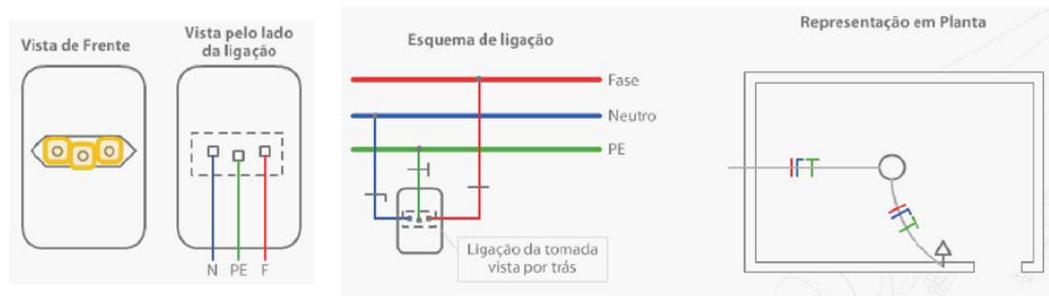
Em função da grande quantidade de eletrodomésticos existentes no mercado, o consumidor necessita de muitos pontos de tomadas para atender a todos estes equipamentos. O projetista deve atender as prescrições mínimas estabelecidas pela NBR 5410, porém é bastante usual, por solicitação do cliente ou por critérios estabelecidos pelo projetista, que seja previsto um número maior de tomadas.

### **13.3 Esquema de ligação das tomadas**

De acordo com a NBR 14.136/2002, estabelece que plugues e tomadas para uso doméstico até 20 A e 250V em corrente alternada siga a seguinte padronização.

- Tomada bipolar, com contato de terra (2P+T), 10 A, 250 V.
- Tomada bipolar, com contato de terra (2P+T), 20 A, 250 V.

Nesta tomada padrão temos que observar o esquema de ligação, sendo vamos respeitar não só o esquema de ligação, mas também a padronização de cores de condutores elétricos.



### 14 PREVISÃO DE POTÊNCIA AOS PONTOS DE TOMADAS DE USO GERAL

Segundo a NBR 5410, adotamos critérios para a previsão de potência aos pontos de tomadas de uso geral (TUG's).

Item 9.5.2.2.2:

**a)** Banheiros, cozinhas, copas-cozinha, áreas de serviço e lavanderias prevê no mínimo 600 VA por ponto de tomada até três pontos, e 100VA, para os pontos excedentes, considerando cada ambiente separadamente. Se o número de tomadas for maior que 6 no conjunto destes ambientes, admite-se que este critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600VA por ponto até dois pontos de tomada, e 100VA para os pontos excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente;

**b)** Nos demais cômodos pode ser prevista a potência de no mínimo 100VA por ponto de tomada

Item 9.5.2.2.3:

Os equipamentos para aquecimento de água, tais como chuveiros e torneiras elétricas, devem ser conectados diretamente ao circuito sem a utilização de tomadas. Os equipamentos com potências que requerem circuito de uso exclusivo, devem ter a conexão realizada através de conectores com capacidade de corrente solicitada pela carga.

#### 14.1 Introdução

O quadro de distribuição é o quadro destinado a receber a energia elétrica através da alimentação da concessionária e distribuí-la aos circuitos terminais, e sendo utilizado para o seccionamento dos circuitos e instalação dos dispositivos de proteção, estes equipamentos são normalmente fabricados em material metálico ou material termoplástico.



As dimensões e a quantidade de equipamentos que serão instalados no quadro de distribuição dependem essencialmente do número de circuitos da instalação e da quantidade de equipamentos de proteção contra choque elétrico e contra surtos de tensão. Cabe ao projetista definir o modelo do quadro mais adequado as necessidades da instalação elétrica, bem como a capacidade do quadro para agrupar os equipamentos de proteção a serem instalados.

Deve-se prever para todo quadro de distribuição o espaço de reserva, adicional e necessário a instalação, não apenas para possibilitar ampliações futuras, como também para facilitar a instalação e manutenção dos circuitos. A NBR 5410/2004, não estabelece explicitamente quanto espaço deve ser

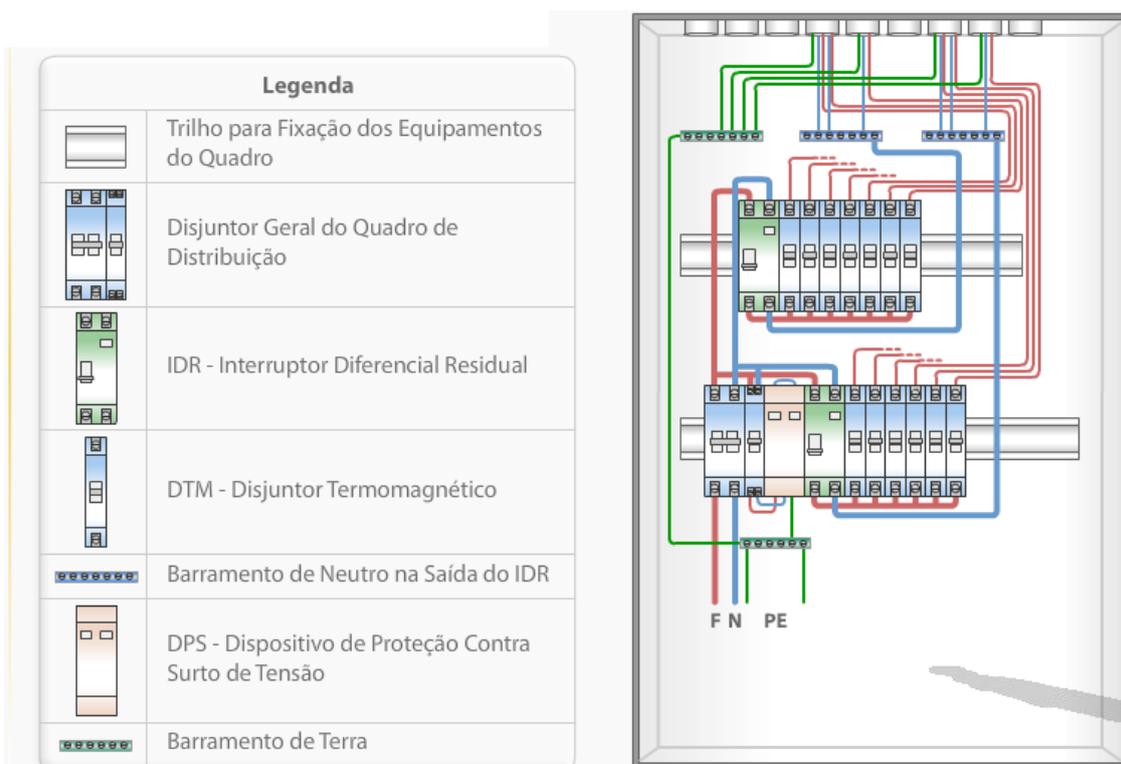
Reservado no quadro de distribuição para ampliações, entretanto a norma anterior a NBR 5410/1997, estabelecida no item 6.5.9.2:

- a) Quadros com até 06 circuitos, prever espaço reserva para no mínimo dois circuitos .
- b) Quadros de 07 a 12 circuitos prever espaço reserva para no mínimo três circuitos.
- c) Quadros de 13 a 30 circuitos prever espaço reserva para no mínimo 4 circuitos.
- d) Quadro acima de 30 circuitos prever espaço reserva para no mínimo 15% dos circuitos.

Para melhor compreendermos a montagem do quadro de distribuição observa o esquema que ilustra a montagem de um quadro. Os equipamentos a serem instalados no quadro devem ser presos nos trilhos de fixação, o circuito de alimentação chega ao disjuntor geral do quadro de onde partem os condutores fase e neutro até os interruptores diferenciais residuais (DR's), que fazem a proteção contra choques elétricos. O condutor fase que sai dos DR's é ligado nas entradas dos disjuntores responsáveis pela proteção dos circuitos, a partir destes partem os condutores destinados a alimentarem as cargas da



instalação, já o condutor neutro que foi conectado as entradas do DR's, é ligado a um barramento de onde serão feitas as derivações dos condutores neutro para os circuitos protegidos pelos DR's, na saída do disjuntor geral é alimentado o DPS (dispositivo contra surto de tensão) que é ligado ao barramento de terra, o condutor de proteção PE, também chamado de terra é trazido da malha de aterramento e conectado ao barramento de terra principal sendo posteriormente conectado ao barramento de auxiliar.



### 15 DEFINIÇÃO DO LOCAL DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

O quadro de distribuição deve ficar em local de fácil acesso, para facilitar a manutenção e a operação dos dispositivos ligados a ele, sendo assim é de extrema importância que o mesmo também fique em um local centralizado da edificação. Sua localização não é contemplada em nenhuma das normas da ABNT, esta definição entretanto afeta diretamente os custos, a qualidade da distribuição de energia de uma edificação e a facilidade de operação da instalação elétrica. Tendo em vista que o quadro de distribuição é o ponto onde é feita a distribuição dos circuitos e onde são colocados os dispositivos de proteção e seccionamento da instalação é de fundamental importância o local de instalação deste componente seja definido adequadamente. Em qualquer tipo de instalação seja



para uso habitacional, comercial ou industrial os quadros de distribuição devem ser instalados em locais de fácil acesso e livres de obstáculos , além de atender as condições necessárias para o bom funcionamento das instalações os quadros devem oferecer características que ofereçam segurança quem for manusear este equipamento . A grande maioria dos quadros de distribuição existentes no mercado possui índice de proteção IP 40, e por este motivo devem ser instalados em locais sem presença de água ou umidade. Caso haja a necessidade de instalar o quadro em locais com presença de água ou sujeitos a outras influências externas decorrentes do ambiente cabe ao projetista fazer a especificação do quadro de distribuição com índice de proteção adequado ao local . Com base nestes parâmetros podemos definir o local onde iremos instalar o quadro de distribuição.

## 16 ELETRODUTOS

### 16.1 Prescrições normativas

A principal função dos eletrodutos é proteger os condutores elétricos contra influencias externas e em outros casos proteger o ambiente de perigos de incêndio ou explosão devido a uma falha envolvendo os condutores. A primeira edição da norma de instalações elétricas NB3 ( NBR 5410/1990) permitia-se apenas a utilização de eletrodutos rígidos nas instalações elétricas, atualmente tendo em vista o surgimento de novos materiais capazes de suportar adequadamente as solicitações as quais são submetidos estes elementos.

A NBR 5410/2004 permite a utilização de outros tipos de eletrodutos de acordo com o item 6.2.11., que estabelece as seguintes recomendações:

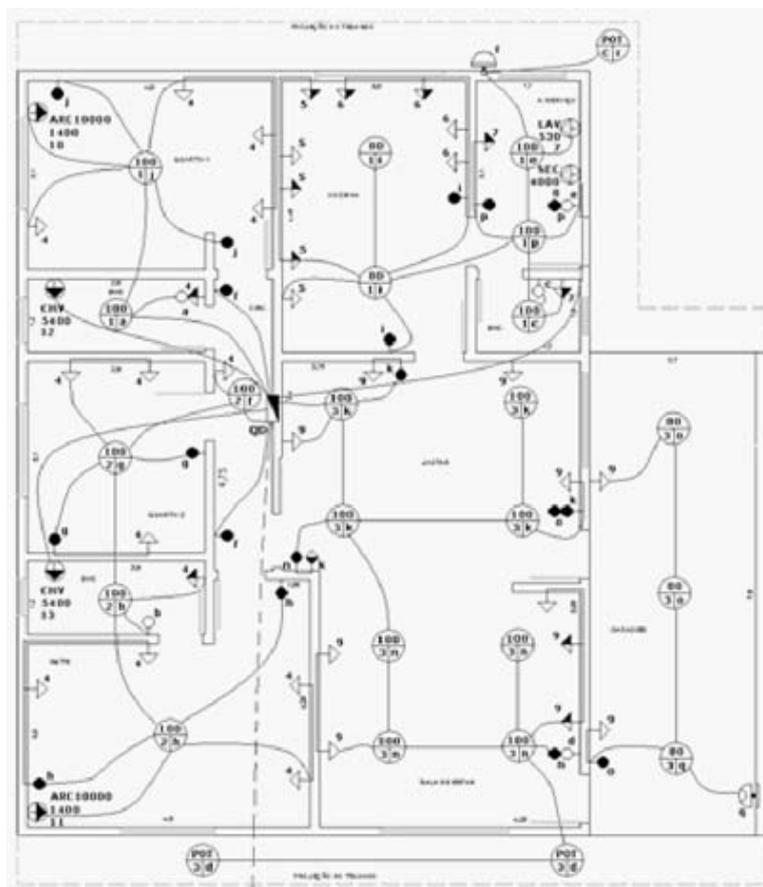
- 6.2.11.1- É vedado o uso, como eletroduto, de produtos que não sejam expressamente apresentados e comercializados como tal. Esta proibição inclui, por exemplo, produtos caracterizados por seus fabricantes como mangueiras.

- 6.2.11.2- Nas instalações elétricas abrangidas por esta norma só são admitidos eletrodutos não propagante de chama.

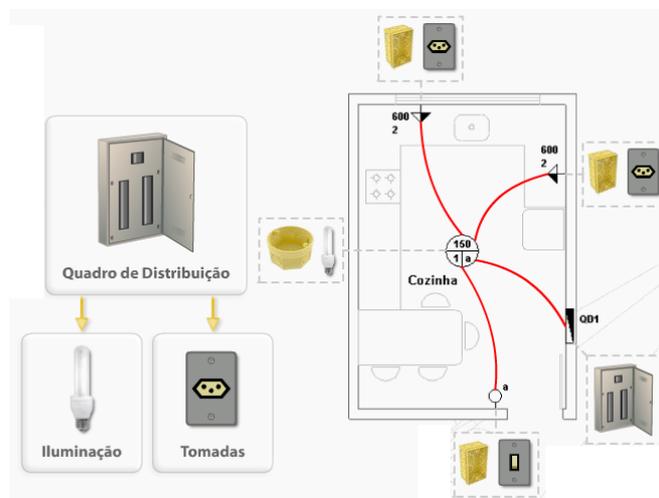
-6.2.11.3 – Só são admitidos em instalações embutidas os eletrodutos que suportem os esforços de deformação característicos da técnica construtiva utilizada.

-6.2.11.4- Em qualquer situação os eletrodutos devem suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos nas condições de instalação.

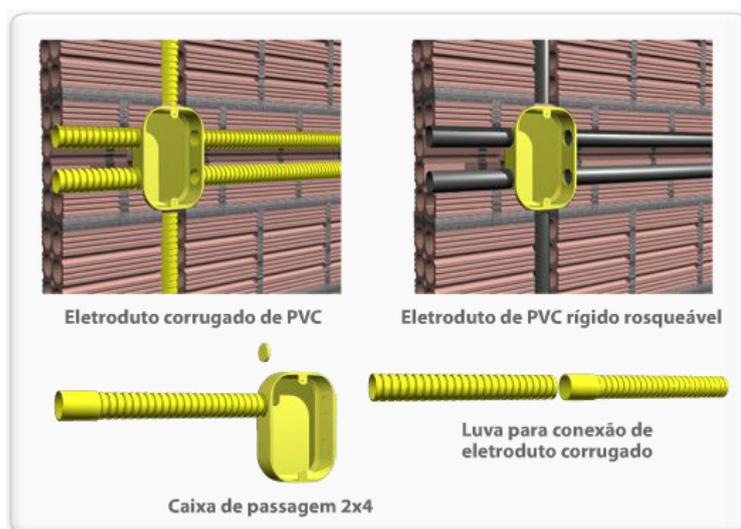
-6.2.11.5- Nos eletrodutos só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou multipolares. Nota; isso não exclui o uso de eletroduto para proteção mecânica, por exemplo, condutores de aterramento.



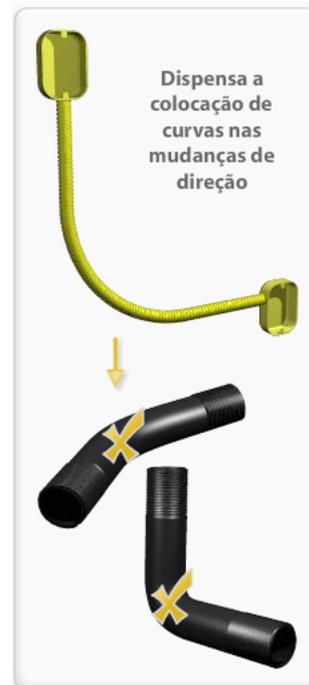
Após a divisão dos circuitos da instalação deve-se realizar a colocação de eletrodutos que serão embutidos na alvenaria, toda tubulação que será utilizada para a passagem da um dos circuitos terminais parte do quadro de distribuição em direção aos pontos de iluminação e tomadas do circuito. As tubulações que saem do quadro de distribuição podem passar pela lage através das caixas de passagem colocadas no teto onde são feitas as derivações para os comandos de iluminação e dos pontos de tomadas instaladas nas paredes. As tubulações embutidas em alvenaria podem ser executadas com eletrodutos de PVC rígido ou por meio de dutos corrugados conhecidos como conduites sendo as derivações feitas através de caixas de passagem embutidas em alvenaria, nestas caixas também são instalados os dispositivos para comando de iluminação e tomadas.



Na imagem abaixo podemos observar a esquerda e a direita respectivamente a colocação de eletrodutos corrugados e eletrodutos rígidos rosqueáveis, ambos feitos de PVC, além das caixas de passagem e algumas peças complementares a instalação.



Todos estes elementos devem atender as especificações exigidas pelas norma quanto as suas características elétricas e de resistência mecânica para que possam suportar os esforços a que serão submetidos. Os eletrodutos corrugados tem como principal vantagem a facilidade de instalação visto que não é necessária a colocação de curvas para efetuar mudanças de direção no percurso do eletroduto.



### **16.2 Prescrições normativas**

Um modo simples de compreender melhor os diversos elementos que compõe o caminho dos condutores na instalação é observando a perspectiva da edificação, onde é possível notar as caixas de passagem subterrânea de PVC, que fazem o atendimento da área externa da edificação o quadro de distribuição onde são instalados todas as proteções da instalação e a divisão dos circuitos, as caixas de passagem de PVC instaladas no teto onde são fixadas posteriormente as luminárias, a caixa de passagem subterrânea junto ao quadro de medição onde é feita a instalação do sistema de aterramento, a colocação de eletrodutos de PVC na área externa da edificação enterrados no solo, a tomada de uso específico que alimenta o ar-condicionado de parede, e por fim as caixas de passagem de PVC embutidas na parede onde são fixados os comandos e tomadas da instalação e o quadro de medição instalado na mureta

### **16.3 Representação dos condutores nos eletrodutos**

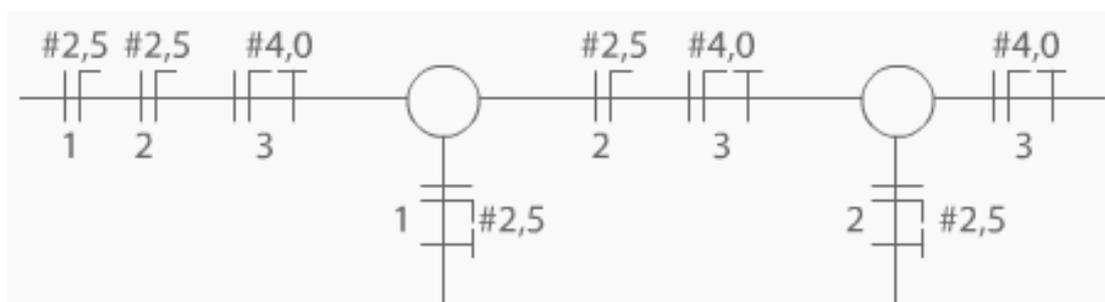
Tendo feita a colocação dos eletrodutos a próxima tarefa no projeto é a representação dos condutores dos diversos circuitos na planta fazendo a sua identificação e indicando o caminho que estes percorrem nos eletrodutos. A quantidade de circuitos presentes no interior do eletroduto é função interna do eletroduto, da área da seção transversal do condutor e da espessura da isolação



utilizada devendo sempre ser respeitada a taxa máxima de ocupação prescrita pela NBR 5410/2004. Esta norma recomenda que toda a instalação esteja interligada ao barramento de equalização de potencial o que torna necessário que o condutor de proteção percorra toda a instalação.



