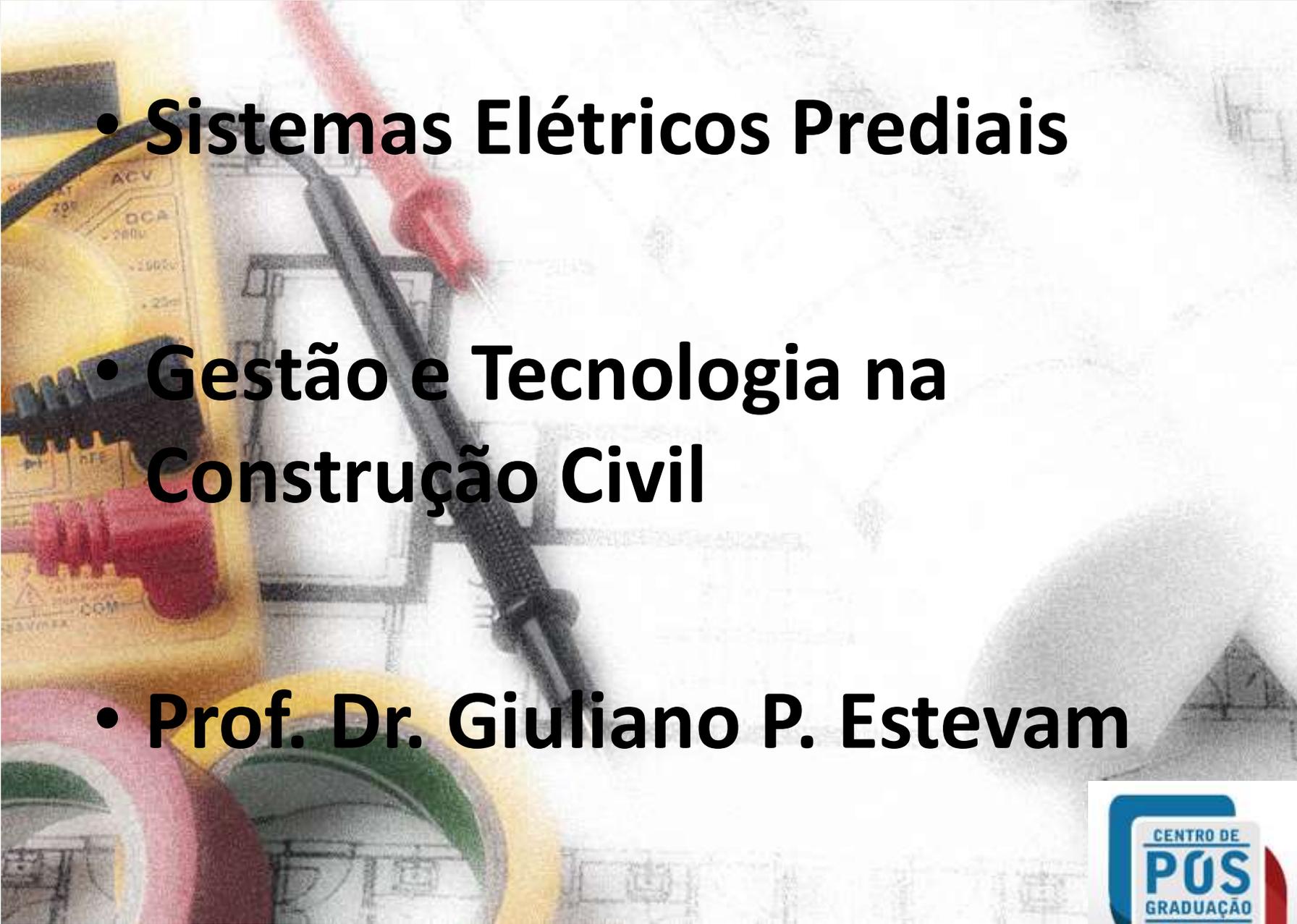


- 
- **Sistemas Elétricos Prediais**
  - **Gestão e Tecnologia na Construção Civil**
  - **Prof. Dr. Giuliano P. Estevam**

# Mini Currículo

- **Graduação em Engenharia Elétrica pela Escola de Engenharia de Lins (1995), graduação em Licenciatura em Física pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2006), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1998) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2008) e MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Atualmente é professor titular – Unisalesiano nos cursos de Engenharia Elétrica, Mecânica e Computação, Diretor da FACULDADE DE TECNOLOGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO - FATEC ARAÇATUBA e Diretor técnico - ELECTROENGE SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, atuando principalmente nas áreas de fontes de energia, qualidade de energia e projetos de aterramento e SPDA.**

# Objetivos

## Gerais

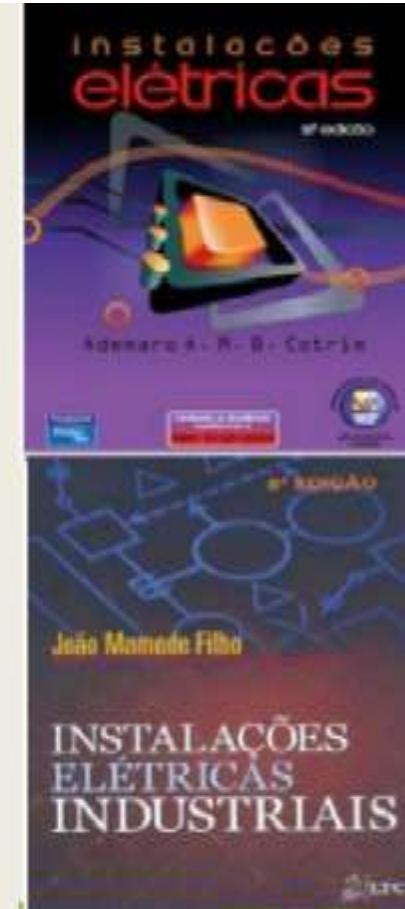
Oferecer ao aluno conhecimentos necessários para o dimensionamento do projeto de instalações elétricas prediais de baixa tensão, conforme norma ABNT.

## Específicos

Estudo sobre as recomendações na norma NBR5410 em relação a fator de potência, relação de cargas e iluminação. projetos para instalações elétricas de baixa tensão, estudar circuitos elétricos de distribuição de energia nas edificações, conhecer e compreender as metodologias usadas no dimensionamento de circuitos de força e de iluminação e aplicar princípios normatizados.

# Referências Bibliográficas

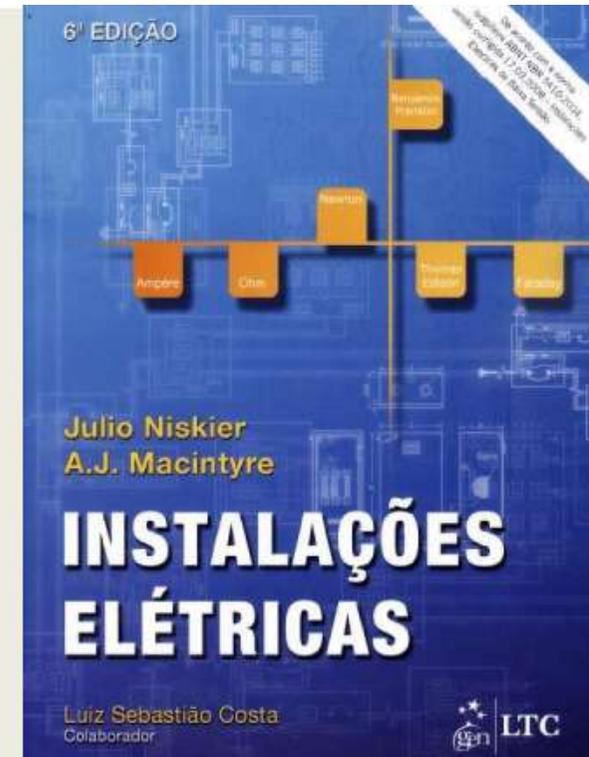
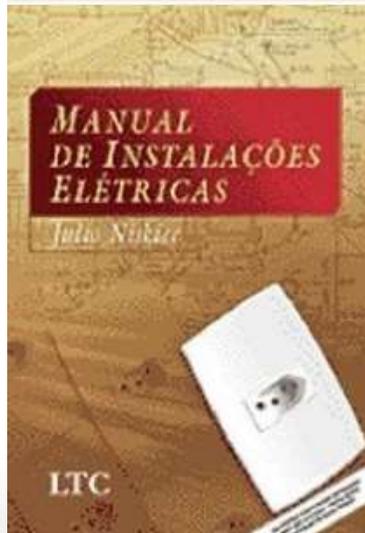
- Instalações Elétricas
  - Cotrim, Ademaro Alberto M, B.
  - Ed. Prentice Hall
  - 5ª edição/2009.
  
- Instalações Elétricas Industriais
  - Mamede, F, João.
  - Ed. LTC
  - 8ª edição/2010.



# Referências Bibliográficas

- Instalações Elétricas

- Niskier J.
- Ed. LTC
- 6ª edição/2013.



- Manual de Instalações Elétricas

- Ed. LTC

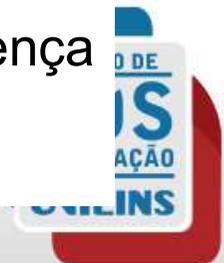


# INTRODUÇÃO ÀS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS

# NORMAS APLICADAS ÀS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

## **ABNT NBR 5410**

A NBR-5410 é a norma que estipula as condições adequadas para o funcionamento usual e seguro das instalações elétricas de baixa tensão, ou seja, até 1000V em tensão alternada e 1500V em tensão contínua. Esta norma é aplicada principalmente em instalações prediais, públicas, comerciais, etc. Para o profissional da área funciona como um guia, sobre o que se deve ou não fazer, ela traz um texto diferenciado explicando e colocando regras em instalações de baixa tensão, e faz grande diferença conhecê-la e acima de tudo aplicá-la.



# NORMAS APLICADAS ÀS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

## **ABNT NBR 5419**

Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas, é a norma que trata dentre outros importantes assunto do SPDA (sistemas de proteção contra descargas atmosféricas). Seu campo de aplicação é definido na própria norma em seu capítulo 1. Esta Norma fixa as condições exigíveis ao projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) de estruturas, bem como de pessoas e instalações no seu aspecto físico dentro do volume protegido.



# NORMAS APLICADAS ÀS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

## ABNT NR10

A NR10 (norma regulamentadora 10) que tem como título, SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE, é uma norma que tem como caráter regulamentar todos os serviços que envolvam eletricidade e seus riscos, além de garantir a saúde e segurança dos que estejam envolvidos direta e indiretamente nestas atividades e serviços.





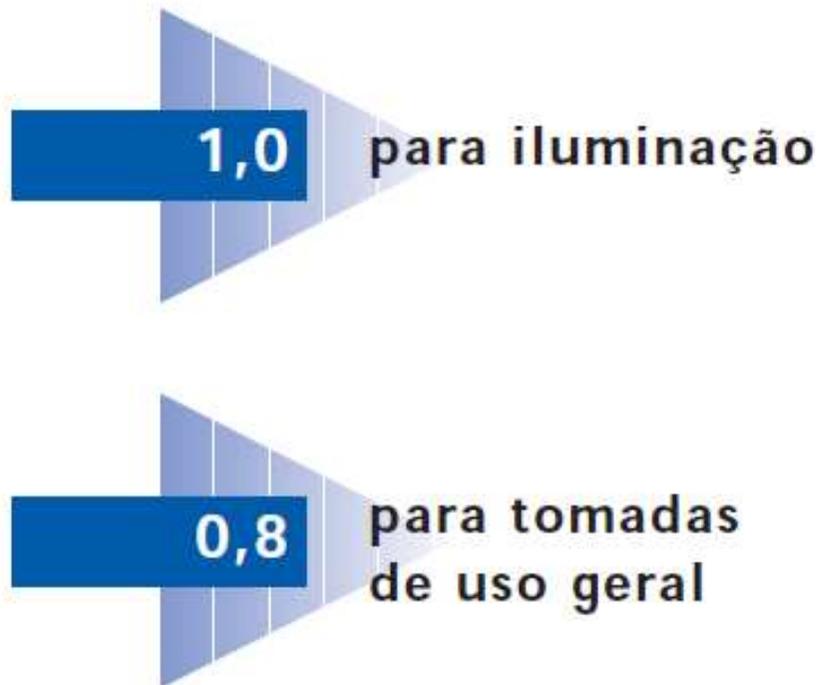
# Recomendações da NBR5410

# FATOR DE POTÊNCIA

Sendo a potência ativa uma parcela da potência aparente, pode-se dizer que ela representa uma porcentagem da potência aparente que é transformada em potência mecânica, térmica ou luminosa.

**A esta porcentagem dá-se o nome de fator de potência.**

Nos projetos elétricos residenciais, desejando-se saber o quanto da potência aparente foi transformada em potência ativa, aplica-se os seguintes valores de fator de potência:



## Exemplos

potência de iluminação (aparente) =  
**660 VA**

fator de potência a ser aplicado =  
**1**

potência ativa de iluminação (W) =  
 **$1 \times 660 \text{ VA} = 660 \text{ W}$**

potência de tomada de uso geral =  
**7300 VA**

fator de potência a ser aplicado =  
**0,8**

potência ativa de tomada de uso geral =  
 **$0,8 \times 7300 \text{ VA} = 5840 \text{ W}$**