Ao efetuar a distribuição dos circuitos no interior dos eletrodutos, é comum que haja mais de um circuito em um determinado eletroduto, e que seus condutores possuam seções transversais diferentes como podemos observar na figura:



Para o mesmo eletroduto deve-se colocar apenas um condutor de proteção, no entanto é necessário observar que a área da seção transversal deste condutor deve ser a mesma área do condutor de maior seção transversal no eletroduto. Para dimensionar a seção transversal dos condutores dos circuitos, primeiramente devem ser dimensionados os condutores de alimentação de cada um dos circuitos, após os dimensionamentos e proteção deve ser montado o quadro de carga da instalação, o condutor de proteção dos circuitos de menor seção transversal é derivado do condutor de proteção de maior seção transversal.

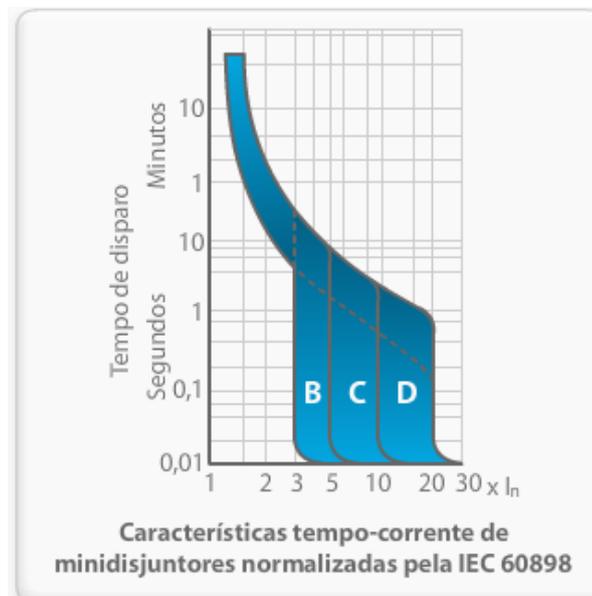


Tendo como referência os esquemas de ligação dos componentes da instalação elétrica a divisão adequada dos circuitos e a definição da disposição dos eletrodutos em nossa edificação podemos fazer a representação dos condutores em nosso projeto.

#### 16.4 Atuação instantânea dos disjuntores Termomagnéticos

Os disjuntores protegem os circuitos contra curto circuito através do dispositivo de atuação instantânea ou seja através do dispositivo magnético .

As curvas de atuação instantânea servem para auxiliar o projetista na definição do tipo de dispositivo que deve ser adotado de acordo com os componentes instalados no circuito.



Sendo assim as faixas B,C e D, definidas pelas normas de fabricação de disjuntores, NBR - NM 60898 e NBR - IEC 60947-2, tem as seguintes propriedades.

- Curva B: os disjuntores da curva B, tem como característica a atuação instantânea para correntes entre 3 a 5 vezes a corrente nominal do disjuntor, devendo-se observar o tempo de atuação na curva características, este tipo de disjuntor pode ser utilizado em circuitos de cargas resistivas, circuitos longos ou de impedância elevada.
- Curva C: os disjuntores da curva C, atuam instantaneamente para correntes entre 5 a 10 vezes a corrente nominal do disjuntor, e o tempo de atuação deve

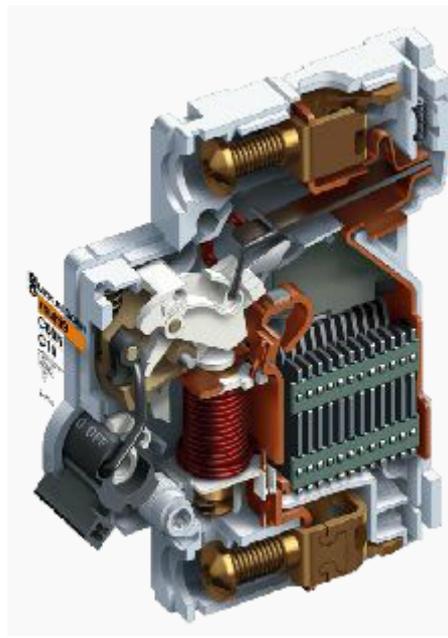


ser observado na curva característica, podem ser utilizados em circuitos de cargas indutivas .

- Curva D: os disjuntores da curva D, apresentam atuação instantânea para correntes de 10 a 20 vezes a corrente nominal do disjuntor sendo o tempo de atuação observado de acordo com a curva característica, estes disjuntores podem ser utilizados em circuitos de cargas indutivas ou cargas que necessitam de elevadas correntes de partidas.

### 17 DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS

Nas instalações elétricas para ambientes habitacionais normalmente são utilizados disjuntores termomagnéticos, ou seja, disjuntores que possuem dispositivo térmico e magnético para a proteção dos circuitos, além destes outros tipos de disjuntores que são utilizados em instalações de potências mais elevadas. As partes componentes de um disjuntor termomagnético podem ser observadas na imagem abaixo:

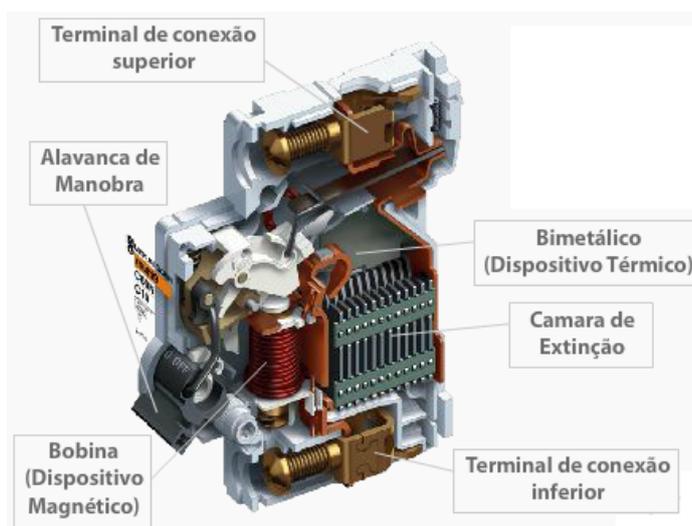


- Os terminais de conexão são os pontos de ligação do circuito ao disjuntor.
- O bimetálico, é o dispositivo constituído por dois metais, responsável pela atuação pela atuação do disjuntor quando esta submetido a uma sobrecarga. Quando o disjuntor esta em operação a corrente do circuito circula por este componente , se a corrente ultrapassa os valores nominais estabelecido pelo



fabricante ocorre a abertura do disjuntor devido ao aquecimento excessivo no dispositivo bimetálico.

- O dispositivo magnético é responsável pela abertura do disjuntor quando os valores ultrapassam seus valores indicados numa curva característica. A atuação do disjuntor deve atender aos tempos estabelecidos de modo a evitar excesso de aquecimento nos condutores que danificam a isolação e o próprio condutor.
- A câmara de extinção é o ponto onde ocorre a eliminação do arco elétrico quando ocorre a abertura do circuito evitando que os contatos internos do disjuntor sejam danificados.
- A alavanca de manobra é o componente utilizado para realizar a abertura e fechamento do circuito através do disjuntor.



Para efetuar a representação dos disjuntores se costuma utilizar a simbologia exibida na tabela:



Disjuntor	Seccionador	Disjuntor apto para seccionamento
Elemento de proteção térmico		Elemento de proteção eletromagnético

A tabela a seguir exemplifica as correntes de capacidade de interrupção dos disjuntores fabricados pela GE, de acordo com as normas NBR NM- 60898 e NBR IEC 69947-2.

CAPACIDADE DE INTERRUPTÃO (NBR NM- 60.898)					
CURVA DE ATUAÇÃO	CURVA B		CURVA C		
	1P	2P	1P	2P	3P
Icn (KA) 127Vca	3KA		3KA		
Icn (KA) 220Vca	3KA	3KA	3KA	3KA	3KA
Icn (KA) 380Vca		3KA		3KA	3KA
CAPACIDADE DE INTERRUPTÃO (NBR NM- 60.947-2)					
Icn (KA) 127Vca	5KA		5KA		
Icn (KA) 220Vca	5KA	5KA	5KA	5KA	5KA
Icn (KA) 380Vca		5KA		5KA	5KA

A proteção do condutor contra curto-circuito deve ser feita atendendo as seguintes condições:

- A capacidade nominal do dispositivo de interrupção deve ser superior a corrente do curto-circuito presumida no ponto de instalação conforme a equação:
- A energia que o disjuntor deixa passar durante a interrupção de curto-circuito deve ser inferior a energia que o condutor pode suportar. Para que se possa atender esta condição o disjuntor deve ser dimensionado de forma que o condutor sofra aquecimento excessivo.

$$S^2 \geq \frac{I_{cc}^2 \times t}{K^2}$$



T = tempo de atuação da proteção (conforme curva característica)

I<sub>cc</sub> = corrente de curto presumida no ponto de instalação (A)

S = área da seção transversal do condutor em (mm<sup>2</sup>)

K = constante de temperatura da isolação

A constante K , tem seu valor em função do tipo de material utilizado na produção do condutor, estes valores podem ser obtidos através da tabela:

TABELA 30 - NBR 5410/2004

MATERIAL DO CONDUTOR	ISOLAÇÃO DO CONDUTOR					
	PVC				XLPE ou EPR	
	S ≤ 300mm <sup>2</sup>		S > 300mm <sup>2</sup>			
	TEMPERATURA DE OPERAÇÃO EM °C					
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
	70°C	160°C	70°C	140°C	90°C	250°C
COBRE	K = 115		K = 103		K = 143	
ALUMÍNIO	K = 76		K = 68		K = 94	
EMENDA SOLDADA EM CONDUTOR DE COBRE	K = 115					

A corrente de curto-circuito tem que ser observada através da corrente de curto-circuito da rede de distribuição.

**18 VALORES DAS CORRENTES DE CURTO - CIRCUITO NO SECUNDÁRIO DOS TRANSFORMADORES**

POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR EM KVA	CORRENTE DE C-C PRESUMIDA $I_{cc}$ - (KVA)	
	220/127 (V)	380/220 (V)
30	1,6	0,8
45	2,4	1,2
50	2,5	1,5
63	3,1	1,8
75	3,8	2,2
80	4	2,3
100	5	3
112,5	5,6	3,2
150	7,6	4,4
160	8	4,7
200	10	6
225	11	6,5
250	12	7
300	15	9
315	16	9
400	20	12
500	25	14
630	31	18
750	37	22
800	40	23
1000	50	28

Cabe salientar que nas unidades consumidoras estes valores são inferiores, pois do transformador até a unidade existem as impedâncias dos condutores da rede e da instalação interna.

**19 SELEÇÃO DO CONDUTOR NEUTRO**

Ao determinar as características do condutor neutro o projetista deve se basear NBR 5410/2004, que estabelece os critérios para a determinação da área da seção transversal e da forma de instalação do condutor neutro, estas informações estão dispostas no capítulo 06, no item 6.2.6.2 da norma onde são



feitas as seguintes recomendações:

- 6.2.6.2.1- O condutor neutro não pode ser comum a mais de um circuito.
- 6.2.6.2.2- O condutor neutro de um circuito monofásico deve ter a mesma seção do condutor fase.
- 6.2.6.2.3- Quando num circuito trifásico com neutro , a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos for superior a 15%, a seção do condutor neutro não deve ser inferior a dos condutores de fase, podendo ser igual a dos condutores de fase se essa taxa não for superior a 33%.
- 6.2.6.2.4- A seção do condutor neutro de um circuito com duas fases e um neutro não deve ser inferior a seção dos condutores de fase, podendo ser igual a dos condutores de fase se a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos não for superior a 33%.
- 6.2.6.2.5- Quando num circuito trifásico com neutro ou num circuito com duas fases e neutro, a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos for superior a 33%, pode ser necessário um condutor neutro com seção superior a dos condutores de fase.
- 6.2.6.2.6- Num circuito trifásico com neutro e cujos condutores de fase tenham uma seção superior a 25mm<sup>2</sup>, a seção do condutor neutro pode ser inferior a dos condutores de fase, sem ser inferior aos valores indicados na tabela 48, em função da seção dos condutores de fase, quando as três condições seguintes forem simultaneamente atendidas:
  - O circuito for presumivelmente equilibrado, em serviço normal.
  - A corrente das fases não contiver uma taxa de terceira harmônica e múltiplos superiores a 15%.
  - O condutor neutro for protegido contra sobrecorrentes.

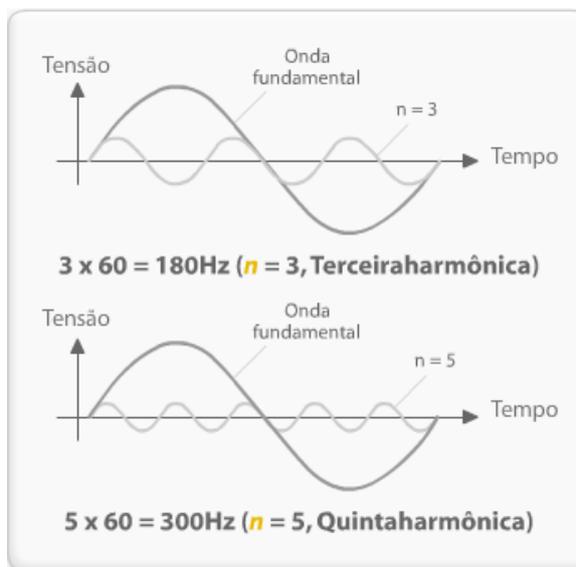
**NBR 5410 – TABELA 48**

<b>SEÇÃO REDUZIDA DO CONDUTOR NEUTRO</b>	
<b>SEÇÃO DOS CONDUTORES FASES</b>	<b>SEÇÃO REDUZIDA DO CONDUTOR NEUTRO</b>
<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm<sup>2</sup></b>
$S \leq 25\text{mm}^2$	S
35	25
50	25
70	35
95	50



120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

A utilização de equipamentos eletrônicos produz ondas com frequências diferentes da frequência fundamental que é de 60 Hz, uma harmônica é uma onda periódica cuja frequência é um múltiplo ímpar da frequência fundamental. Em circuitos de corrente alternada o uso destes equipamentos pode criar ondas de 180Hz, chamadas de terceira harmônica, e de 300Hz, chamada de quinta harmônica, e assim sucessivamente.



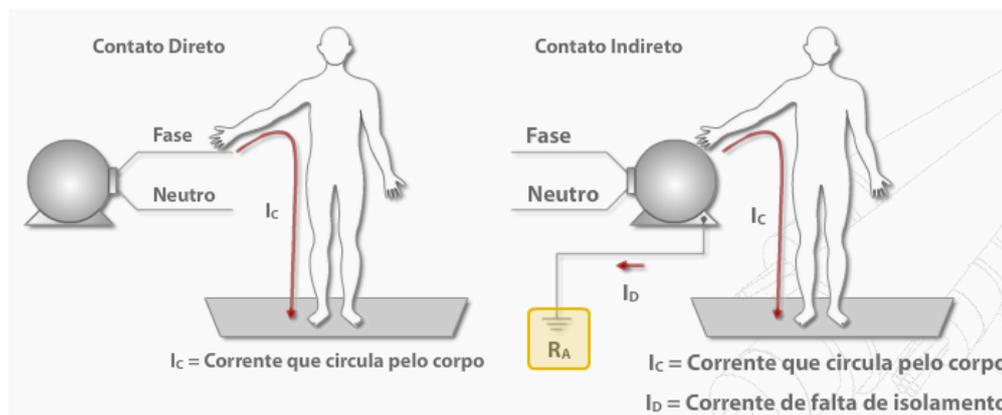
## 20 PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE ELÉTRICO

### 20.1 Introdução

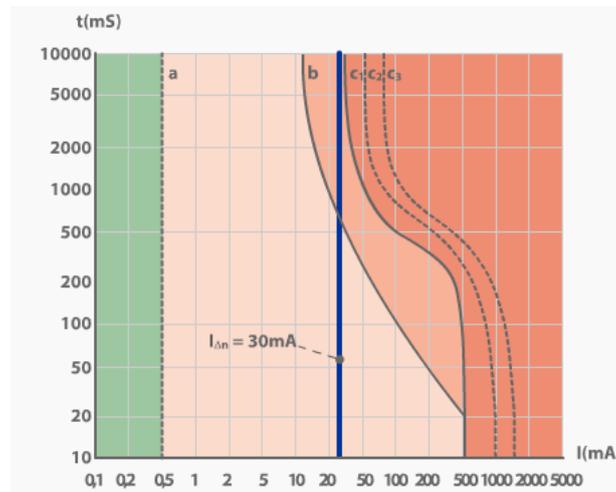
Quando ocorre a circulação de corrente através do corpo humano, de acordo com sua intensidade e das partes do corpo por onde circula esta corrente o ser humano fica sujeito a efeitos danosos, desde contrações musculares, parada cardíaca e respiratória, queimaduras graves e até mesmo a morte. A NBR



5410/2004, define dois tipos de contatos perigosos, que são, o contato direto e o contato indireto. O contato direto se refere ao de uma pessoa com as partes vivas de um condutor que normalmente esta energizado, já o contato indireto acontece quando uma pessoa entra em contato com uma parte condutora que usualmente não está energizada, porém se torna energizada devido ao uma falha de isolamento, ou por qualquer outra causa, mesmo que a carcaça do equipamento esteja ligada a terra o potencial criado pode ser perigoso as pessoas, visto que a tensão de contato na carcaça será proporcional a resistência de aterramento e a corrente de falta de isolamento.



As curvas de tempo em função da corrente mostram os efeitos da corrente elétrica alternada com frequência industrial sobre o corpo humano, as curvas estão indicadas em ordem crescente de gravidade e das reações do corpo humano a passagem da corrente.



Na região 01, onde as correntes são inferiores a 0,5mA, os efeitos da circulação de corrente no corpo humano não são perceptíveis.

Na região 02, sente-se a passagem da corrente elétrica pelo corpo, entretanto, não ocorre nenhum efeito patofisiológico perigoso a pessoa, note que quanto maior for o tempo de contato menor é a corrente admitida pelo corpo.