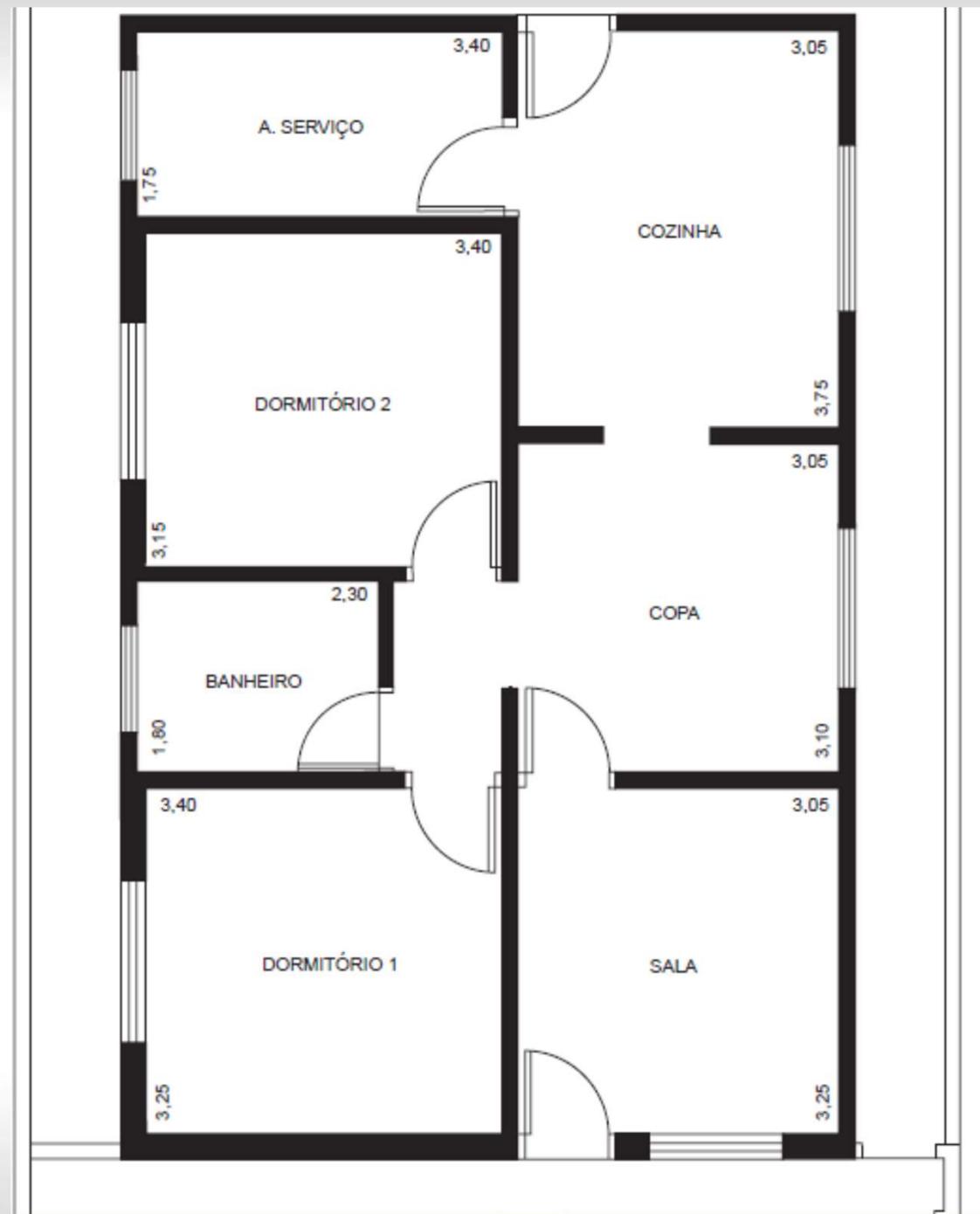
Quando o fator de potência é igual a 1, significa que toda potência aparente é transformada em potência ativa. Isto acontece nos equipamentos que só possuem resistência, tais como: chuveiro elétrico, torneira elétrica, lâmpadas incandescentes, fogão elétrico, etc.



O levantamento das potências é feito mediante uma previsão das potências (cargas) mínimas de iluminação e tomadas a serem instaladas, possibilitando, assim, determinar a potência total prevista para a instalação elétrica residencial.

# Tabela de Previsão de Cargas

Dependência	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Iluminação (VA)	TUG (quant.)	TUE (quant.)	Potência TUG	Potência TUE



## RECOMENDAÇÕES DA NBR 5410 PARA O LEVANTAMENTO DA CARGA DE ILUMINAÇÃO

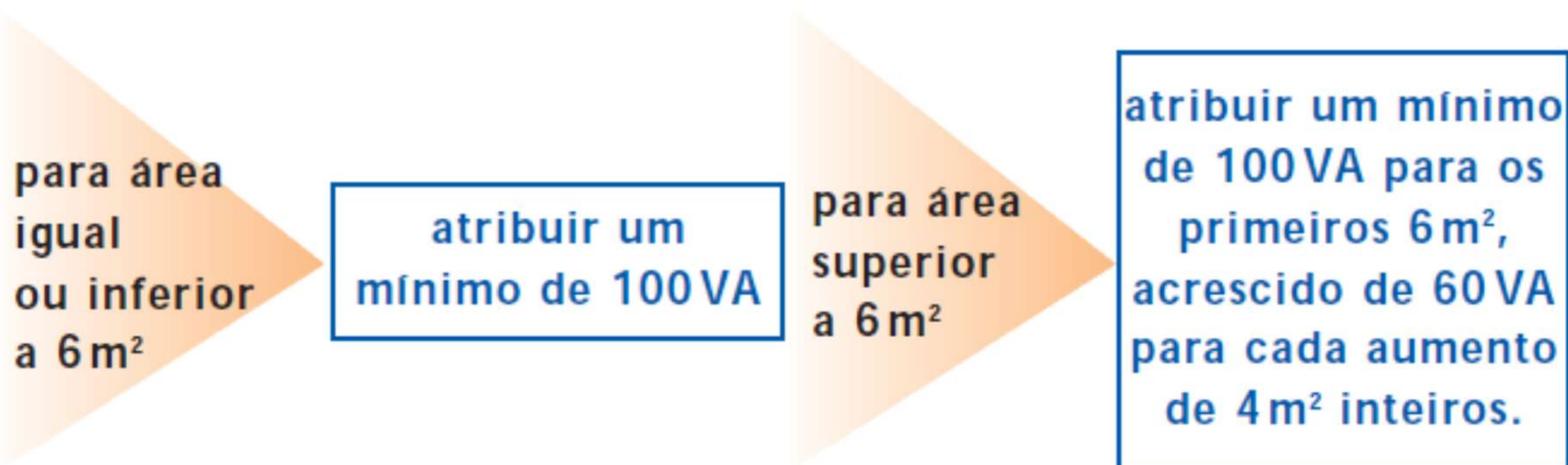
### 1. Condições para se estabelecer a quantidade mínima de pontos de luz.

prever pelo menos um  
ponto de luz no teto,  
comandado por um  
interruptor de parede.

arandelas no banheiro  
devem estar distantes,  
no mínimo, 60 cm  
do limite do boxe.

## 2. Condições para se estabelecer a potência mínima de iluminação.

A carga de iluminação é feita em função da área do cômodo da residência.