Já na região 03 ocorre o efeito de agarramento onde uma pessoa em contato com o causador do choque elétrico não consegue soltá-lo. Existe o risco de fibrilação, sendo o efeito mais importante, o pulmonar, com probabilidade de parada respiratória.

Na região 04, existe a grande possibilidade de fibrilação ventricular, dependendo da intensidade da corrente e do tempo de duração do contato.

## 20.2 Proteção Total

Para oferecer proteção total contra choque elétrico a instalação deve ser provida de:

- Isolação básica ou separação elétrica;
- Uso de barreiras ou invólucro;
- Limitação da tensão.

Para efetuar a proteção através da proteção básica as partes vivas da instalação devem ser completamente recobertas por material isolante, de modo que a remoção da isolação ocorra através da destruição da mesma.



A utilização de barreira ou invólucro como proteção contra choque elétrico é feita de modo a impedir o contato com as partes vivas da instalação deixando-as confinadas no interior do invólucro ou atrás da barreira. A utilização de barreiras deve garantir o grau de proteção IP-2x, ou seja, proteção contra acessos com os dedos ( diâmetro > 12,5mm ).

Na imagem abaixo temos o exemplo de equipamento que utiliza barreira e invólucro como proteção.



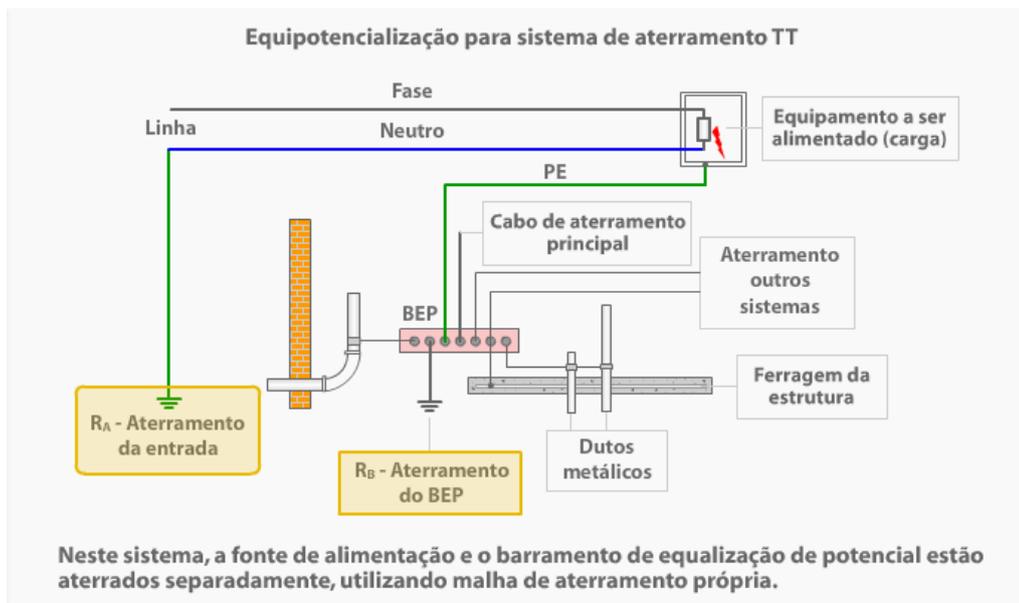
Verifica-se que após a montagem do quadro as partes vivas não estão acessíveis e para remover a barreira é necessário a utilização de ferramentas.

A limitação de tensão deve ser realizada através da equipotencialização que tem como premissa básica a colocação de condutor de proteção em toda a instalação de modo a unir todas as massas. A equipotencialização e o seccionamento automático da alimentação são providencias que devem ser tomadas para garantir a proteção contra choque elétrico, além da pré-condição básica estabelecida pela norma, que é a isolação das partes vivas. Os procedimentos da equipotencialização e do seccionamento automático da alimentação são complementares, visto que quando a equipotencialização não é suficiente para evitar tensões perigosas ocorre a atuação do dispositivo de seccionamento automático, logo este método de proteção é indissociável.

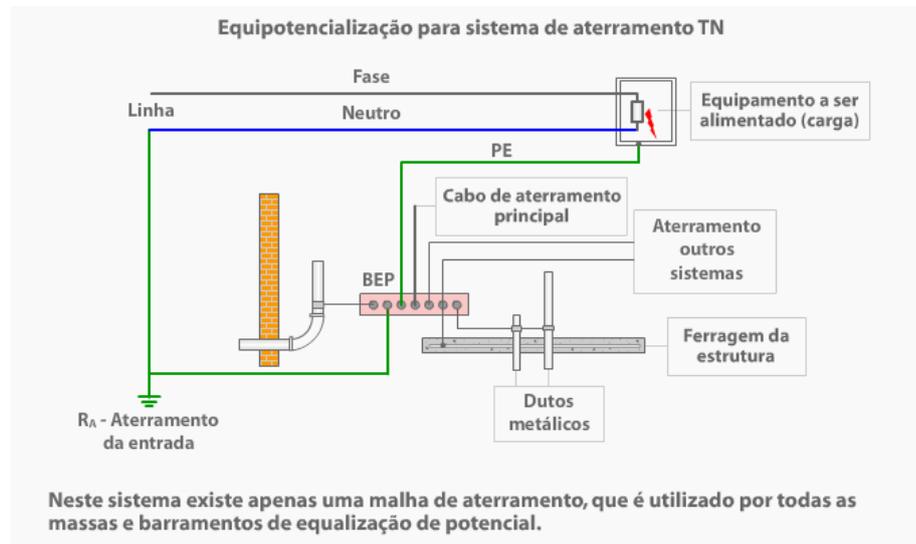
Vejamos agora alguns sistemas de equipotencialização de acordo com o sistema de aterramento



Na equipotencialização para o sistema de aterramento TT, a fonte de alimentação e o barramento de equipotencialização estão aterrados separadamente utilizando malha de aterramento própria.



Já no sistema de aterramento TN, existe apenas uma malha de aterramento que é utilizada por todas as massas e barramentos de equalização de equipotencial. Segundo a NBR 5410/2004, a proteção contra choque elétrico através da equalização de potencial deve sempre estar associada ao sistema de seccionamento automático da alimentação, que por este motivo deve ser instalado entre o agente de alimentação e a carga .

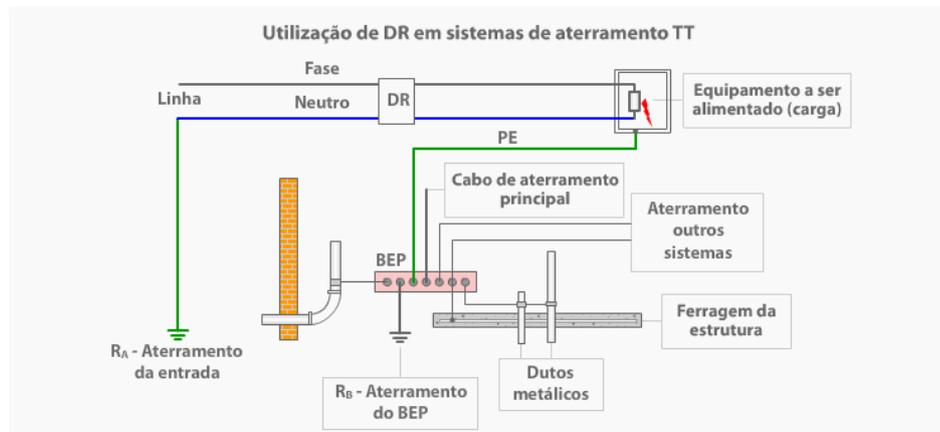


### 20.3 Proteção suplementar

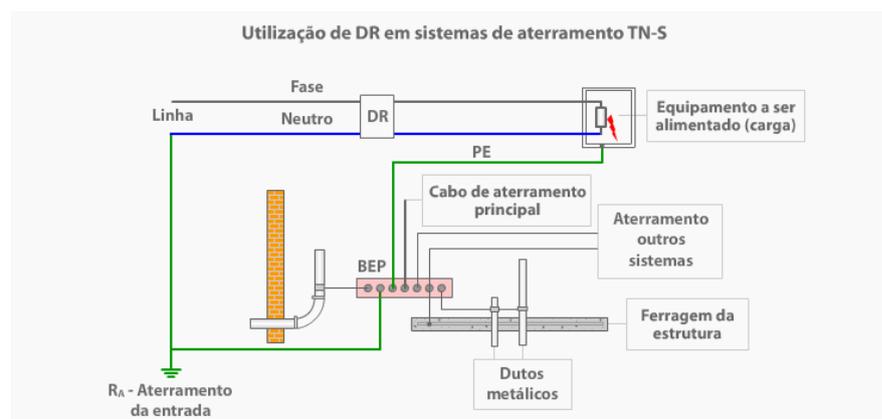
A proteção suplementar é feita através do uso de dispositivos residuais, conhecidos como (DR's), juntamente com a equalização de potencial, estes dispositivos de alta sensibilidade capazes de detectar correntes de 30mA, tem como função detectar fugas de corrente promovendo nestas situações o desligamento automático do circuito. O sistema de aterramento pode ser somente TT ou TN-S, visto que para o DR funcionar com eficiência as correntes de fuga devem possuir um caminho através do condutor de proteção diretamente aterrado.

Vejamos agora alguns exemplos de dispositivos diferenciais residuais de acordo com os tipos de aterramento.

No sistema de aterramento TT, a utilização do DR, garante uma maior eficiência contra choques elétricos, pois caso ocorra uma variação de potencial em qualquer ponto o aterramento irá garantir o mesmo potencial em todos os pontos da instalação enquanto o DR fará a proteção contra a fuga de corrente caso uma pessoa entre em contato com a massa da carga.



O DR também pode ser utilizado no sistema de aterramento TN-S, pois caso ocorra fuga de corrente para a carcaça da carga devido a falha de isolamento o DR será sensibilizado e provocará o desligamento automático do circuito.



## 21 DISPOSITIVO RESIDUAL

### 21.1 Introdução

De acordo com a NBR 5410/2004, todos os sistemas utilizados em instalações elétricas e todas as partes que por falha de isolamento ou por qualquer outro efeito possam se tornar vivas devem ser aterradas para garantir o potencial elétrico que não seja perigoso, a norma também estabelece que em determinadas situações seja obrigatório o uso de dispositivo de proteção residual como proteção suplementar. Quando as bibliografias sobre este assunto e a norma utilizam a sigla DR, estão fazendo referência ao IDR, que é o interruptor diferencial residual, ou ao DDR, que significa disjuntor diferencial residual. Os DR's de 30mA, são chamados de DR de alta sensibilidade. O interruptor diferencial



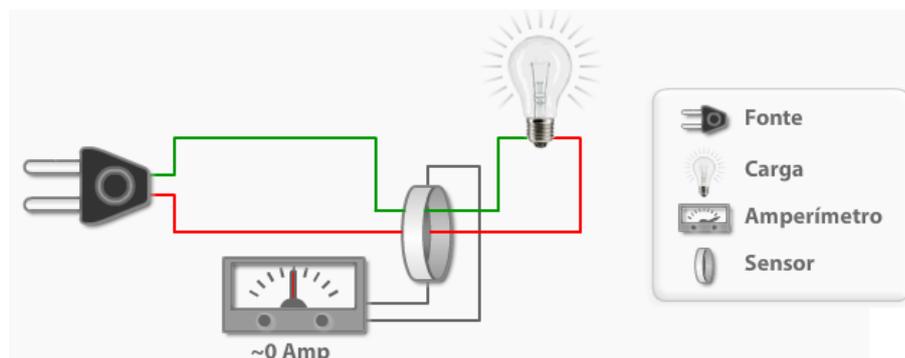
residual faz a proteção contra choques elétricos evitando a ocorrência de correntes de fuga não desejadas nas instalações. Sempre que for utilizado o IDR, deve-se associá-lo a um disjuntor, já o disjuntor diferencial residual possui dupla finalidade, funcionar como disjuntor protegendo o circuito contra sobrecorrentes e evitar fuga de corrente nas instalações elétricas ou equipamentos, prevenindo a ocorrência de choque elétrico em pessoas ou animais.

A NBR 5410, de acordo com o item 5.1.3.2.2, exige o uso de DR de alta sensibilidade para proteção contra choque elétrico em circuitos ou locais que possuam as seguintes características:

- Tomadas de correntes situadas em áreas externas a edificação e tomadas de correntes situadas no interior da edificação que podem vir a alimentar equipamentos na área externa da edificação;
- Todos os pontos situados em banheiros;
- Todos os pontos de utilização em cozinhas, copa cozinha, áreas de serviço, garagens e, no geral, áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;
- Pontos situados no volume 2 e, dependendo do caso, no volume 1 de piscinas, em alternativa a outra medida de proteção igualmente aplicáveis.
- Os dispositivos diferenciais residuais também devem ser utilizados em instalações não habitacionais, que tenham as mesmas características de utilização, em cozinhas, copa-cozinha, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, áreas internas molhadas ou em uso normal ou sujeitas a lavagens;

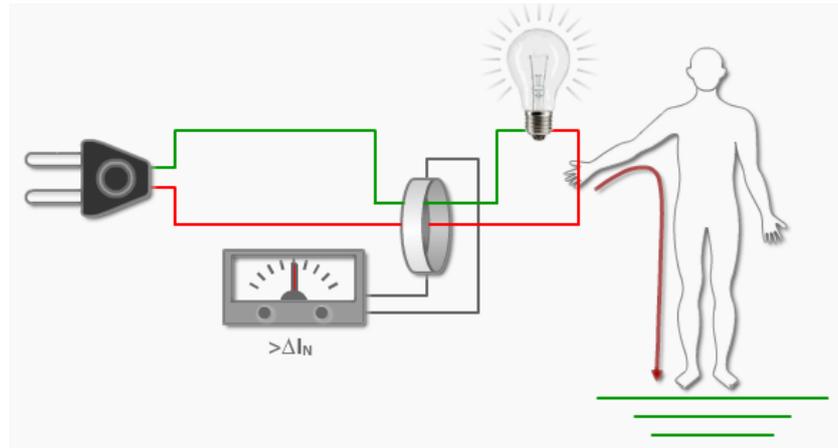
### 21.2 Funcionamento

O dispositivo diferencial residual mede continuamente a somatória vetorial das correntes que circulam pelo circuito, enquanto esta soma permanecer inferior a corrente de sensibilidade do DR o dispositivo mantém o circuito em funcionamento.





Caso ocorram falhas de isolamento devido a contato direto ou indireto, corrente de falta a terra por contato direto ou a somatória vetorial das correntes exceder a corrente de sensibilidade do DR o circuito e seccionado automaticamente.



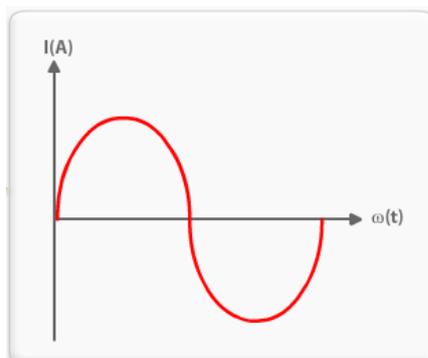
Na imagem abaixo podemos observar o dispositivo diferencial residual internamente, podemos ainda observar que o DR é tetra polar, visto que possui quatro terminais de conexão, também estão visíveis o dispositivo de detecção de corrente que detecta as correntes que estão circulando entre fase e neutro e o relé de detecção que faz com que o circuito seja seccionado se for detectada a corrente de fuga, por fim é possível observar o dispositivo para a abertura manual do circuito.

### 21.3 Classificação

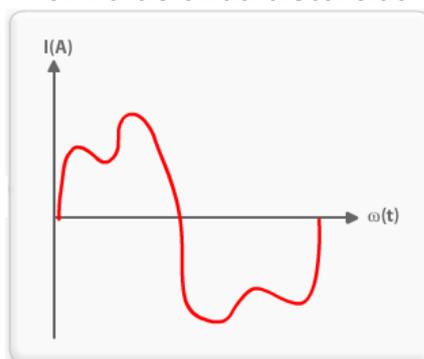
Devido ao surgimento dos equipamentos eletrônicos que incorporam retificadores e fontes chaveadas as correntes que circulam nos circuitos das instalações elétricas são cada vez menos senoidais.



## 22 FORMA DE ONDA SENOIDAL PERFEITA



Forma de onda distorcida



Em função destes equipamentos a proteção dos sistemas deve ser cada vez mais apurada para atender as necessidades dos usuários. Para adequar especificamente estes equipamentos o projetista deve verificar as prescrições normativas de modo a definir o equipamento adequado a cada situação. Os dispositivos DR são classificados como tipo AC, A e AB. A identificação de cada um destes dispositivos é feita através de símbolos que indicam o tipo de alimentação em que ele pode ser aplicado, com isso oferecendo segurança na sua instalação .

Tipo	Símbolo	Características de sensibilidade
AC		Sensível apenas a correntes residuais alternadas
A		Sensível a correntes residuais alternadas e correntes contínuas pulsantes
AB		Sensível a correntes residuais alternadas, contínuas pulsantes e corrente contínua constante

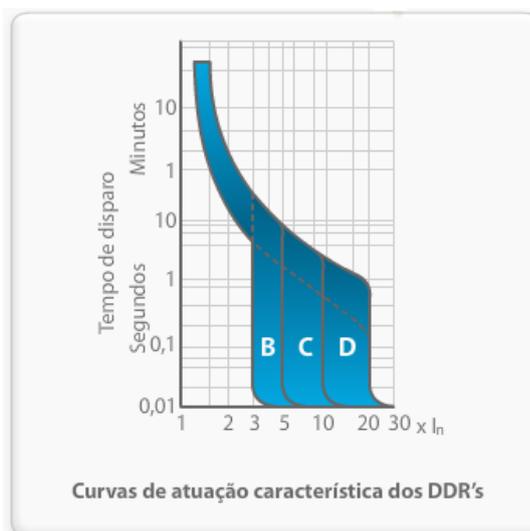


### 23 INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL (IDR)

O interruptor diferencial residual tem como função proteger as pessoas e patrimônio contra as correntes de falta a terra, a segurança de pessoas e animais se da através da proteção contra choques elétricos, já a proteção do patrimônio é feita evitando incêndios provocados por faíscas. O IDR é um dispositivo suplementar de proteção e não protege os circuitos de correntes de sobrecarga ou curto-circuito, sendo assim o projetista deve sempre utiliza-lo associado a um dispositivo de proteção do circuito, ou seja, um disjuntor.

### 24 DISJUNTOR DIFERENCIAL RESIDUAL (DDR)

O disjuntor diferencial residual, é um equipamento que agrega as funções do IDR com as funções do disjuntor. Os DDR's fabricados em conformidade com as normas NBR NM 60898 e NBR IEC 60947-2, da ABNT, possuem a mesma curva de atuação dos disjuntores. Ao utilizar este tipo de equipamento deve-se observar suas limitações de corrente, visto que sua atuação é restrita a sua curva característica B e C.