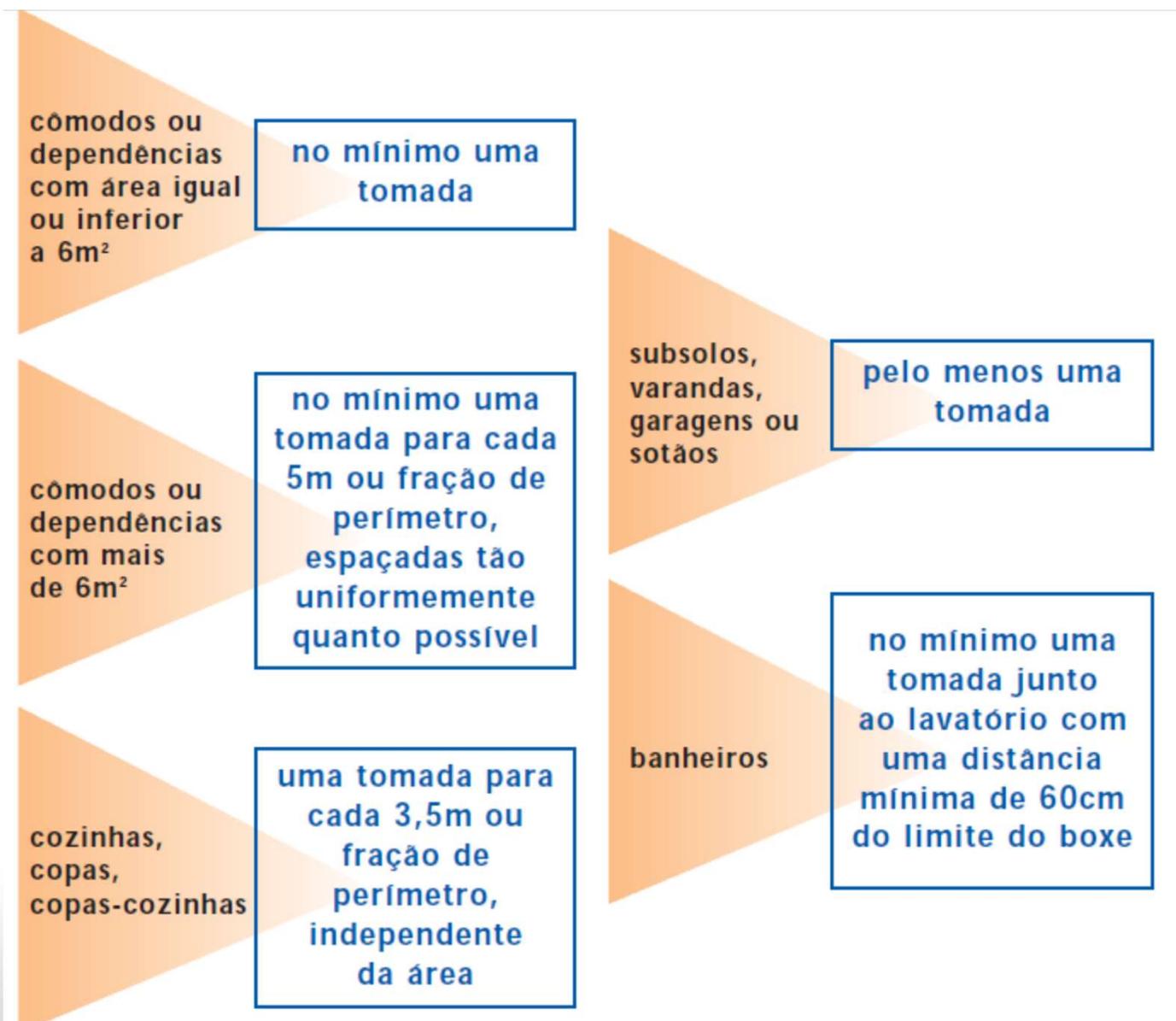
**NOTA:** a NBR 5410 não estabelece critérios para iluminação de áreas externas em residências, ficando a decisão por conta do projetista e do cliente.

Prevendo a carga de iluminação da planta residencial utilizada para o exemplo, temos:

Dependência	Dimensões área (m <sup>2</sup> )	Potência de iluminação (VA)	
sala	$A = 3,25 \times 3,05 = 9,91$	$9,91\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + \cancel{3,91\text{m}^2}$   100VA	100 VA
copa	$A = 3,10 \times 3,05 = 9,45$	$9,45\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + \cancel{3,45\text{m}^2}$   100VA	100 VA
cozinha	$A = 3,75 \times 3,05 = 11,43$	$11,43\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + \cancel{1,43\text{m}^2}$         100VA + 60VA	160 VA
dormitório 1	$A = 3,25 \times 3,40 = 11,05$	$11,05\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + \cancel{1,05\text{m}^2}$         100VA + 60VA	160 VA

dormitório 2	$A = 3,15 \times 3,40 = 10,71$	$10,71\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + \cancel{0,71\text{m}^2}$            100VA + 60VA	160 VA
banho	$A = 1,80 \times 2,30 = 4,14$	$4,14\text{m}^2 \Rightarrow 100\text{VA}$	100 VA
área de serviço	$A = 1,75 \times 3,40 = 5,95$	$5,95\text{m}^2 \Rightarrow 100\text{VA}$	100 VA
hall	$A = 1,80 \times 1,00 = 1,80$	$1,80\text{m}^2 \Rightarrow 100\text{VA}$	100 VA
área externa	—	—	100 VA

# Recomendações da NBR 5410 - TUGS



## TOMADAS DE USO GERAL (TUG's)

Não se destinam à ligação de equipamentos específicos e nelas são sempre ligados: aparelhos móveis ou aparelhos portáteis.



## Condições para se estabelecer a potência mínima de tomadas de uso geral (TUG's).

banheiros,  
cozinhas, copas,  
copas-cozinhas,  
áreas de serviço,  
lavanderias  
e locais  
semelhantes

- atribuir, no mínimo, 600 VA por tomada, até 3 tomadas.
- atribuir 100 VA para os excedentes.

demais  
cômodos  
ou  
dependências

- atribuir, no mínimo, 100 VA por tomada.

## **Condições para se estabelecer a quantidade de tomadas de uso específico (TUE's).**

A quantidade de TUE's é estabelecida de acordo com o número de aparelhos de utilização que sabidamente vão estar fixos em uma dada posição no ambiente.

### **TOMADAS DE USO ESPECÍFICO (TUE's)**

São destinadas à ligação de equipamentos fixos e estacionários, como é o caso de:



CHUVEIRO



TORNEIRA ELÉTRICA



SECADORA DE ROUPA



**NOTA:** quando usamos o termo "tomada" de uso específico, não necessariamente queremos dizer que a ligação do equipamento à instalação elétrica irá utilizar uma tomada. Em alguns casos, a ligação poderá ser feita, por exemplo, por ligação direta (emenda) de fios ou por uso de conectores.

Condições para se estabelecer a potência de tomadas de uso específico (TUE's).

**Atribuir a potência nominal do equipamento a ser alimentado.**

**Conforme o que foi visto:**

Para se prever a carga de tomadas é necessário, primeiramente, prever a sua quantidade. Essa quantidade, segundo os critérios, é estabelecida a partir do cômodo em estudo, fazendo-se necessário ter:

- ou o valor da área
- ou o valor do perímetro
- ou o valor da área e do perímetro

Os valores das áreas dos cômodos da planta do exemplo já estão calculados, faltando o cálculo do perímetro onde este se fizer necessário, para se prever a quantidade mínima de tomadas.