Os DDR's de curva B a atuação magnética do disjuntor pode ocorrer para correntes de 3 a 5 vezes a corrente nominal, sendo o tempo de atuação obtido através da curva do disjuntor. Já nos DDR's da curva C a atuação magnética do disjuntor está compreendida entre correntes de 5 10 vezes a corrente nominal do circuito, sendo o tempo de atuação obtido através da curva característica do disjuntor. Para correntes superiores a atuação do disjuntor temos o que é chamado de atuação instantânea, ou seja, o circuito é seccionado. Visto que o



DDR tem a função de proteger os circuitos contra choques elétricos, sobrecargas e curto-circuito, cada circuito deve possuir um DDR o que torna a instalação mais cara se comparando a utilização do IDR.

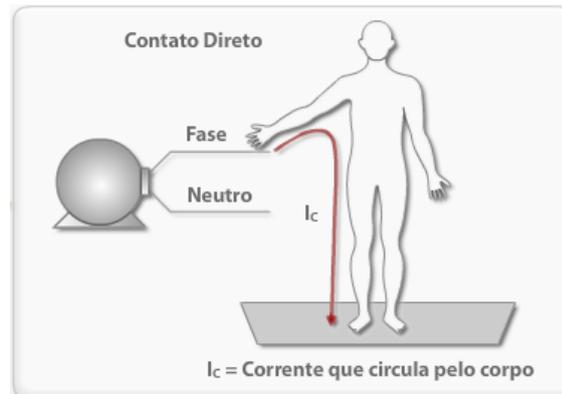
## 25 CORRENTES NOMINAIS DOS DISPOSITIVOS RESIDUAIS

Ao instalar o dispositivo residual deve-se assegurar que a corrente nominal do circuito seja superior a sua corrente de projeto ou da somatória das correntes de projeto dos circuitos protegidos pelo DR, caso este seja instalado de modo a alimentar mais de um disjuntor. Na tabela abaixo podemos observar algumas propriedades dos DR's bipolares e tetrapolares.

CORRENTE NOMINAL (In) (A)	SENSIBILIDADE (IΔN) (mA)	BIPOLAR		TETRAPOLAR	
		Nº DE POLOS	CIRCUITO	Nº POLOS	CIRCUITO
25	30	2	F-N F-F	4	F-F-N F-F-F-N
40	30	2		4	
63	30	2		4	
80	30	2		4	
100	30	2		4	

Para circuitos monofásicos constituídos pelos condutores fase e neutro, ou constituído por duas fases, o DR utilizado é o bipolar. Já para circuitos constituídos por duas fases e neutro, três fases ou três fases e neutro, deve-se utilizar o DR tetra polar. Conforme estudamos os dispositivos residuais de 30 mA são considerados de alta sensibilidade cuja função é a proteção contra choque elétrico, existem ainda dispositivos residuais com outras correntes de sensibilidade, como 100mA, 300mA e 500mA que são utilizados na proteção contra incêndios.

O DR de 30mA protege contra choque elétrico de contatos diretos, como no caso de uma pessoa entrar em contato com uma parte viva da instalação e estando em contato com a terra.



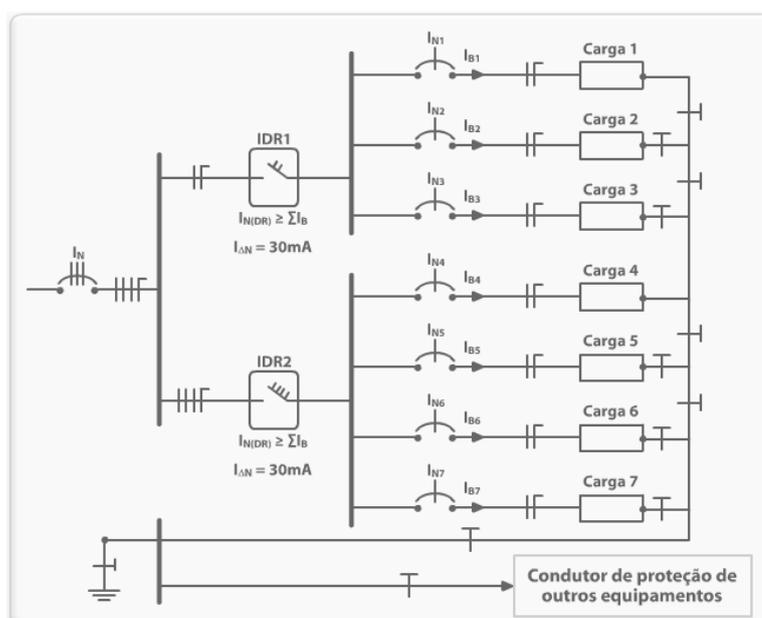
Neste caso o DR de 30mA provoca o desligamento do circuito sem que a pessoa sofra consequências mais graves. Se por exemplo uma criança colocar o dedo no polo fase de uma tomada que seja protegida por um DR de alta sensibilidade ocorrerá o seccionamento do circuito sem que a criança sofra nenhum efeito da corrente elétrica. Todo equipamento possui uma corrente de fuga visto que o isolamento não é ideal e que ocorrem fugas de corrente devido a estas falhas, neste caso o uso de DR's de 100mA e 300mA, é indicado para interromper o circuito e evitar que as partes metálicas dos equipamentos se tornem vivas evitando risco de choque elétrico, além de evitar o consumo excessivo dos equipamentos. Quando ocorre uma falha de isolamento em um equipamento por exemplo e o mesmo está aterrado ocorrerá uma fuga de corrente para a terra e com isso o dispositivo residual provocará o desligamento do circuito, caso este equipamento não esteja aterrado e as partes metálicas fiquem energizadas há o risco de ocorrência de choques elétricos com efeitos especialmente danosos as pessoas, principalmente na instalação de motores por exemplo. Em determinadas situações caso ocorram falhas de isolamento as correntes de falta podem atingir valores superiores a 500mA, o que pode levar a ocorrência de arco elétrico, ou seja, faíscas que podem provocar incêndios em ambientes perigosos como casa de gás, depósitos de materiais inflamáveis e explosivos, nestes casos se faz necessário adotar dispositivo residual para interrupção com corrente de sensibilidade de 500mA.

#### **Instalação dos dispositivos residuais no quadro de distribuição**

Ao instalar um dispositivo residual no quadro de distribuição pode-se optar pela proteção através de IDR's ou DDR's, bem como definir a proteção por circuito ou por grupos de circuitos.

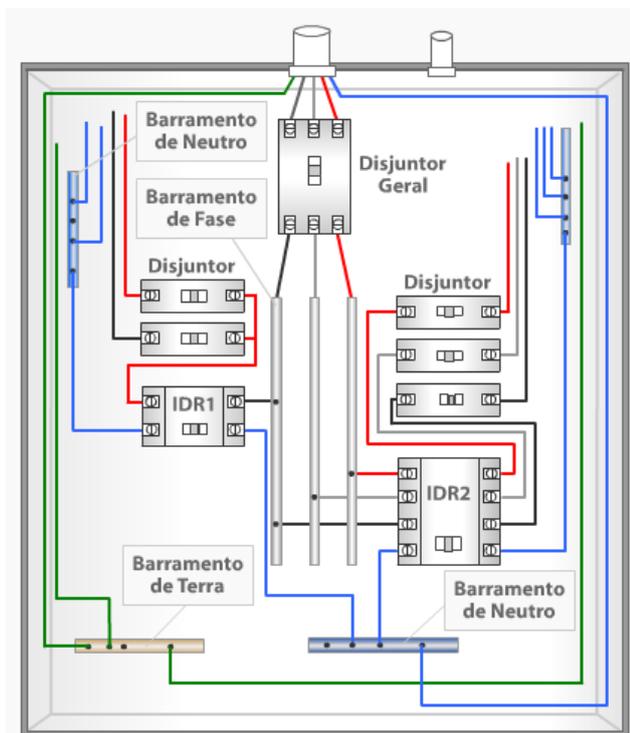


Ao utilizar o IDR associado ao disjuntor, os equipamentos são ligados em série devendo-se assegurar que a corrente nominal do IDR seja maior ou igual a corrente nominal do disjuntor. O IDR também pode ser utilizado para proteger contra choques elétricos mais de um circuito, para isto o IDR deve ter capacidade de suportar a somatória das correntes de projeto dos vários circuitos a serem protegidos. O inconveniente deste tipo de ligação é que pelo IDR ser pelo somatório das correntes de fuga de todas as cargas ligadas podendo ocasionar seccionamento indesejado. No diagrama unifilar exibido podemos observar um IDR bipolar protegendo os circuito 1, 2 e 3, enquanto a proteção dos circuitos 4, 5, 6 e 7 é feita por um IDR tetra polar.





O desenho do quadro de distribuição podemos visualizar esquematicamente como deve ser realizada a montagem dos dispositivos de proteção contra choque elétrico, e também dos disjuntores usados nos circuitos para a proteção contra sobrecorrentes.



A rede de alimentação é ligada ao disjuntor geral do quadro e a saída do disjuntor é conectada ao barramento de fase, o condutor de aterramento que vem da malha de terra é conectado ao barramento de terra do quadro de onde serão ligados os condutores de proteção dos circuitos terminais. A alimentação dos IDR's deve ser feita a partir do condutor fase que vem do barramento de fase e o condutor neutro que sai do barramento de neutro do quadro. O condutor fase que sai do IDR, deve ser ligado na entrada dos disjuntores que protegem os circuitos terminais da instalação. O condutor neutro que alimenta o quadro de distribuição deve ser conectado ao barramento de neutro do quadro e saindo do barramento deve ser ligado na entrada do IDR, o condutor neutro que sai do IDR é ligado ao barramento de neutro auxiliar de onde serão ligados os condutores neutro dos circuitos

terminais, para que o interruptor diferencial residual funcione normalmente e não ocorram desligamentos todos os circuitos ligados ao IDR devem utilizar os



condutores fase e neutro que são protegidos por esse IDR, se forem utilizados o neutro ou fase de outros circuitos ocorrerá o desligamento do circuito.

## **26 PROTEÇÃO CONTRA SURTOS DE TENSÃO**

As tensões elétricas estão sempre sujeitas a variação de tensão que podem ter origem tanto na operação do sistema como por descargas atmosféricas na própria rede, próximo das linhas de transmissão ou da rede de distribuição, estes fenômenos de sobre tensão são mais conhecidos como surtos de tensão, e são caracterizados pela ocorrência de grandes acréscimos de tensão em intervalos de tempo muito pequenos. A proteção contra surtos de tensão tem recebido uma importância cada vez maior nas instalações elétricas tendo em vista a crescente utilização de equipamentos eletrônicos, além destes equipamentos a eletrônica esta associada ao controle e proteção das instalações. A instalação dos dispositivos de proteção contra surtos de tensão, chamados de (DPS), tem como principal finalidade proteger o sistema contra estas sobretensões. A sobretensão de manobra é decorrente das operações realizadas em uma instalação, como por exemplo, a ligação ou desligamento de uma carga, procedimento capaz de modificar bruscamente o estado da rede. A sobretensão de origem atmosférica, por sua vez, ocorre quando há a incidência de descarga atmosférica próximo a linha, ou diretamente sobre ela. Outra forma deste tipo de sobretensão na instalação, acontece quando ocorre uma descarga sobre a edificação, ou nos seus arredores, gerando um aumento de potência no aterramento e representando risco para a isolação da instalação.

## **27 SUPORTABILIDADE DE TENSÃO NOS EQUIPAMENTOS**

A suportabilidade de tensão representa a capacidade do equipamento ou material de suportar o pico de tensão decorrente das sobretensões, nos equipamentos esta característica varia bastante, ou seja, de acordo com a forma de construção e os componentes utilizados na construção dos equipamentos, logo, como o grau de suportabilidade é variável, o tipo de proteção a ser utilizado deve ser diferenciado. Um motor elétrico por exemplo suporta um surto de tensão muito maior que um equipamento eletrônico, e sendo assim a proteção a ser utilizada para os equipamentos eletrônicos deve ser bem mais sensível do os utilizados nos motores elétricos. Na tabela podemos observar que o valor de impulso da tensão suportável é em função da tensão nominal da instalação e da categoria de suportabilidade de impulso de equipamento. Os valores das tensões



de impulso para cada tipo de equipamento são estabelecidos pelas suas normas de fabricação e se diferenciam de acordo com a tensão nominal do equipamento e pelo tipo de rede pela qual o mesmo é alimentado.

Tensão nominal da Instalação		Tensão de impulso Suportável (KV)			
Sistemas Trifásicos	Sistemas Monofásicos	Categoria do produto			
		Produto utilizado Na entrada Da Instalação	Produto utilizado Em circuitos de Distribuição e Circuitos terminais	Equipamentos de Utilização (eletrodomésticos)	Produtos Essencialmente protegidos
		Categoria de suportabilidade do equipamento			
		IV	III	II	I
120/208 127/220	115 a 230 120 a 240 127 a 254	4 KV	2,5 KV	1,5 KV	0,8 KV
220/380 230/400 277/480	-	6 KV	4 KV	2,5 KV	1,5 KV
400/690	-	8 KV	6 KV	4 KV	2,5 KV

Na categoria IV, de suportabilidade de impulso, temos os utilizados na entrada da instalação, tais como, medidores de energia e disjuntor de entrada.

Já a categoria III, engloba os produtos utilizados em circuitos de distribuição e circuitos terminais, como quadros de distribuição, disjuntores dos circuitos terminais, tomadas, motores, entre outros.

A categoria II para equipamentos de utilização inclui os eletrodomésticos em geral, como máquinas de lavar, televisores, computadores, entre outros.

A categoria I, por fim destina-se aos produtos especialmente protegidos, como os circuitos eletrônicos de alta sensibilidade. A categoria dos equipamentos é utilizada na especificação de equipamentos ou instrumentos que serão utilizados nas instalações elétricas. Ao definir um disjuntor para utilização na entrada de energia de uma edificação deve-se garantir que ele seja de categoria IV, enquanto que para especificar um disjuntor a ser utilizado para a proteção de circuitos terminais onde os disjuntores são colocados no interior do quadro de distribuição, o disjuntor pode ser de categoria III, para edificações atendidas por redes de distribuição com tensões de 115V até 254V conforme tabela acima.

## 28 CLASSIFICAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTO DE TENSÃO

A classe dos DPS, está relacionada com a sua robustez em relação a capacidade de descarga, o que estabelece a coordenação da instalação elétrica



com a capacidade do equipamento em escoar corrente sem comprometer sua função de proteção.

Os DPS da classe I, possuem corrente de impulso com forma de onda 10/350  $\mu$ s.

Os DPS da classe II, por sua vez possuem corrente de impulso com forma de onda 8/20  $\mu$ s.

Já os DPS's da classe III, devem ser utilizados para equipamentos com categoria de suportabilidade I, ou seja equipamentos mais sensíveis, que necessitam de maior proteção, como equipamentos eletrônicos e equipamentos de comunicação. A capacidade de descarga dos DPS's, classe I, é superior aos de classe II, enquanto os DPS's, de classe II, possuem capacidade superior ao DPS de classe III.

A classificação dos dispositivos de proteção contra surto de tensão é fundamental importância para a sua correta especificação, de modo que na ocorrência de sobre tensões os DPS's possam atenuar este efeito ao longo da instalação.

## 29 SELEÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS DE TENSÃO

### 29.1 Introdução

A NBR 5410/2004, define através da tabela 15, item (4.2.6.1.12), classes para instalações elétricas de acordo com as características das regiões.

**TABELA - 15 - NBR 5410 - DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

<b>CÓDIGO</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>APLICAÇÃO DE EXEMPLOS</b>
AQ1	DESPREZÍVEIS	$\leq 25$ DIAS / ANO	-
AQ2	INDIRETAS	$> 25$ DIAS POR ANO RISCOS PROVENIENTES DA REDE ELÉTRICA	INSTALAÇÕES ALIMENTADAS POR REDES AÉREAS
AQ3	DIRETAS	RISCOS PROVENIENTES DOS COMPONENTES DA INSTALAÇÃO	PARTE DAS INSTALAÇÕES SITUADAS NO ESTERIOR DAS EDIFICAÇÕES

Entre elas o índice CERAÚNICO, que dá o número de dias de trovoadas por



ano em uma determinada região.

A norma estabelece a obrigatoriedade do uso de DPS nas instalações que possuam sistema de proteção contra descargas atmosféricas o SPDA, que estejam enquadradas na classe AQ-3, independente de seu índice CERAUNICO. Quando a edificação não possuir SPDA, é obrigatório a utilização de PDS em regiões onde o índice CERAUNICO for superior a 25, ou seja, onde ocorrem mais de 25 dias por ano a incidência de descargas atmosféricas correspondendo a classe AQ-2 da tabela.

Em função dos riscos oferecidos sobre surtos de tensão, que estejam em conformidade com as normas IEC 61643-1 (dispositivo de proteção contra surtos em baixa tensão – parte 1), e a NBR 5410/2004 (instalações elétricas em baixa tensão), além de possuírem as seguintes características :

- Nível de proteção ( $U_p$ ) , o nível de proteção deve ser compatível com a categoria de suportabilidade de impulso II. Esse requisito aplica-se quando o DPS é único, e esta posicionado no ponto de entrada de energia da edificação ou no quadro geral de distribuição. Se por exemplo, se a edificação for atendida por uma rede distribuição de 220/380V, o nível de proteção oferecido pelo DPS deverá ser compatível com suportabilidade de categoria II, ou seja, o nível de proteção não pode ser a 2,5 KV,
- Máxima tensão de operação contínua ( $U_c$ ), a máxima tensão de operação contínua do DPS deve ser igual ou superior as tensões indicadas na tabela 49 da NBR 5410/2004. A escolha da tensão máxima de operação depende do local de colocação do DPS, do sistema de aterramento utilizado e do tipo de alimentação da edificação .

DPS CONECTADO ENTRE:				ESQUEMA DE ATERAMENTO		
FASE	NEUTRO	PE	PEN	TT	TN-C	TN-S
X	X			$U_c \geq 1,1 U_o$		$U_c \geq 1,1 U_o$
X		X		$U_c \geq 1,1 U_o$		$U_c \geq 1,1 U_o$
X			X		$U_c \geq 1,1 U_o$	
	X	X		$U_c \geq U_o$		$U_c \geq U_o$

1-Ausência de identificação significa que a conexão considerada não se aplica ao esquema de aterramento.

2-U0 - Tensão entre fase e neutro.

3-U – Tensão entre fases.



Na tabela podemos observar os valores mínimos das tensões de operações continua para a especificação do DPS, entretanto os valores de  $U_c$ , podem ser significativamente superiores aos mínimos definidos pela tabela.

A seleção da corrente nominal de descarga e da corrente de impulso do DPS de acordo com a NBR 5410/2004, devem ser consideradas as seguintes recomendações:

- Quando o DPS for destinado a proteção contra sobretensões de origem atmosféricas transmitidas pela linha externa de alimentação e contra sobretensões de manobra, sua corrente nominal de descarga não deve ser inferior a 5 KA (8/20 $\mu$ s) para cada modo de proteção. Todavia a corrente nominal não deve ser inferior a 20 KA (8/20 $\mu$ s) em redes trifásicas, ou 10 KA (8/20 $\mu$ s) em redes monofásicas, quando o DPS for ligado entre neutro e PE.
- Quando o DPS for destinado a proteção contra sobretensões de origem atmosféricas diretas sobre a edificação ou em suas proximidades, sua corrente de impulso de ser determinada com base na IEC 61312-1, se não for possível determiná-la, a corrente de impulso não deverá ser inferior 12,5 KA para cada modo de proteção. No caso de DPS ligado entre neutro e PE, a corrente de impulso também deverá ser determinada de acordo com a IEC 61312-1; ou caso o valor da corrente de impulso não possa ser determinado, ele não deverá ser inferior a 50 KA para a rede trifásica e 25 KA para a rede monofásica.
- Os fabricantes devem fornecer em sua documentação, instruções claras e suficientes sobre como obter a coordenação entre os DPS dispostos ao longo da instalação.

### **Exemplo:**

Para compreender melhor as prescrições normativas envolvidas na escolha do DPS:

Suponha que uma edificação é atendida por um sistema monofásico com tensão de 220V e sistema de aterramento TN-S, o DPS deve ser dimensionado para a proteção contra sobretensões devido a descargas atmosféricas ocorridas próximo a rede de distribuição e sobretensões de manobra, e será instalado entre o condutor fase e o condutor de proteção PE no quadro de distribuição.

Analisando as prescrições normativas no item 6.3.5.2.4 – seleção do DPS, quando o DPS for destinado a proteção contra sobretensões de origem atmosféricas diretas sobre a edificação ou em suas proximidades, sua corrente de impulso deve ser determinada com base na IEC 61312-1, se não for possível



determina-la, a corrente de impulso não deverá ser inferior a 12,5 KA para cada modo de proteção. No caso de DPS ligado entre neutro e PE, a corrente de impulso também deve ser determinada de acordo com a IEC 61312-1, ou caso o valor da corrente de impulso não possa ser determinado, ele não deverá ser inferior a 50 KA para a rede trifásica e 25 KA para a rede monofásica.

Deste modo podemos definir para estes casos a utilização de DPS classe II, corrente de impulso de 25 KA, e forma de onda de (8/20 $\mu$ s).

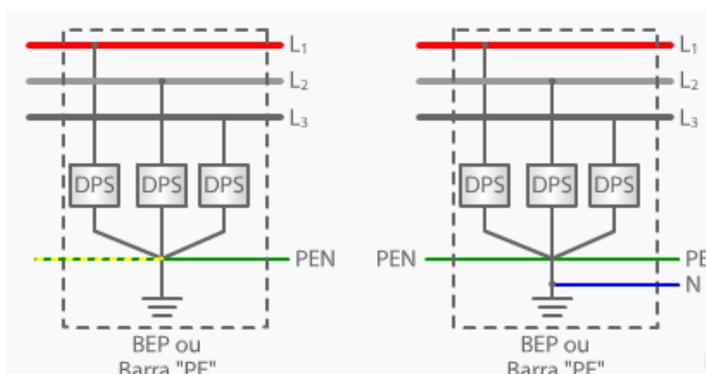
### **30 LIGAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS DE TENSÃO**

#### **30.1 Condutores de conexão**

A NBR 5410 no item 6.3.5.2.9, estabelece as recomendações para os condutores utilizados na conexão do DPS, o comprimento dos conectores destinados a conectar o DPS com a conexão fase/DPS, neutro DPS e DPS/PE, dependendo do esquema de conexão utilizado deve ser o menor possível sem curvas ou laços. Preferencialmente o comprimento destes conectores não deve exceder 0,5 metros. No que se refere a seção nominal o condutor das ligações DPS/PE, no caso de DPS instalado no ponto de entrada da edificação ou em suas proximidades deve possuir seção mínima igual a 4,0mm<sup>2</sup> fabricado em cobre ou material equivalente, quando o DPS for destinado a proteção contra descargas atmosféricas diretas sobre a edificação ou em suas proximidades a seção nominal do condutor DPS/PE deve ser no mínimo 16,0mm<sup>2</sup> feito em cobre ou material equivalente.

#### **30.2 Esquemas de ligação**

O esquema de ligação dos DPS depende da tensão de fornecimento e do tipo de alimentação da instalação elétrica, monofásica, bifásica ou trifásica. Nos locais onde o fornecimento de energia é efetuado através de sistema sem neutro o DPS deve ser ligado de acordo com o local onde foi feita a instalação do barramento de equalização de potencial (BEP), que pode ser no ponto de entrada ou no próprio quadro geral de distribuição. Em alguns locais a ligação do DPS é feita com neutro e aterramento TN-C e TN-S.



Já na ligação do DPS em sistemas com neutro o esquema de ligação pode ser feito de maneira a oferecer proteção geral, entretanto quando o nível de proteção não for atendido com apenas um conjunto de DPS, devem ser utilizados DPS complementares devidamente coordenados de modo a atingir o nível de proteção adequada.

### 30.3 Coordenação da proteção

A coordenação entre os dispositivos de proteção contra surto de tensão deve ser definida em função da classe dos DPS's, que determina a sua capacidade de descarga e tempo de atuação e da sua capacidade de proteção que é caracterizada pela NBR 5410/2004.

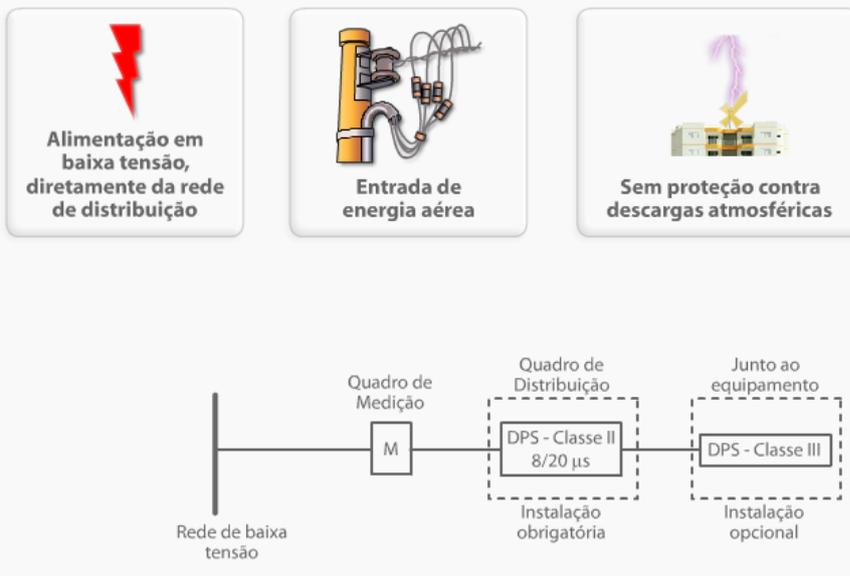
Coordenar dispositivo contra surto de tensão ao longo da instalação de forma que estes aparelhos atuem de forma conjunta, com cada DPS, funcionando de forma adequada as suas características de classe de suportabilidade.

Esta coordenação deve ser feita a partir da entrada de energia considerando as características da instalação.

Exemplo 1 - Suponha, que se deseja instalar DPS em uma edificação alimentada em baixa tensão diretamente da rede de distribuição, sendo que a entrada de energia é aérea e a instalação não dispões de sistema de proteção de descarga atmosférica, neste caso, como a edificação é presumivelmente livre de descargas direta e atendida por rede aérea de baixa tensão podemos instalar um DPS classe II, (8/20 $\mu$ s), no quadro geral de distribuição, opcionalmente pode ser instalado DPS de classe III, junto aos equipamentos de alta sensibilidade a tensões de surto onde se deseja uma maior proteção.



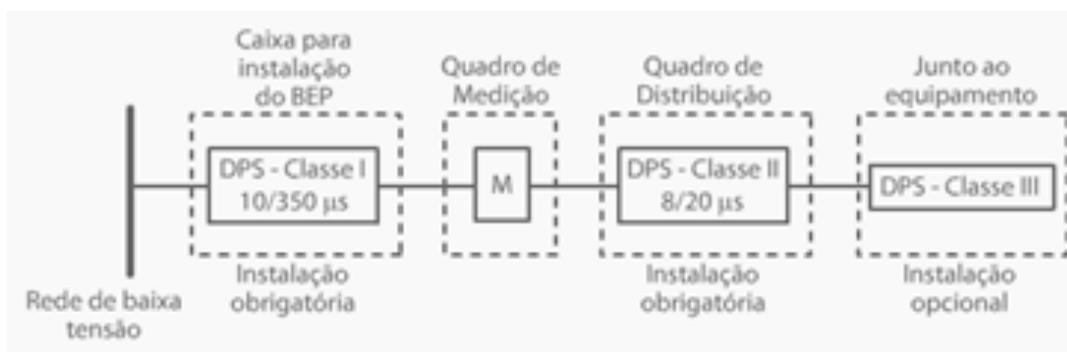
**Exemplo 1 – Edificação com entrada aérea, alimentada em baixa tensão diretamente da rede de distribuição, que não possui sistema de proteção contra descargas atmosféricas:**



Exemplo 2 - Imagine agora uma outra situação, suponha que a edificação em questão possui sistema contra descargas atmosféricas, as edificações que possuem sistema de para raios devem ser providas de DPS Classe I, no ponto de entrada da energia e classe II no quadro de distribuição geral, de modo opcional pode se instalar um DPS classe III nos pontos que devem proteger equipamentos muito sensíveis a sobretensões.

Exemplo 2- edificação com entrada aérea, alimentada em baixa tensão diretamente da rede de distribuição, que possui um sistema de proteção contra descargas atmosféricas.



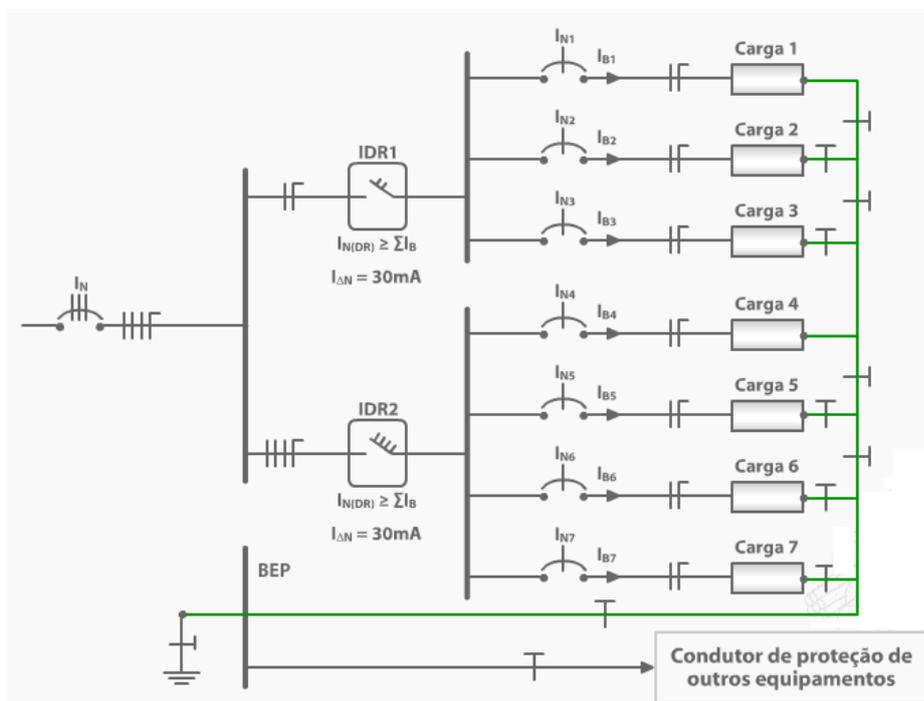


### 30.4 Instalação da proteção no quadro de distribuição

Vamos analisar a instalação do dispositivo de proteção contra surto de tensão no quadro de distribuição juntamente com as demais proteções instaladas. No quadro abaixo que possui alimentação trifásica o DPS está instalado entre os condutores fase, condutor neutro e barramento de equalização de potencial da instalação. Os condutores fase saem do barramento de fase do quadro e são conectados na entrada do DPS, o condutor neutro também é conectado a entrada do DPS, a saída do DPS é ligada ao barramento de equalização de potencial ou ligado a malha de aterramento, completando a instalação do dispositivo.

### 30.5 Representação no diagrama unifilar

A representação do DPS no diagrama unifilar é bastante simples conforme exibido no esquema, basta representá-lo antes do barramento do quadro e fazer a sua ligação a terra.



## Modelos



Podemos observar os modelos de DPS bipolar e tetrapolar, os esquemas de ligação destes dispositivos são fornecidos pelos fabricantes, entretanto a sua representação nas plantas dos projetos elétricos é feita do mesmo modo para todos os modelos.



## 31 QUADRO DE MEDIÇÃO E ALIMENTADOR PREDIAL

### 31.1 Introdução

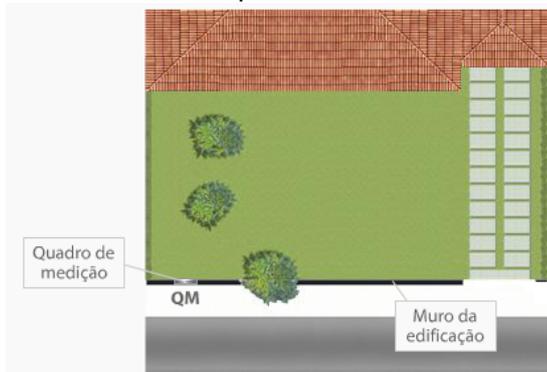
O quadro de medição da edificação deve ser instalado e dimensionado conforme necessidade da edificação, ou seja, a definição do tipo de quadro deve ser feita em função da quantidade e do tipo de medidores que deverão ser instalados. Para determinar o quadro de medição a ser utilizado o projetista deve obedecer o requisitos estabelecidos pela concessionária local.

### 31.2 Localização do quadro de medição

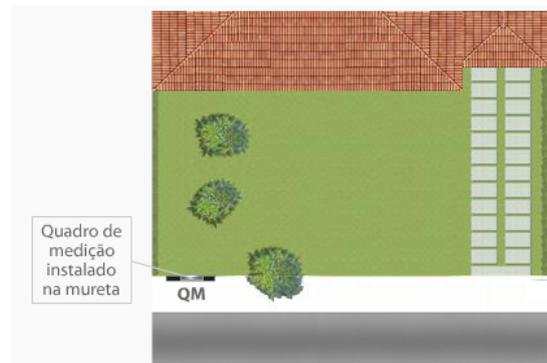
A instalação do quadro de medição deve ser feita em locais de fácil acesso de modo que os leituristas da concessionária possam efetuar a medição do consumo de energia sem a necessidade de entrar no interior da edificação, sendo assim, dispomos dos seguintes locais para a instalação do quadro:

- **Instalação do quadro no limite da via publica;**

A instalação no limite da via publica é feita colocando o quadro de medição no muro de divisa do terreno com a via publica.



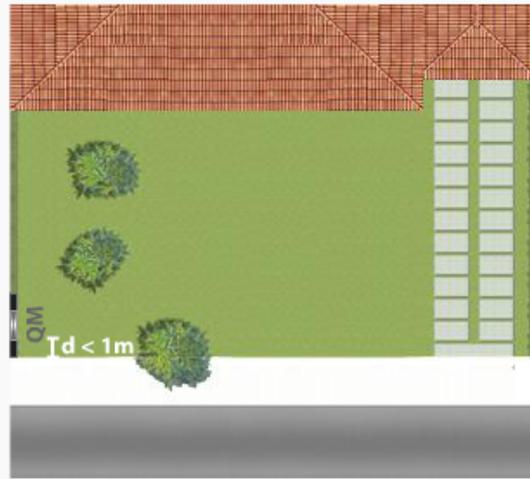
Também pode ser em uma mureta caso a edificação não possua muro para a instalação do quadro.





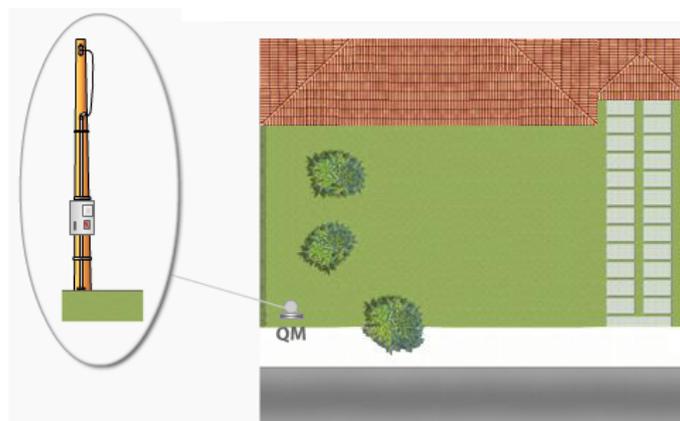
- **Instalação no terreno do proprietário;**

Quando o quadro for instalado no interior do terreno da edificação é necessário que ele esteja visível da via pública e por isso deve estar afastado no máximo em 01 metro da divisa do terreno.



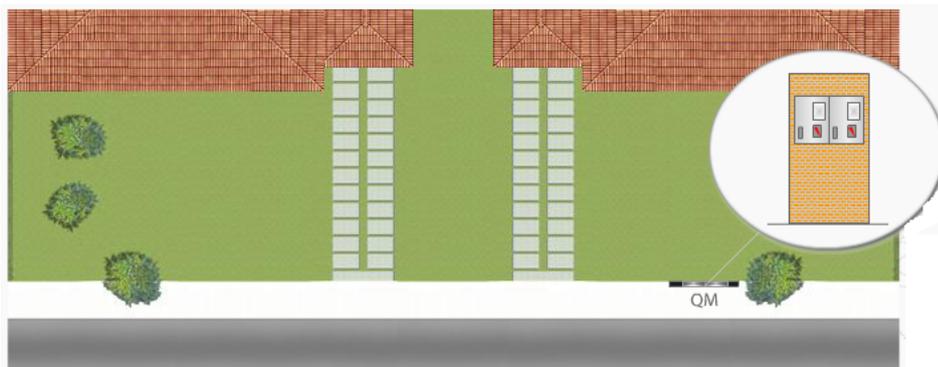
- **Instalação do quadro de medição em poste;**

A instalação do quadro de medição em poste é permitida desde que sejam atendidas as dimensões estabelecidas por cada uma das concessionárias.



- **Agrupamento de medidores.**

O agrupamento dos medidores também é permitido pelas concessionárias em locais com mais de um consumidor residencial, sendo que algumas permitem a instalação de até três caixas para medidores monofásicos, enquanto outras concessionárias exigem que sejam utilizado o módulo de quadro de medição.



- **Ligação do quadro de medição**

1.8.1 - O quadro de medição é um dos componentes de entrada de energia de uma unidade consumidora, e contém também o dispositivo de proteção geral da instalação. Algumas concessionárias de energia exigem que na apresentação dos projetos conste o esquema de ligação dos medidores, sendo assim, veremos alguns esquemas de ligação que geralmente são utilizados para o sistema de medição de energia de uma unidade consumidora, cabe ressaltar que estes esquemas se aplicam tanto para ligações realizadas através de entrada aérea quanto as ligações executadas a partir de entrada subterrânea.