## Estabelecendo a quantidade mínima de tomadas de uso geral e específico:

Dependência	Dimensões		Quantidade mínima	
	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	TUG's	TUE's
sala	9,91	3,25x2 + 3,05x2 = 12,6	5 + 5 + 2,6 (1 1 1) = 3	—
copa	9,45	3,10x2 + 3,05x2 = 12,3	3,5 + 3,5 + 3,5 + 1,8 (1 1 1 1) = 4	—
cozinha	11,43	3,75x2 + 3,05x2 = 13,6	3,5 + 3,5 + 3,5 + 3,1 (1 1 1 1) = 4	1 torneira elétr. 1 geladeira
dormitório 1	11,05	3,25x2 + 3,40x2 = 13,3	5 + 5 + 3,3 (1 1 1) = 3	—
dormitório 2	10,71	3,15x2 + 3,40x2 = 13,1	5 + 5 + 3,1 (1 1 1) = 3	—
banho	4,14	<b>OBSERVAÇÃO</b> Área inferior a 6m <sup>2</sup> : não interessa o perímetro	1	1 chuveiro elétr.
área de serviço	5,95		2	1 máquina lavar roupa
hall	1,80		1	—
área externa	—	—	—	—

## Prevendo as cargas de tomadas de uso geral e específico.

Dependência	Dimensões		Quantidade		Previsão de Carga	
	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	TUG's	TUE's	TUG's	TUE's
sala	9,91	12,6	4*	—	4x100VA	—
copa	9,45	12,3	4	—	3x600VA 1x100VA	—
cozinha	11,43	13,6	4	2	3x600VA 1x100VA	1x5000W (torneira) 1x500W (geladeira)
dormitório 1	11,05	13,3	4*	—	4x100VA	—
dormitório 2	10,71	13,1	4*	—	4x100VA	—
banho	4,14	—	1	1	1x600VA	1x5600W (chuveiro)
área de serviço	5,95	—	2	1	2x600VA	1x1000W (máq.lavar)
hall	1,80	—	1	—	1x100VA	—
área externa	—	—	—	—	—	—

**Obs.: (\*) nesses cômodos, optou-se por instalar uma quantidade de TUG's maior do que a quantidade mínima calculada anteriormente.**

Dependência	Dimensões		Potencia de iluminação (VA)	TUG's		TUE's	
	Área (m²)	Perímetro (m)		Quantidade	Potencia (VA)	Discriminação	Potencia (W)
sala	9,91	12,6	100	4	400	—	—
copa	9,45	12,3	100	4	1900	—	—
cozinha	11,43	13,6	160	4	1900	torneira geladeira	5000 500
dormitório 1	11,05	13,3	160	4	400	—	—
dormitório 2	10,71	13,1	160	4	400	—	—
banho	4,14	—	100	1	600	chuveiro	5600
área de serviço	5,95	—	100	2	1200	maq. lavar	1000
hall	1,80	—	100	1	100	—	—
área externa	—	—	100	—	—	—	—
<b>TOTAL</b>	—	—	<b>1080VA</b>	—	<b>6900VA</b>	—	<b>12100W</b>

potência aparente

potência ativa

## LEVANTAMENTO DA POTÊNCIA TOTAL

Cálculo da  
potência ativa  
de iluminação  
e tomadas  
de uso geral  
(TUG's)

Potência de iluminação  
1080 VA

Fator de potência a ser  
adotado = 1,0

$$1080 \times 1,0 = 1080 \text{ W}$$

Potência de tomadas de uso  
geral (TUG'S) - 6900 VA

Fator de potência a ser  
adotado = 0,8

$$6900 \text{ VA} \times 0,8 = 5520 \text{ W}$$

Cálculo  
da  
potência  
ativa  
total

potência ativa  
de iluminação: 1080 W

potência ativa  
de TUG's: 5520 W

potência ativa  
de TUE's:  $\frac{12100 \text{ W}}{18700 \text{ W}}$

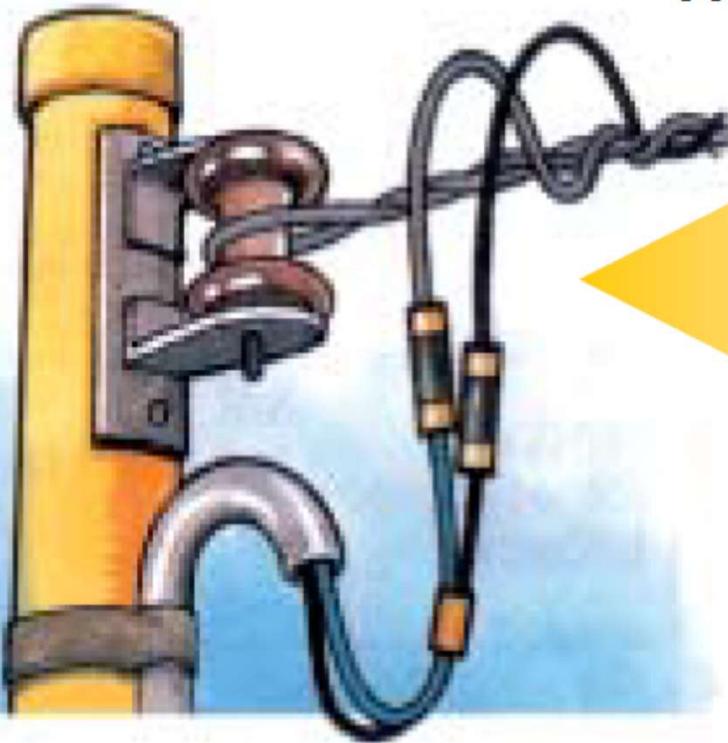
**Em função da potência ativa total prevista para a residência é que se determina:  
o tipo de fornecimento, a tensão de alimentação e o padrão de entrada.**



# Tipos de Fornecimento e Tensão

Nas áreas de concessão da ELEKTRO, se a potência ativa total for:

**Até 12000 W**



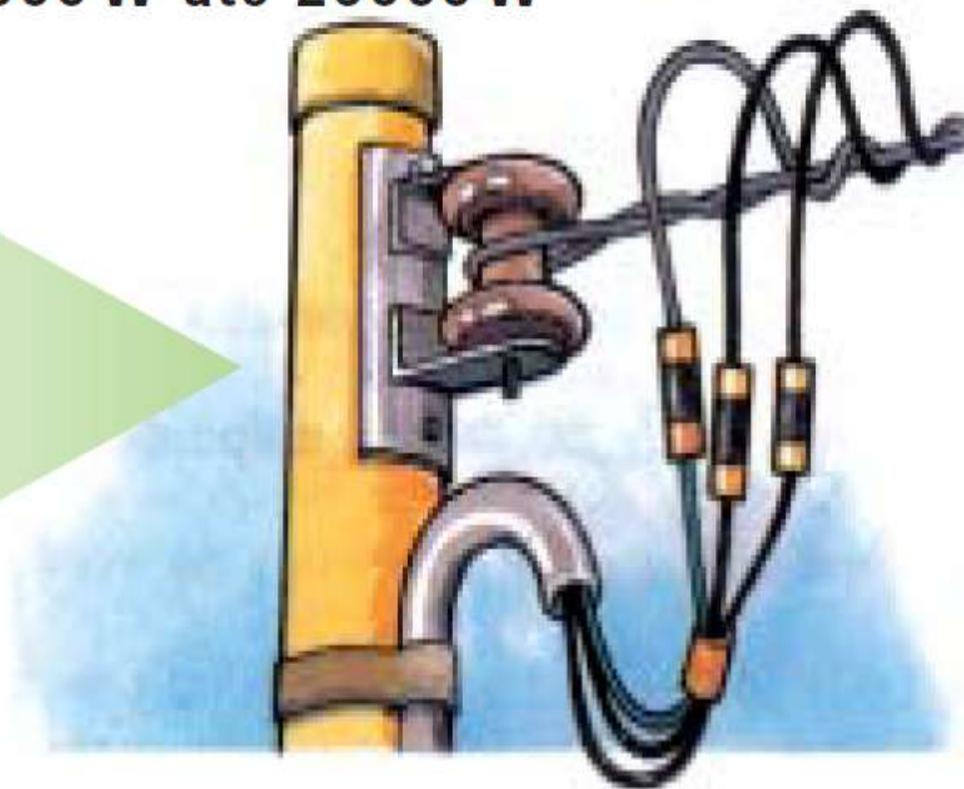
**Fornecimento monofásico**

- feito a dois fios:  
uma fase e um neutro
- tensão de 127V

# Tipos de Fornecimento e Tensão

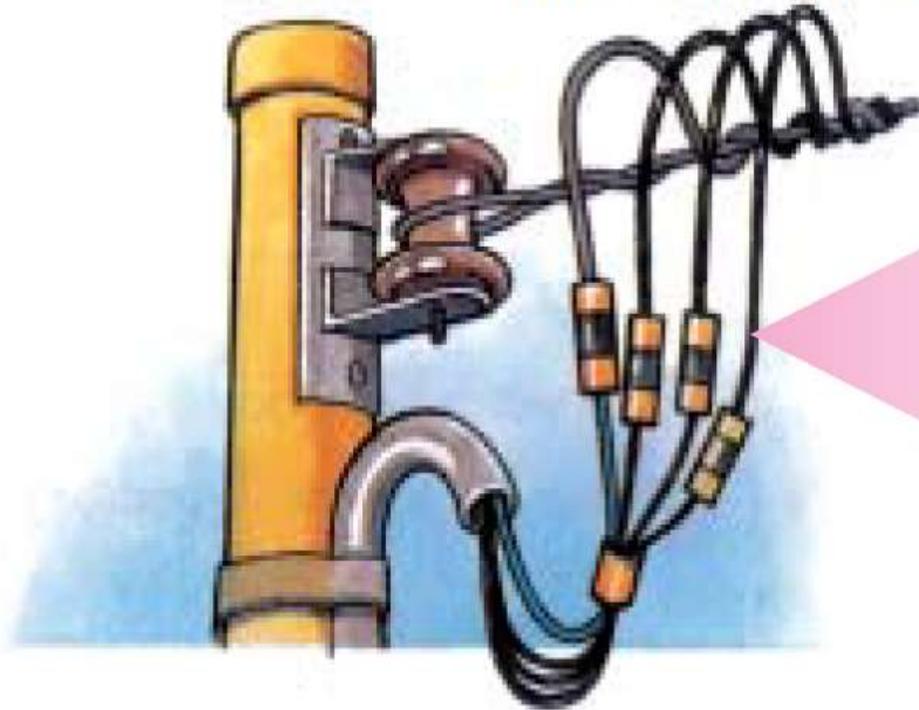
Acima de 12000 W até 25000 W

- Fornecimento bifásico
- feito a três fios: duas fases e um neutro
  - tensões de 127V e 220V



# Tipos de Fornecimento e Tensão

Acima de 25000 W até 75000 W



Fornecimento trifásico

- feito a quatro fios:  
três fases e um neutro
- tensões de 127 V e 220 V

No exemplo, a potência ativa total foi de:

**18700 W**

**Portanto:  
fornecimento  
bifásico, pois  
fica entre  
12000 W  
e 25000 W.**

**Sendo  
fornecimento  
bifásico**

**têm-se  
disponíveis  
dois valores  
de tensão:  
127 V e 220 V.**

**Uma vez determinado  
o tipo de fornecimento,  
pode-se determinar  
também o padrão  
de entrada.**

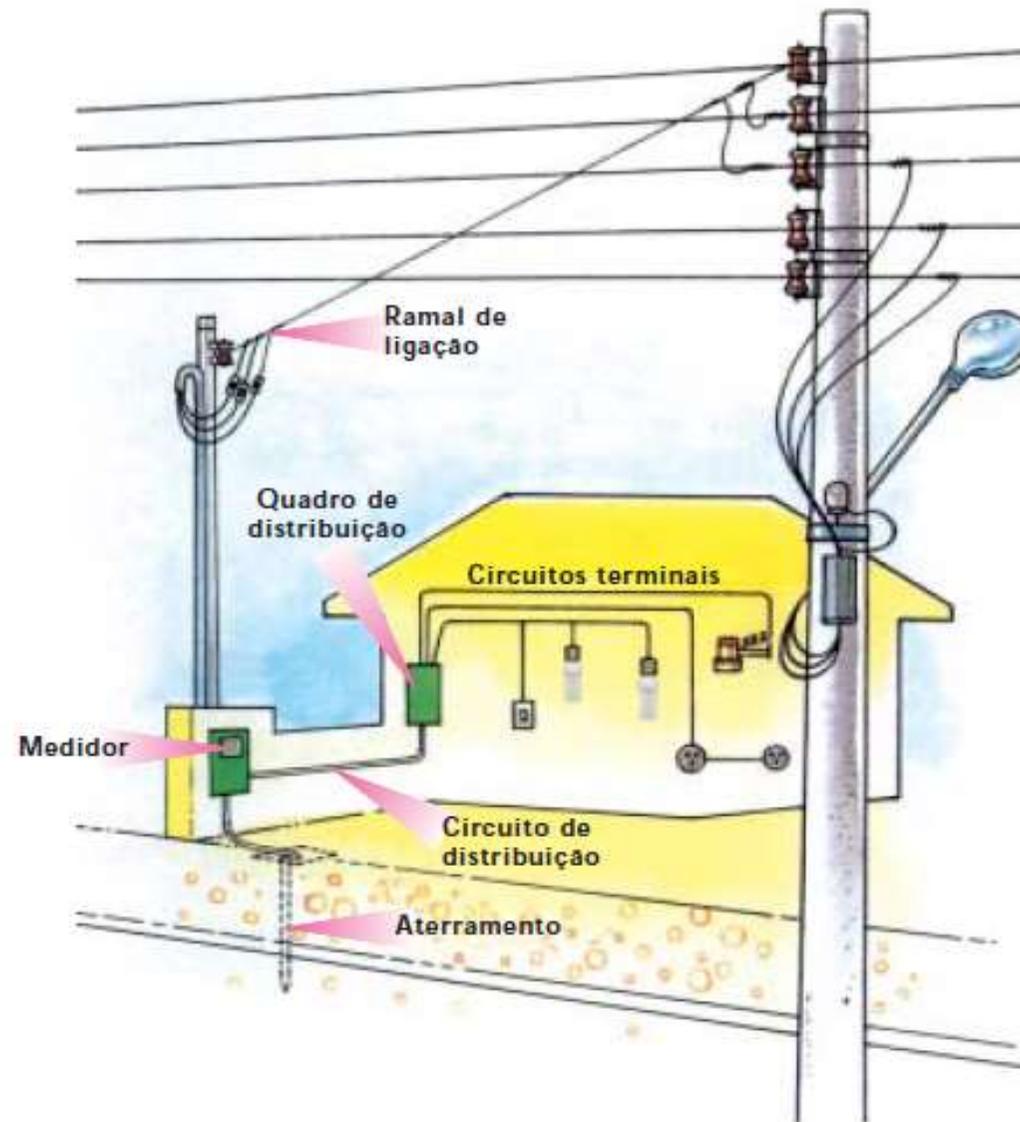
Voltando ao exemplo:

Conseqüentemente:

**Potência ativa  
total:  
18700 watts  
Tipo de  
fornecimento:  
bifásico.**

**O padrão de  
entrada deverá  
atender ao  
fornecimento  
bifásico.**

## REDE PÚBLICA DE BAIXA TENSÃO



# Quadro de distribuição

O que vem a ser quadro de distribuição?

Quadro de distribuição é o centro de distribuição de toda a instalação elétrica de uma residência.

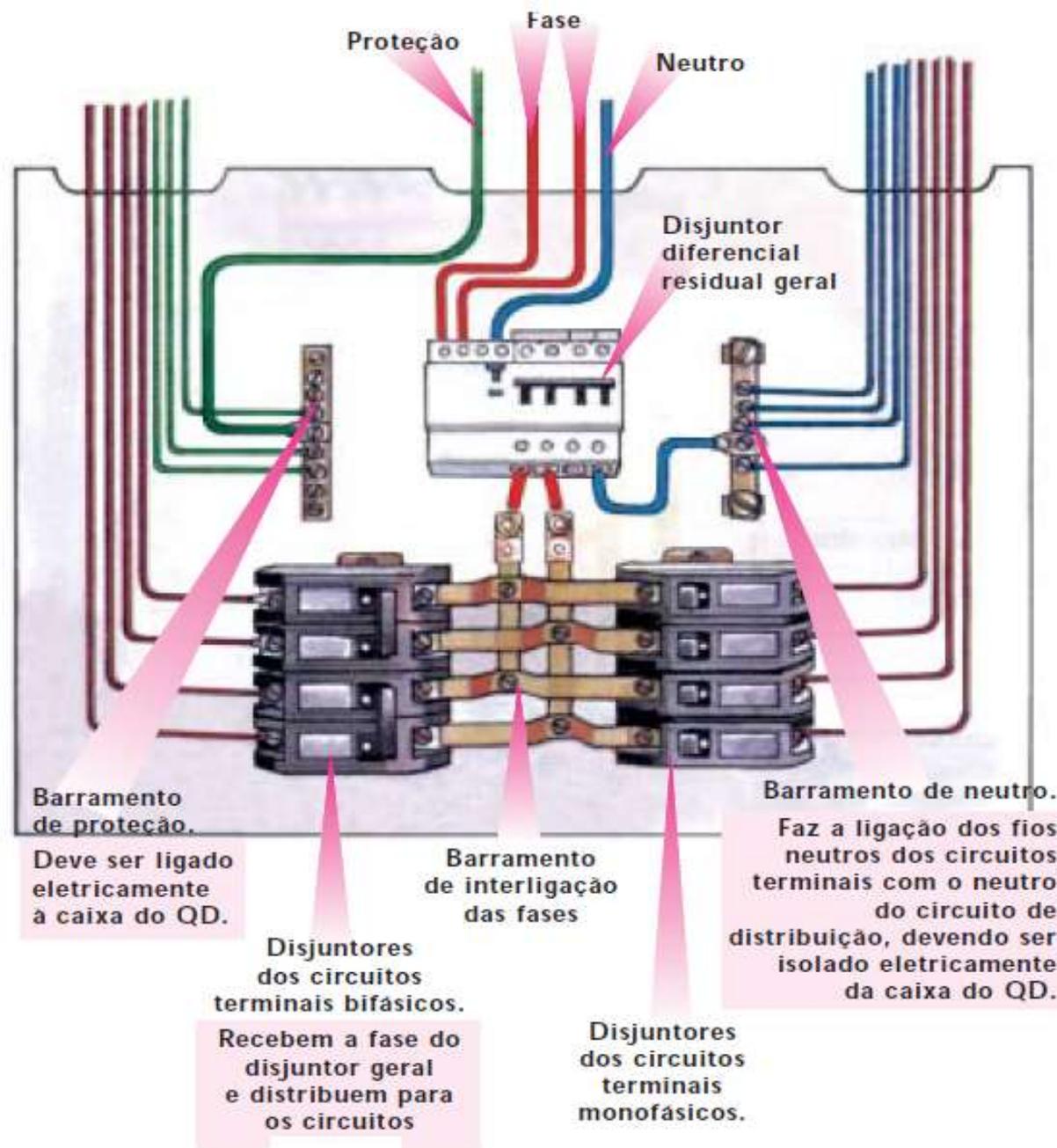
Ele é o centro de distribuição, pois: recebe os fios que vêm do medidor.

nele é que se encontram os dispositivos de proteção.



dele é que partem os circuitos terminais que vão alimentar diretamente as lâmpadas, tomadas e aparelhos elétricos.





# Disjuntores Termoeletricos

permitem  
manobra manual

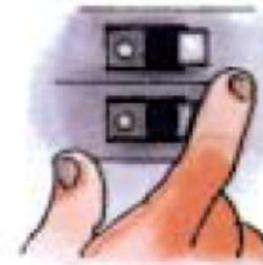


Operando-o como  
um interruptor,  
secciona somente o  
circuito necessário  
numa eventual  
manutenção.