- **Ligação para atendimento ao consumidor monofásico**

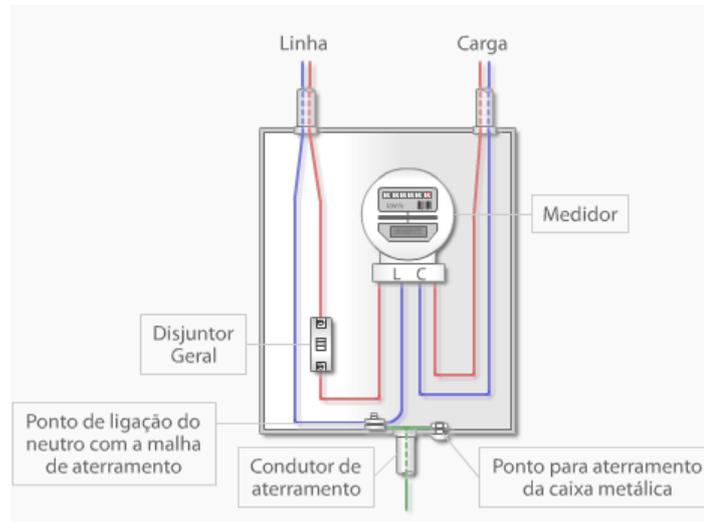
O sistema de medição é constituído por uma caixa metálica na qual será instalado o medidor e o disjuntor geral.



O condutor fase que vem da rede pública é conectado ao disjuntor, e a partir deste segue até o medidor, em seguida o condutor fase segue para a alimentação da rede consumidora. O condutor neutro por sua vez, é ligado a rede de aterramento, e a partir desta é conectado ao medidor, por fim, o neutro segue

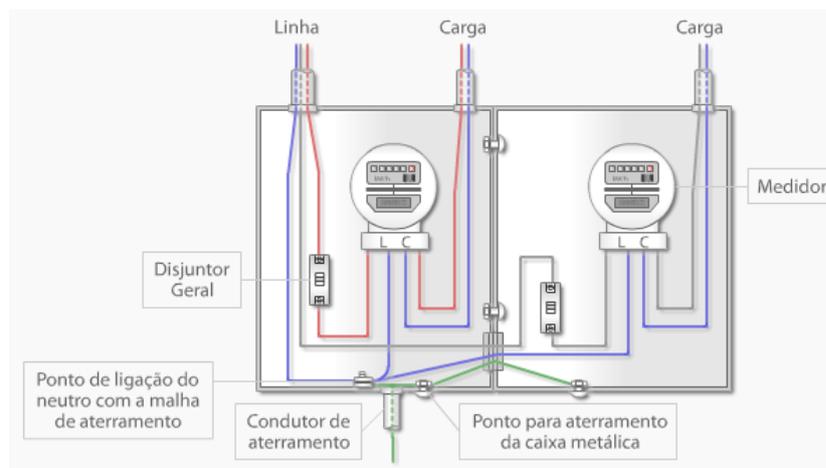


para a rede de distribuição, também é conectado um condutor a rede de aterramento de modo a aterrar a caixa metálica de medição.



- **Ligação com agrupamento de dois medidores monofásicos**

Quando existirem dois consumidores monofásicos em uma edificação pode-se adotar o mesmo esquema de ligação utilizado para uma caixa medidora individual, as normas das concessionárias permitem fazer este agrupamento dos medidores de forma lateral ou até mesmo na vertical, devendo ser utilizada uma fase para cada medidor como observado no esquema abaixo.

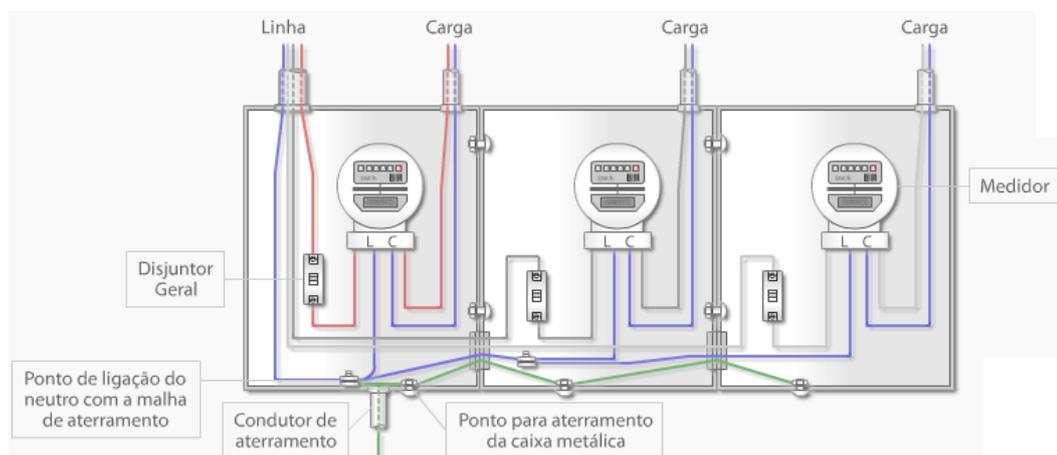


- **Ligação com agrupamento de três medidores monofásicos**

Quando houver três consumidores monofásicos em uma edificação as normas das concessionárias permitem efetuar o agrupamento dos medidores de forma lateral sendo utilizada uma fase para cada fase medidor como podemos



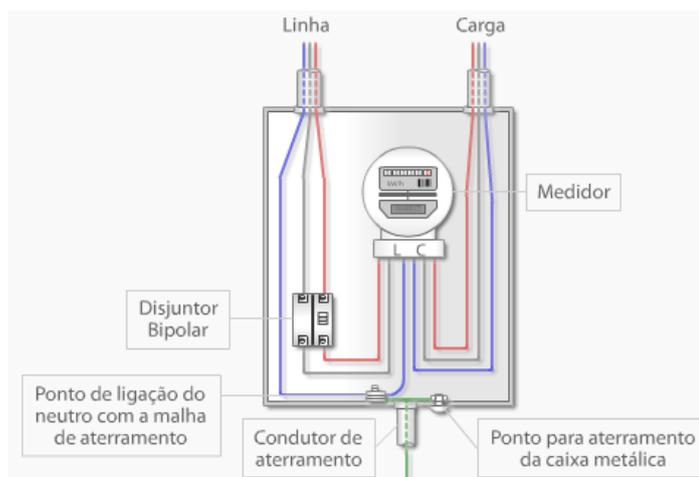
observar no esquema abaixo.



Alternativamente é possível instalar medidores individuais em um quadro modular que possui componentes comuns e facilita a operação do sistema.

### Ligação de atendimento a consumidor bifásico

Para efetuar a alimentação de um sistema bifásico o esquema de ligação é bastante similar ao do monofásico, a ligação das fases deve ser feita ao disjuntor bipolar seguindo posteriormente ao medidor, a partir dele os condutores seguem para a distribuição, já o condutor neutro é conectado a rede de aterramento e posteriormente ao medidor, por fim o neutro segue para a rede de distribuição.



- **Ligação para atendimento á consumidor trifásico**

Caso a ligação de atendimento ao consumidor seja trifásica, o medidor é precedido por um disjuntor trifásico, sendo as demais características da ligação



análogas aos sistemas monofásico e bifásico. Todos os esquemas exemplificados anteriormente são típicos para sistemas com tensão de fornecimento 127/220V e 220/380v.

Para maiores detalhes sobre o esquema de ligação deve-se consultar a norma da concessionária local onde consta toda a especificação dos equipamentos e materiais utilizados nas instalações elétricas.

Iremos analisar as características de entrada de energia, e também p modo adequado de especificar os diversos equipamentos que compõe a instalação. A prenderemos os detalhes referentes ao memorial descritivo e demais documentos do projeto elétrico.

## 32 ENTRADA DE ENERGIA

### 32.1 Introdução

As entradas de energia de unidades consumidoras em baixa tensão são padronizadas pelas normas das concessionárias de energia elétrica que atendem cada estado ou região. Ao elaborar o projeto da entrada de energia o projetista deve consultar a norma referente a região onde será realizada a instalação, considerando que em determinadas situações a concessionária de um estado atende municípios de outro estado. Nos estados de Santa Catarina e Paraná por exemplo, a COPEL atende parte do município de Porto União que fica em Santa Catarina, enquanto a CELESC atende parte do município de Rio Negro localizado no Paraná.

### 32.2 Tensões de fornecimento

As tensões de fornecimento de energia aos consumidores podem variar entre as diversas concessionárias dos estados brasileiros em função da rede de distribuição secundária de cada local. A tensão de fornecimento e o tipo de ligação utilizada na alimentação dependem das características das cargas do consumidor

Na tabela em exibição podemos observar as tensões de fornecimento de algumas concessionárias de energia elétrica.



CONCESSIO- NÁRIA	TENSÕES DE FORNECIEMNTO E TIPO DO CIRCUITO					
						
	MONOFÁSICO		BIFÁSICO		TRIFÁSICO	
	TENSÃO	CONDUTORES	TENSÃO	CONDUTORES	TENSÃO	CONDUTORES
	220	F-N	380/220	F-F-N	380/220	F-F-F-N
	-	-	220	F-F	220	F-F-F
	127	F-N	220/127	F-F-N	220/127	F-F-F-N
	127/254	F-F-N	-	-	-	-
	220/127	F-N	440/220	F-F-N	380/220	F-F-F-N
	220	F-N	380/220	F-F-N	220/127	F-F-F-N
	-	-	220/127	F-F-N	-	-
	220	F-N	380/220	F-F-N	380/220	F-F-F-N
	-	-	220	F-F	220	F-F-F

As demais concessionárias existentes no Brasil utilizam basicamente as mesmas tensões de fornecimento, entretanto é possível obter fornecimento em tensões diferentes destas tendo em vista que existem muitas cooperativas de energia elétrica no país.

### 33 LIMITES DE FORNECIMENTO DE ENERGIA PARA CADA SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO

#### 33.1 Introdução

Limites de energia elétrica estão definidos nas normas de cada



concessionária e determinam o tipo de alimentação que será utilizado de acordo com suas características. Com base nas prescrições da concessionária o consumidor será enquadrado em um tipo de fornecimento, de um modo geral os critérios das concessionárias são bastante similares havendo algumas diferenças quanto aos critérios de utilização dos equipamentos. Por este motivo cabe ao projetista avaliar as normas de cada concessionária para definir adequadamente o tipo de alimentação da instalação. Como exemplo veremos as normas da COELCE, Centrais Elétricas do Ceará para a definição do tipo de fornecimento de energia de uma edificação.

### 33.2 Fornecimento monofásico

Segundo as normas da COELCE, o fornecimento de energia ao consumidor através do sistema monofásico pode ser realizado para instalações com até 10 KW de carga instalada atendidas por ramal de ligação aérea ou instalações com até 15 KW de carga instalada com atendimento através de linha subterrânea. Adicionalmente os equipamentos instalados devem respeitar as seguintes limitações:

- Os motores devem possuir potencia máxima de 3 CV;
- Os aparelhos devem ter potencia individual de até 5 KW;
- Máquinas de solda a transformados devem ter potencia máxima até 2KVA;
- Aparelhos de raio-X com potencia máxima de 4 KVA;

Note que algumas concessionárias apresenta prescrições para aparelhos instalados sem fazer distinção do uso da edificação, residencial ou comercial, e como se pode observar algumas restrições não se aplicam a edificações residenciais pois estas não possuem certos tipos de equipamentos instalados, cabe ao projetista interpretar as informações fornecidas pelos manuais das concessionárias.

### 33.3 Fornecimento Bifásico

No caso de atendimento ao consumidor através de sistema bifásico a COELCE define que a potencia instalada não deve exceder 20 KW para atendimento através de ramal de ligação aéreo, e 30 KW se o atendimento for feito por linha subterrânea.

Deve-se ainda respeitar as seguintes limitações para os equipamentos de uso residencial:



- Os motores devem ter potencia máxima de até 5 CV com tensão 380V;
- Os aparelhos devem ter potencia individual de até 8 KW com tensão de 380V;

### **33.4 Fornecimento trifásico**

O atendimento ao consumidor através do sistema trifásico pode ser utilizado para instalações com potencia instalada de até 75 KW, atendidos através de ramal de ligação aéreo, e de até 100 KW quando o atendimento se der através de ramal de ligação subterrâneo.

De modo análogo as ligações monofásicas e bifásicas dos equipamentos instalados na edificação residencial devem respeitar certos limites:

- Os motores devem ter potencia limitada até 30 CV, com tensão de 380V;
- Os aparelhos devem possuir potencia individual até 8 KW, com tensão de 380V;

O consumidor pode solicitar ligação ou trifásica, mesmo que a carga instalada não atinja os valores estabelecidos para estes tipos de sistemas, entretanto ele deverá se responsabilizar pelo acréscimo no preço da instalação conforme a resolução 456:2000 da ANEEL.

A concessionária poderá atender a unidade consumidora em tensão secundária de distribuição com ligação bifásica ou trifásica, ainda que a mesma não apresente carga instalada suficiente para tanto, desde que o consumidor se responsabilize pelo pagamento da diferença de preço do medidor, pelo menos materiais e equipamentos de medição a serem instalados, bem como eventuais custos de adaptação da rede.

Para o acionamento de motores, também podem ser utilizados chaves de partida do tipo soft-starters ou inversores de frequência, porém, para potencias superiores a 30 CV, o atendimento ao consumidor deverá ser feito em média tensão.



## 34 DIMENSIONAMENTO DA ENTRADA DE ENERGIA

### 34.1 Introdução

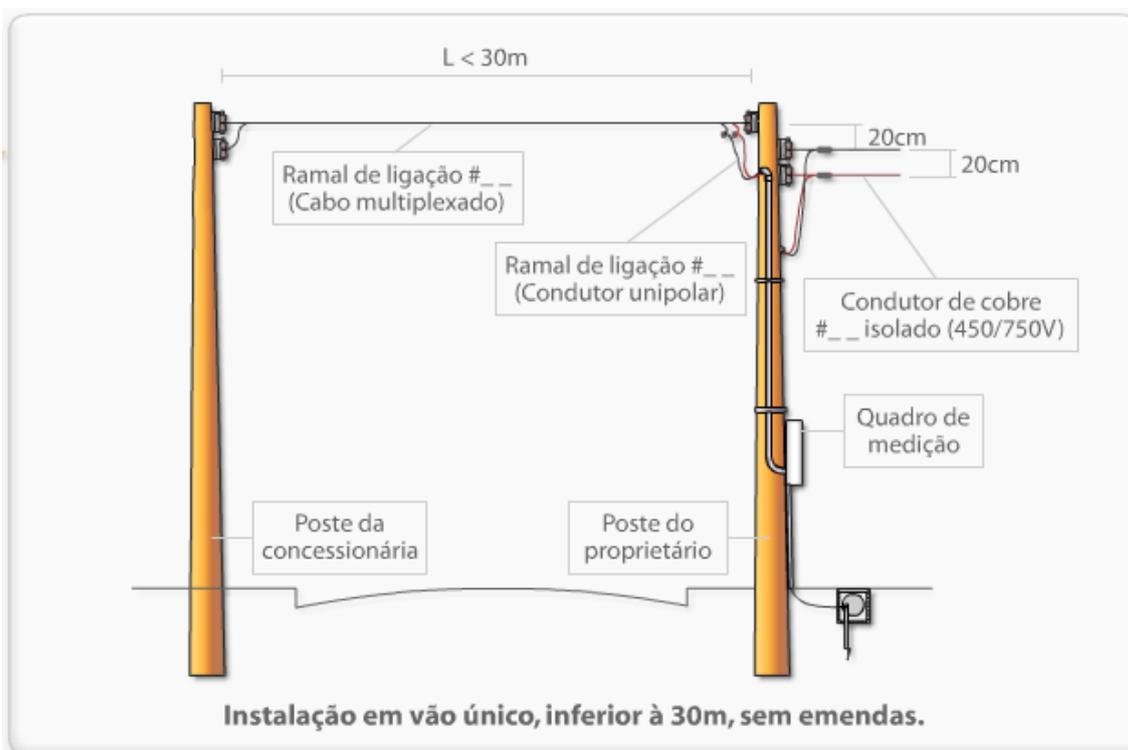
A entrada de energia de uma edificação feita a partir da rede de distribuição é constituída de quatro partes principais, sendo;

- O ramal de ligação;
- O ramal de entrada;
- A proteção geral;
- O medidor de energia.

### 34.2 Características gerais do ramal de ligação

O ramal de ligação é o elemento de conexão entre a rede publica de energia e o sistema da unidade consumidora individual, ele é constituído pelos condutores principais e deve possuir as seguintes características:

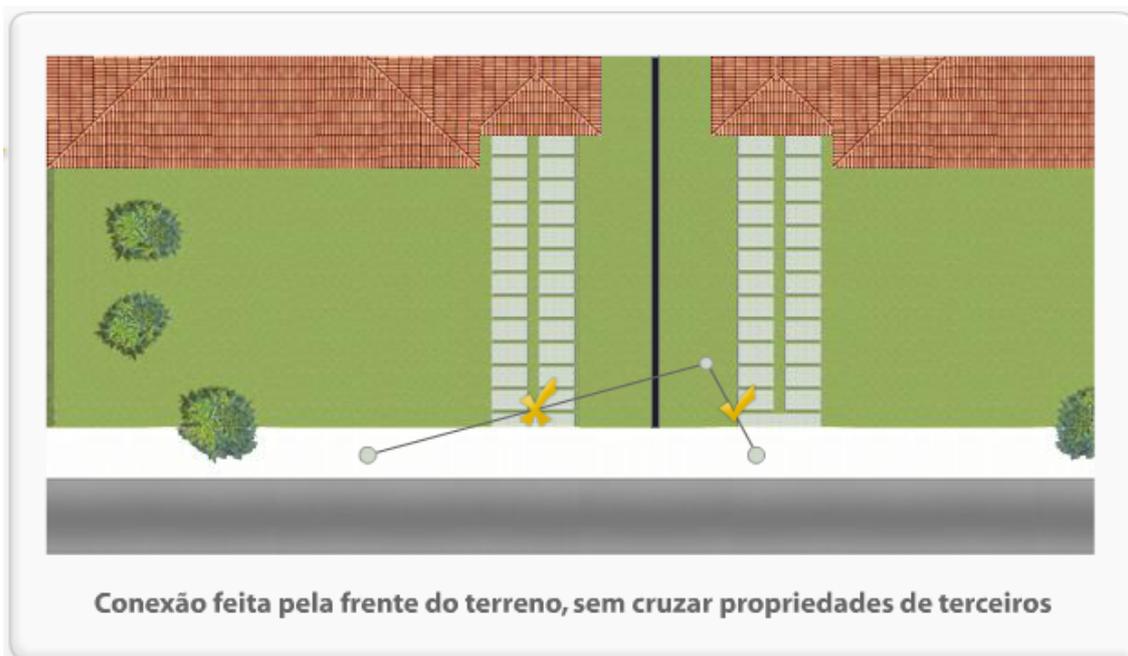
O ramal de ligação deve ser instalado em vão único sem emendas e com distancia máxima igual a 30 metros.



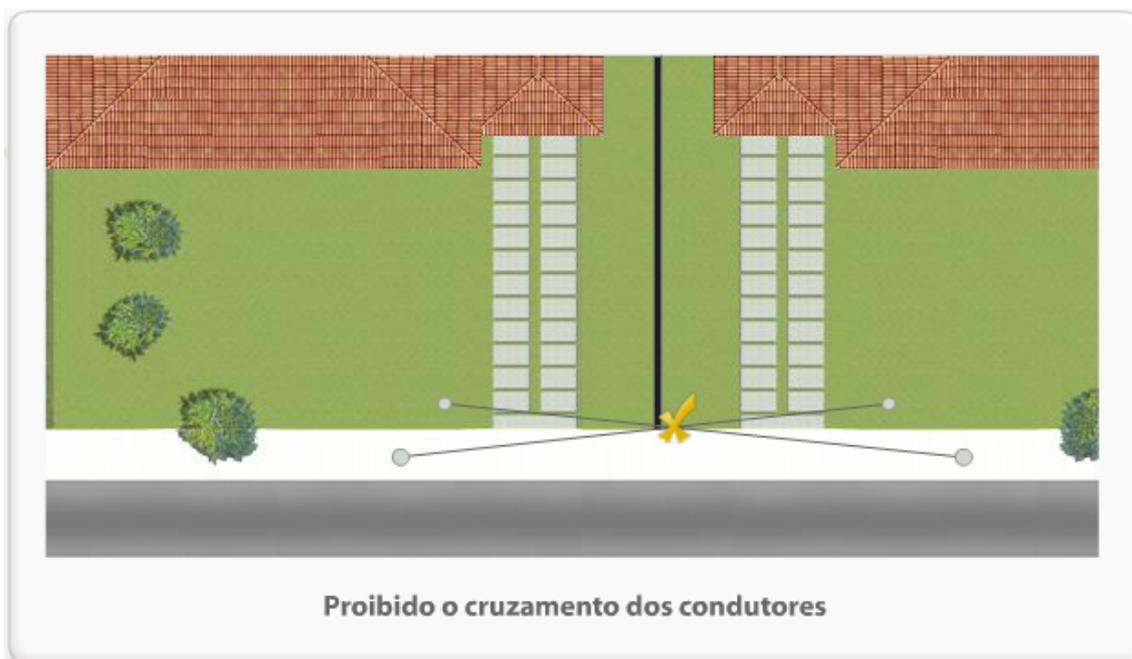
O ramal de ligação deve ser conectado pela frente do terreno não sendo



permitido atravessar propriedade de terceiros.

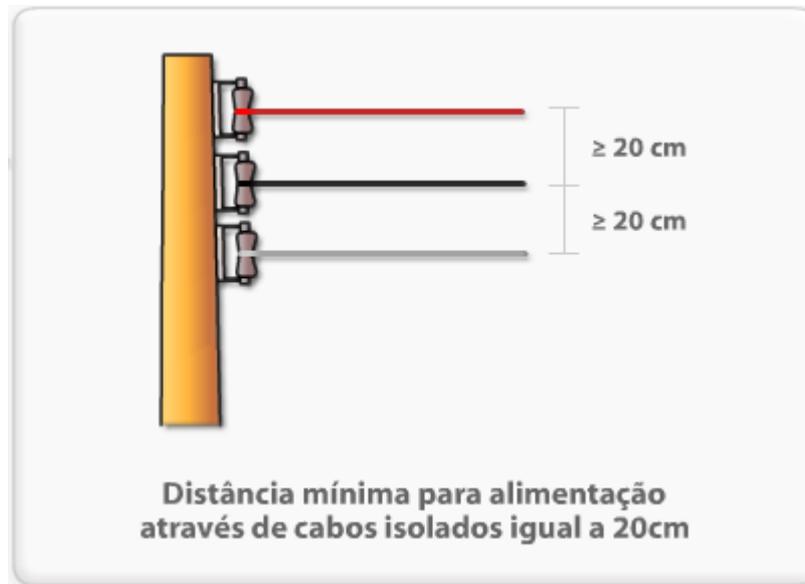


Não é permitido o cruzamento de um ramal de ligação com outro.





Caso o ramal de ligação seja conectado a unidade consumidora através de cabos isolados a distancia entre eles deverá ser de no mínimo 20 cm.



O ramal de ligação não pode ser acessível de janelas, sacadas, terraços, escadas, entre outros, mantendo as distancias mínimas a estes locais, sendo assim mantendo uma distancia mínima de 1,2 m de distancia horizontal e 2,5 m de distancia vertical.

O ramal de ligação deve respeitar as distancias mínimas verticais para as seguintes situações:

- Em locais acessíveis a veículos pesados a altura mínima da via até o ramal deverá ser de 5,5 m.

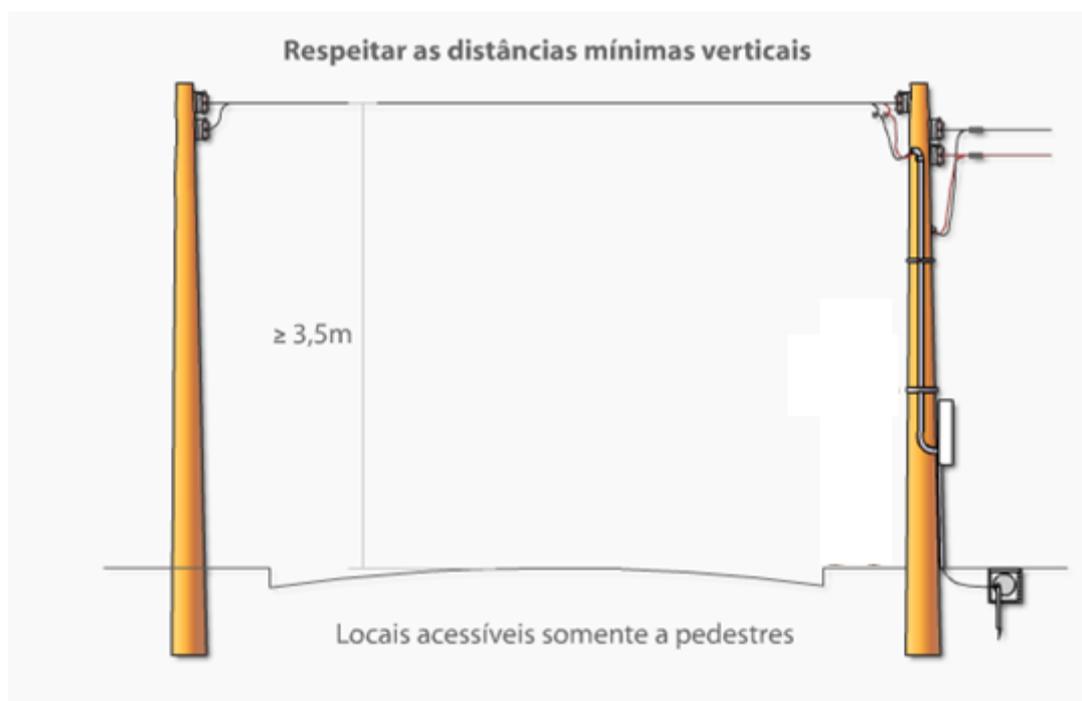


Em entradas de garagens residenciais, estacionamentos e outros locais não acessíveis a veículos pesados a altura mínima deverá ser de 4,5m.





Em locais acessíveis somente por pedestres a altura mínima deveria ser de 3,5 m.



A fixação do ramo de ligação deve ser feita através de isolador tipo roldana de porcelana ou vidro. O ramo alimentador deverá ser instalado em eletroduto de PVC rígido ou aço galvanizado, na travessia de vias em locais onde exista tráfego pesado o ramo de alimentação deverá ser colocado em eletroduto de aço galvanizado ou de PVC rígido protegido por placa de concreto para proteção mecânica.

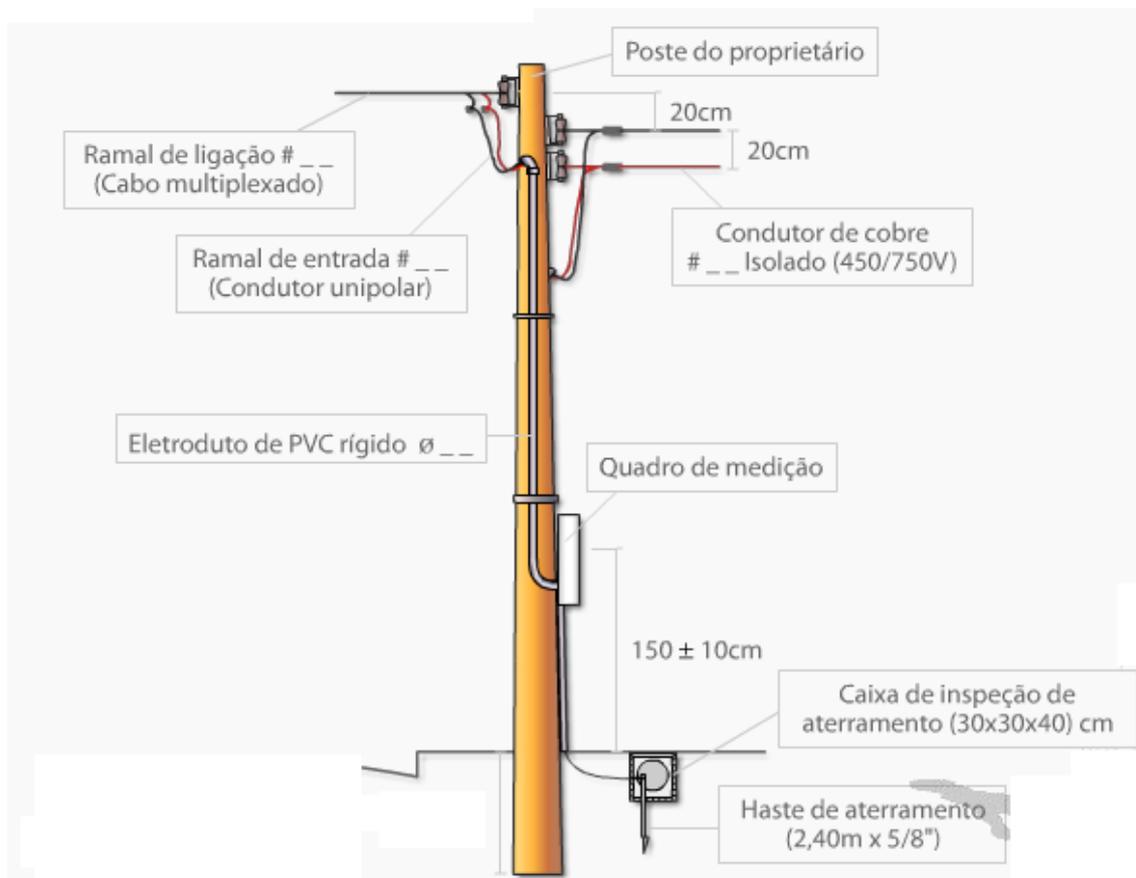
### 35 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES DA ENTRADA DE ENERGIA

Para dimensionar os condutores da entrada de energia deve ser observados os parâmetros de dimensionamento disponíveis nas normas de cada concessionária, tendo em vista as diferenças que existem entre elas, após determinar a carga instalada na edificação o projetista deve consultar as normas da concessionária e verificar o procedimento a ser adotado para dimensionar os condutores da entrada de energia.



### Detalhes da entrada de energia

Padrão de entrada de energia com ramal de ligação em cabo multiplexado (monofásico)



Neste tipo de entrada de energia a alimentação da rede é aérea utilizando cabo multiplexado de alumínio com medição em poste e saída aérea, a profundidade de engastamento do poste é calculada como sendo 10% da altura do poste mais 60cm.

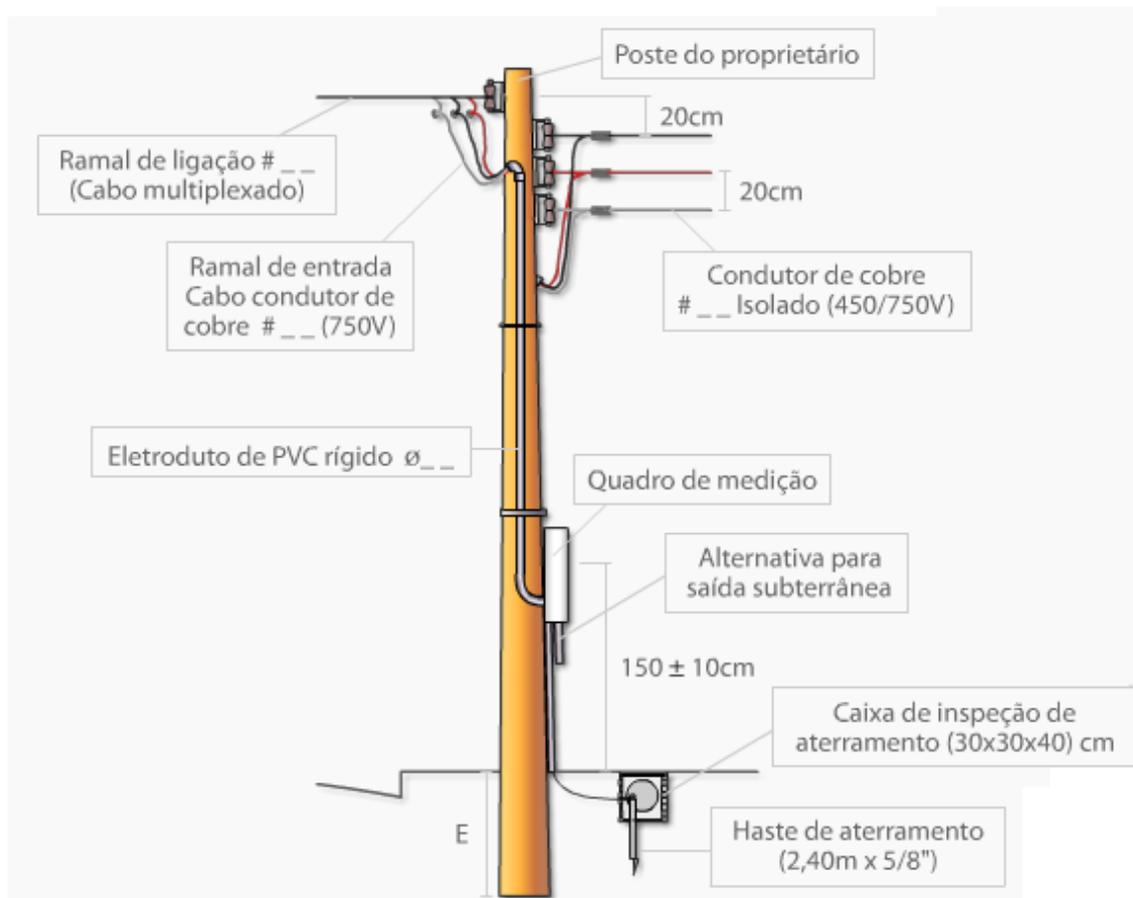
$$E = 0,1 H \text{ poste} + 60 \text{ cm (profundidade de embutimento do poste)}$$

Neste sistema sobre o poste são instalados os isoladores, o eletroduto de PVC rígido e o quadro de medição. O ramal de ligação se conecta ao poste passando pelo eletroduto e quadro de medição até ser distribuído para o consumo da unidade individual, também faz parte deste sistema o esquema de aterramento do quadro de medição. A saída do quadro de medição até o quadro de distribuição também pode ser feita através de eletroduto subterrâneo devendo ser utilizado condutor com isolação de 0,6 a 1KV, este padrão também



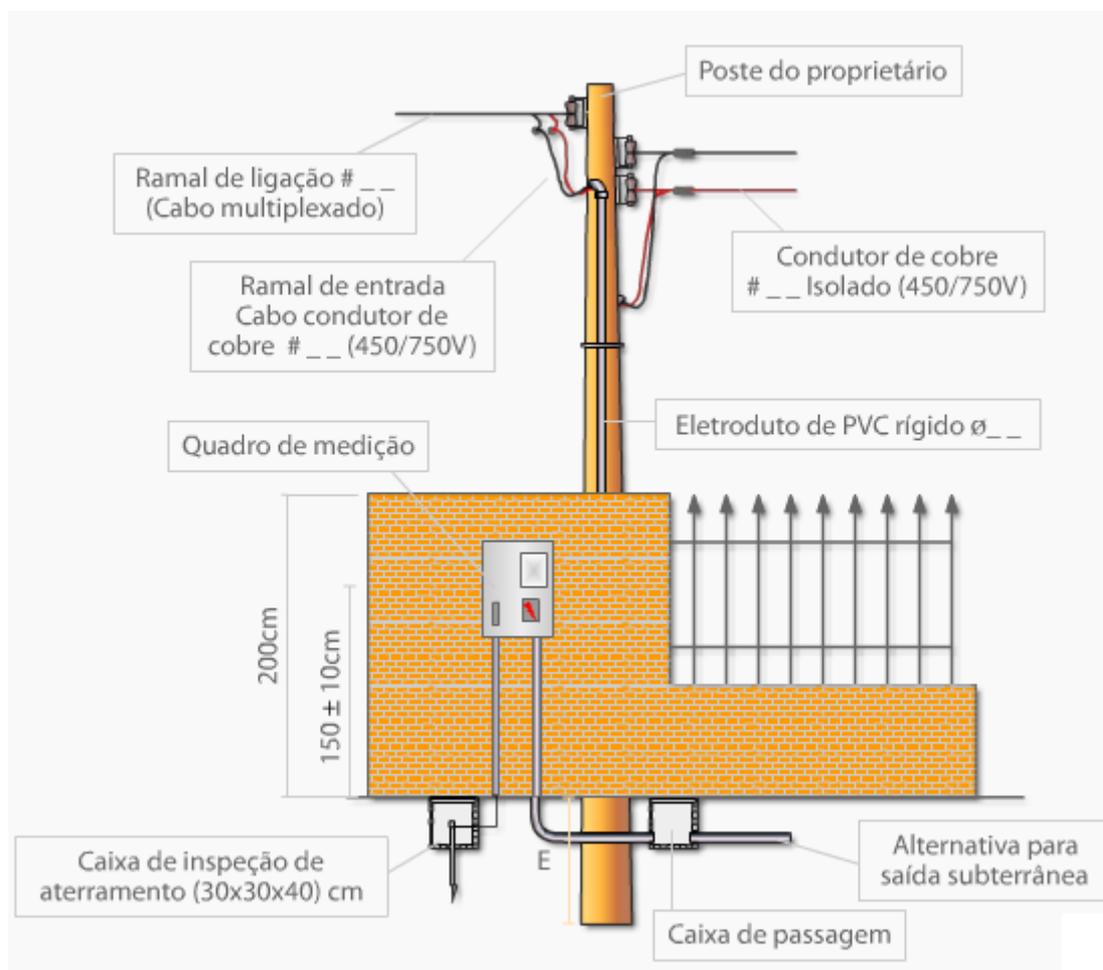
se aplicam aos sistemas bifásicos e trifásicos.

Padrão de entrada de energia com ramal de ligação em cabo multiplexado( bifásico)



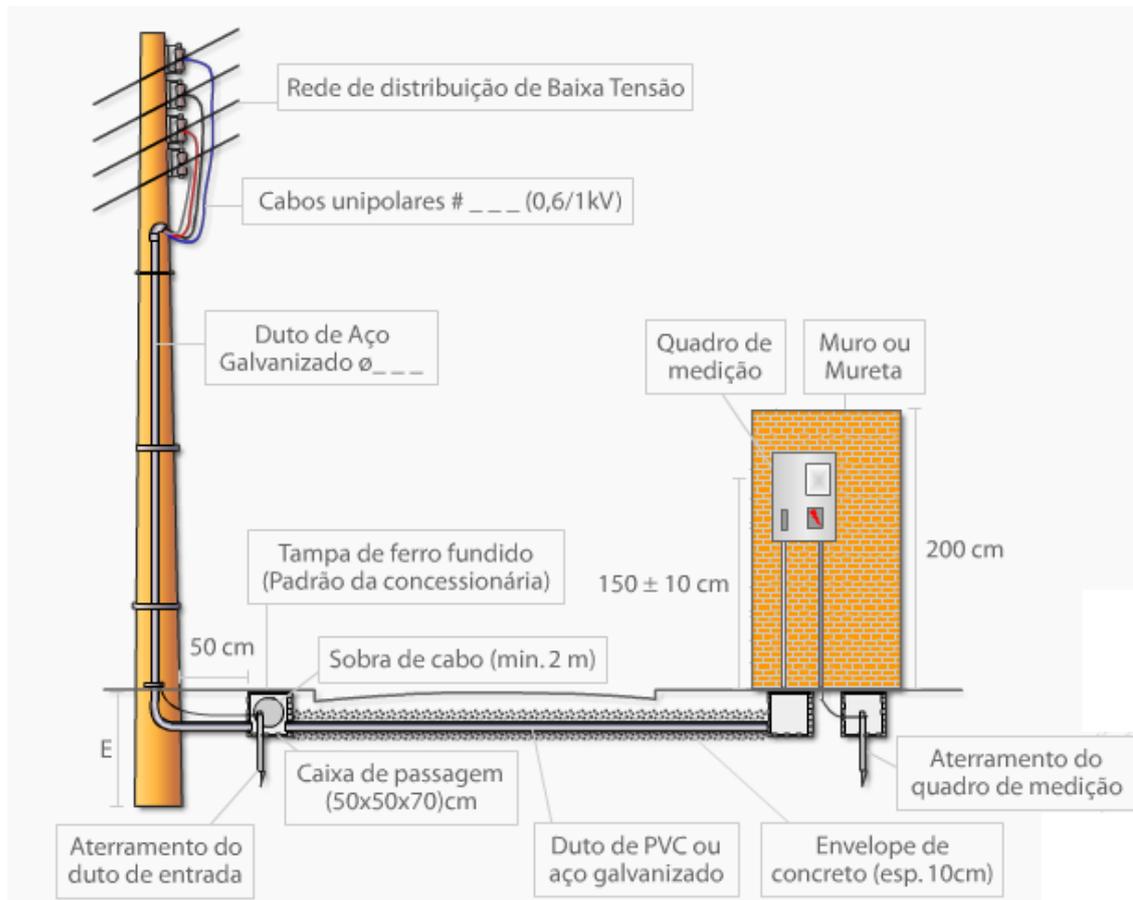
O padrão de entrada de energia para um sistema bifásico é idêntico ao monofásico, exceto pela quantidade de fases que neste sistema são duas. A entrada de energia é aérea utilizando cabo multiplexado de alumínio com medição no poste e saída aérea. Também pode ser utilizada entrada aérea e saída subterrânea, desde que o cabo a ser utilizado na saída subterrânea possua isolamento de 0,6 a 1KV. Este padrão de entrada deve ser utilizado quando estiver a uma distância maior que um metro da via pública.

Padrão de entrada de energia com ramal de ligação em cabo multiplexado com quadro de medição fixado em muro ou mureta.



Neste sistema a entrada de energia aérea utiliza cabo multiplexado de alumínio com medição em muro ou mureta, a saída pode ser aérea ou subterrânea sendo a caixa de medição instalada no limite da via pública, esta caixa deve ser do tipo LC (leitura de calçada), conforme comentado anteriormente quando a saída do quadro de medição até o quadro de distribuição for feita através de eletroduto subterrâneo o condutor utilizado deve possuir isolação de 0,6 a 1KV.

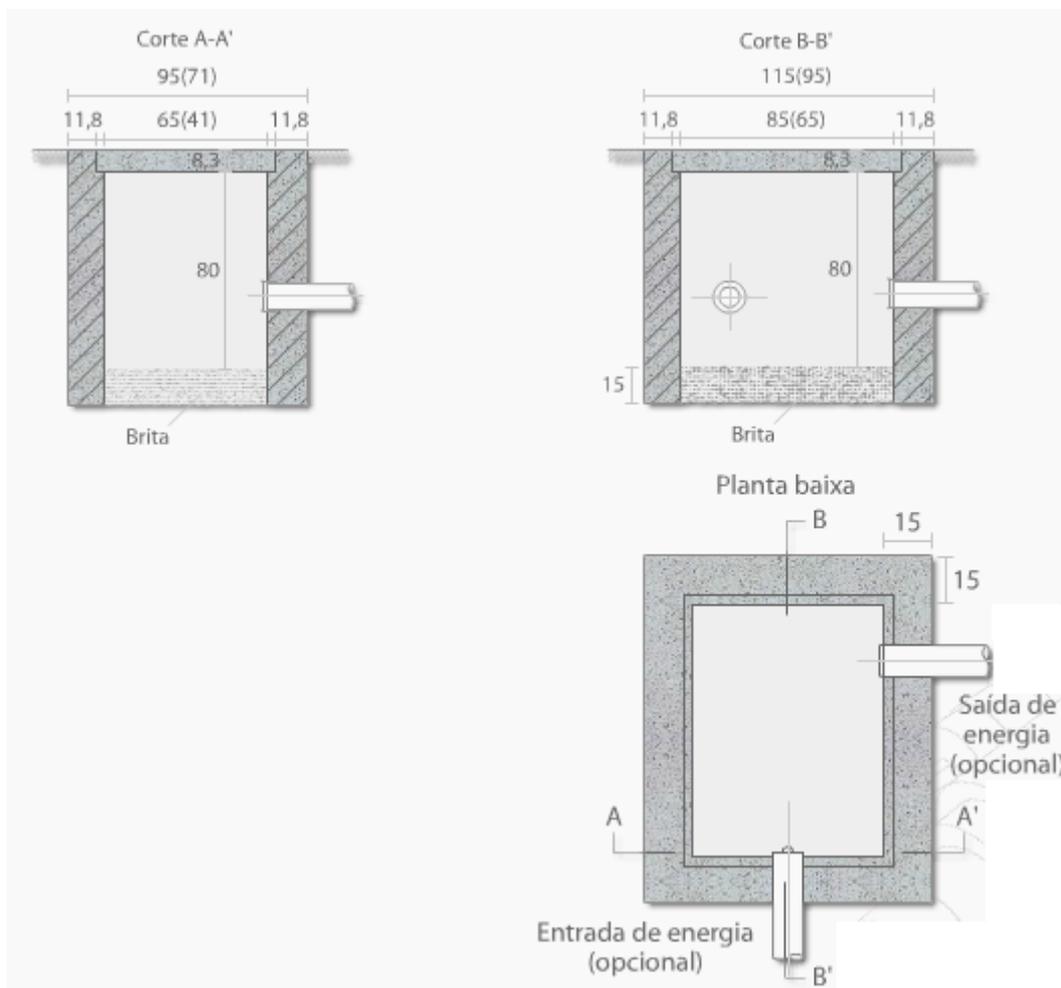
Padrão de entrada de energia subterrânea com quadro de medição fixado em muro ou mureta atravessando via pública



O padrão de entrada subterrâneo pode ser utilizado em sistemas monofásicos, bifásicos ou trifásicos, entretanto existem algumas concessionárias que não permitem este tipo de entrada quando for necessário que a tubulação subterrânea atravesse via pública. Para esse padrão de entrada são exigidos alguns componentes adicionais na instalação, tais como:

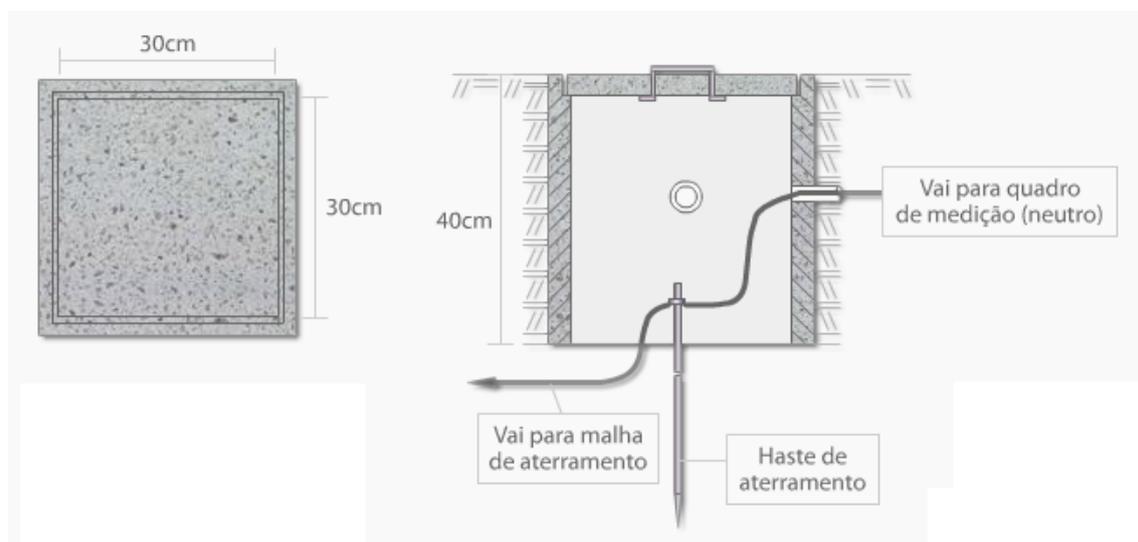
- Caixa de passagem com aterramento do duto de entrada;
- Duto de travessia da via pública.

A caixa de passagem se ser utilizada no padrão de entrada subterrâneo colocada junto ao poste deve ser construída conforme o detalhe abaixo:



As especificações deste elemento varia para cada uma das concessionárias de energia.

Já a caixa de inspeção de aterramento que também pode ser utilizada como caixa de passagem no interior da propriedade do consumidor deve seguir as especificações abaixo:

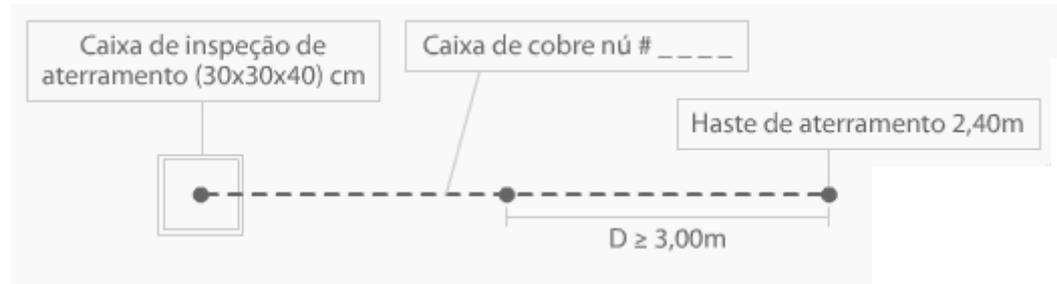


Além deste modelo pode-se utilizar a caixa circular de PVC com 40cm de profundidade e 30cm de diâmetro.



### **35 MALHA DE ATERRAMENTO**

De acordo com a NBR 5410/2004, a resistência de aterramento em sistemas de baixa tensão deve ser no máximo de  $25\Omega$ , caso a resistência desejada não seja atingida com apenas uma haste deve ser colocadas mais hastes em linha para atingir o valor determinado, ou até mesmo efetuar o tratamento do solo para diminuir a resistência de aterramento.



O dimensionamento da seção circular do condutor de aterramento é definido por cada concessionária em suas normas. O condutor de proteção a ser utilizado internamente na instalação pode ser derivado da haste de aterramento da entrada ou do barramento de equipotencialização conforme o tipo de aterramento utilizado.

## 36 ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

### 36.1 Introdução

A especificação dos equipamentos e materiais a serem utilizados na instalação elétrica de uma edificação deve atender a todos os requisitos técnicos estabelecidos pela ABNT, que possui normas específicas para cada componente. Ao fazer a especificação de cada equipamento o projetista deve informar todas as características técnicas, além de mencionar as normas aplicadas ao componente.

### 36.2 Especificação de condutores

Na especificação de um condutor deve ser definidos os seguintes parâmetros:

- Tipo de material utilizado para a fabricação do condutor, que pode ser cobre ou alumínio;
- Forma de construção do condutor, que pode ser rígido ou flexível, no caso de condutor flexível deve ser especificado o tipo de encordoamento;
- A área da seção transversal do condutor em mm<sup>2</sup>;
- O tipo de isolamento do condutor, PVC, EPR ou XLPE;
- Tensão de isolamento;
- Temperatura de operação em regime contínuo, temperatura máxima em sobrecarga e em curto-circuito;
- Norma de fabricação do condutor.

### 36.3 Especificação de disjuntores



Ao especificar um disjuntor o projetista deve informar as seguintes características do equipamento:

- O tipo de disjuntor: termomagnético, magnético ou térmico;
- A forma de carcaça do disjuntor: usualmente caixa moldada;
- O número de polos: , sendo unipolar, bipolar e tripolar;
- A tensão nominal de operação;
- A corrente nominal do disjuntor;
- Sua curva de atuação: B, C ou D;
- A capacidade de interrupção do dispositivo;
- A sua norma de fabricação.

### **37 ESPECIFICAÇÃO DE ELETRODUTOS CORRUGADOS E DE PVC RÍGIDO**

A NBR 5410, não define de modo específico o tipo de duto a ser utilizado para instalações elétricas embutidas, em suas prescrições a norma apenas determina que o eletroduto deve:

- Suportar os esforços mecânicos aos quais será submetido;
- Possuir características elétricas adequadas a sua utilização;

A NBR 15465/2008, normaliza a fabricação de dutos corrugados para a utilização em instalações elétricas, além das características normalizadas, e de não propagarem chamas, os dutos corrugados devem possuir resistência mecânica de 320N / 5cm. Estão disponíveis no mercado, dutos flexíveis com resistência de até 750N / 5cm, para utilização em locais sujeitos a maiores esforços mecânicos.

Os eletrodutos de PVC rígido rosqueavel, por sua vez podem ser utilizados em instalações elétricas onde os esforços mecânicos são bastante elevados, seu



uso também é recomendado em instalações subterrâneas, pois são imunes aos elementos nocivos existentes do solo e não oxidam quando instalados em ambientes agressivos. Os eletrodutos de PVC são fabricados em três categorias:

- Leve
- Médio
- Pesado
- 

Estes devem ser escolhidos em função da resistência mecânica desejada do componente.

### **38 ESPECIFICAÇÃO DE QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO**

Para especificar adequadamente um quadro de distribuição, devem ser informados os seguintes dados:

- Tipo de material utilizado na fabricação do quadro: termoplástico ou chapa de aço;
- Forma de instalação do elemento; embutido ou sobreposto;
- Índice de proteção: (IP) ;
- Numero de disjuntores que serão instalados no quadro;
- A existência ou não de barramento;
- As normas de fabricação do quadro.

**Exemplo:** Especificação de um quadro de distribuição: Quadro de distribuição termoplástico antichama, para embutir em alvenaria, grau de proteção IP 40, para instalação de 16 disjuntores unipolares, com barramento trifásico, barramento de neutro e barramento de terra, conforme normas NBR IEC 60.439-3 e NBR IEC 60.670-1.



### **39 ESPECIFICAÇÃO DE CAIXAS DE PASSAGEM**

As caixas de passagem são utilizadas normalmente para mudança de direção dos circuitos, e derivação dos condutores em função da distancia entre os pontos a serem alimentados, estas caixas devem possuir algumas características elétricas para que possam oferecer segurança aos usuários da instalação. Ao especificar uma caixa de passagem devem ser definidos os seguintes parâmetros:

- Tipo de material utilizado para a fabricação: termoplástico ou chapa de aço;
- A forma de instalação: Embutidas ou sobrepostas;
- As dimensões do elemento;
- Índice de proteção: (IP);
- Modo de fixação da tampa;
- As normas de fabricação do componente.

**Exemplo-** Especificação de uma caixa de passagem: Caixa de passagem termoplástica, para embutir ou sobrepor antichama, com dimensões 310x330x75mm, grau de proteção IP 40, com tampa fixada através de parafusos, conforme NBR IEC 60.670-1.

### **40 ESPECIFICAÇÃO DE CAIXAS PARA A INSTALAÇÃO DE TOMADAS E INTERRUPTORES**

As caixas para a instalação de interruptores e tomadas normalmente são retangulares ou quadradas, nas dimensões de 2x4", ou 4x4".

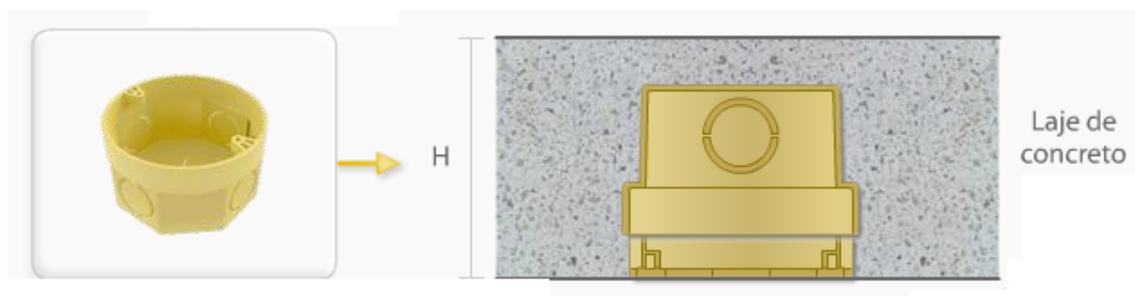


Em alguns casos também são utilizadas como caixas de passagem onde é feita a derivação de circuitos e mudanças de direção na tubulação. Ao especificar as caixas para a instalação de tomadas e interruptores, os seguintes parâmetros devem ser definidos:

- Tipo de material utilizado para a fabricação: termoplástico ou chapa de aço;
- Forma de instalação: geralmente embutida;
- Dimensões do elemento;
- Modo de fixação da tampa;
- Normas de fabricação do componente.

#### 41 ESPECIFICAÇÃO DE CAIXA PARA INSTALAÇÃO EM LAGE

As caixas colocadas nas lajes para a instalação de luminárias no teto ,tem formato octogonal com diâmetro usual de 4". Em determinadas situações é necessário que as caixas possuam uma profundidade maior, devendo neste caso sendo utilizada caixa com anel de deslizante, de modo a ajustar a altura do componente.





**REFERÊNCIAS**

MARKUS, O. **Circuitos elétricos:** corrente contínua e corrente alternada. 9. ed. São Paulo: Érica, 2011. Bibliografia

CAPUANO, F. G.; MARINO, M. A. M. **Laboratório de eletricidade e eletrônica.** 24. ed. São Paulo: Érica, 2007.