Os disjuntores termomagnéticos têm a mesma  
função que as chaves fusíveis. Entretanto:

O fusível se queima  
necessitando ser trocado

O disjuntor desliga-se  
necessitando religá-lo

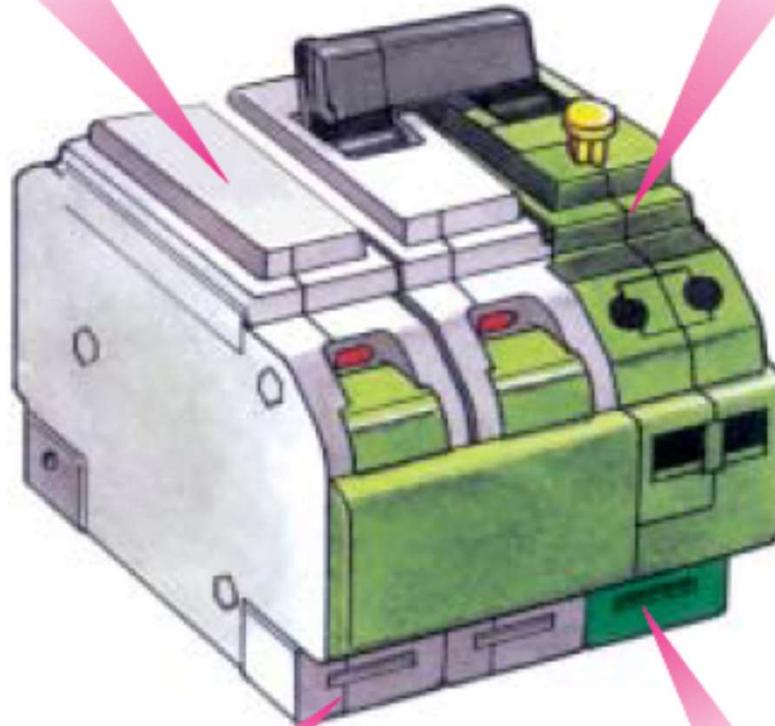


# Disjuntor Diferencial Residual

a do disjuntor  
termomagnético

e

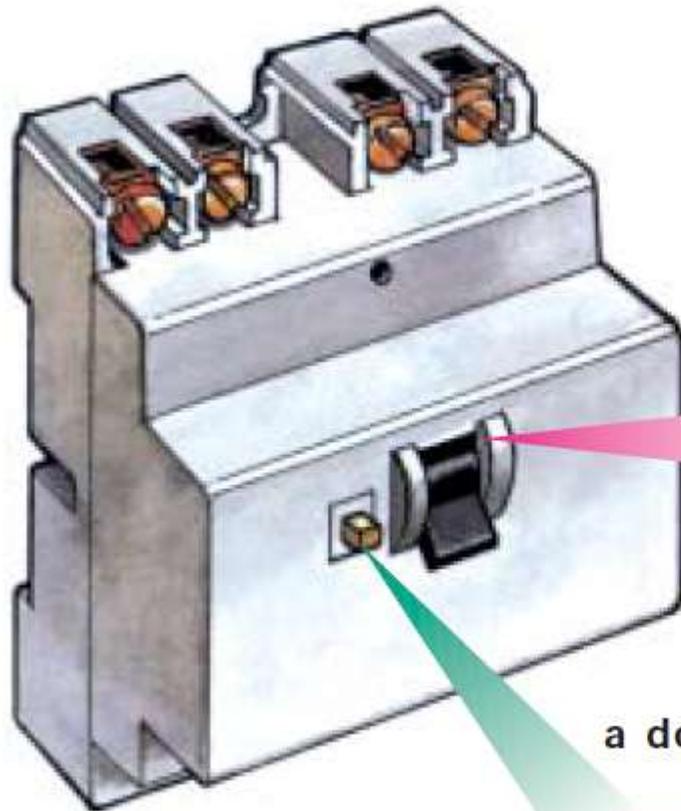
a do dispositivo  
diferencial residual



protege os fios do  
circuito contra  
sobrecarga e  
curto-circuito

protege as pessoas  
contra choques  
elétricos provocados  
por contatos diretos  
e indiretos

# Interruptor Diferencial Residual



a do interruptor

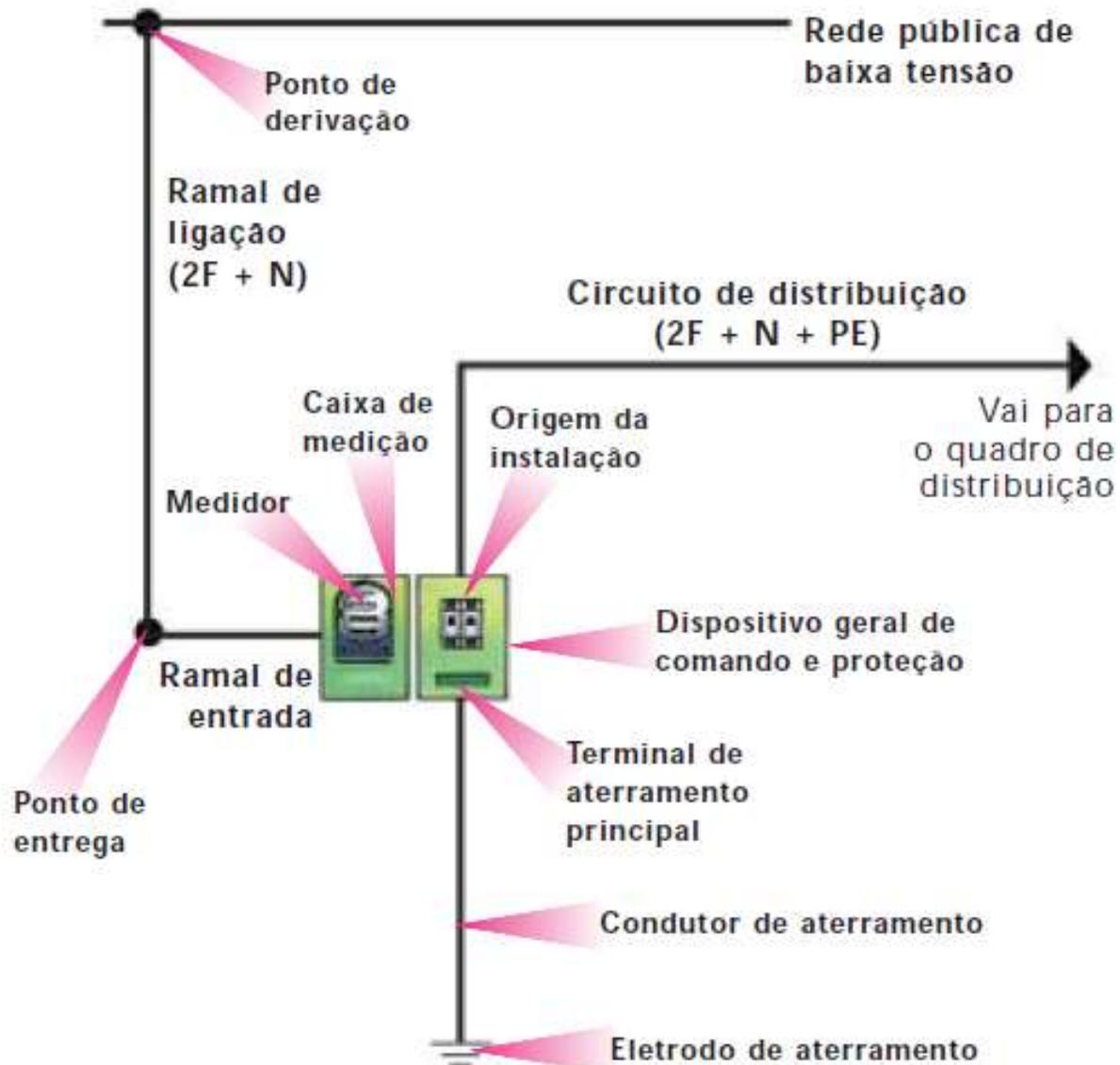
que liga e desliga,  
manualmente,  
o circuito

a do dispositivo diferencial  
residual (interno)

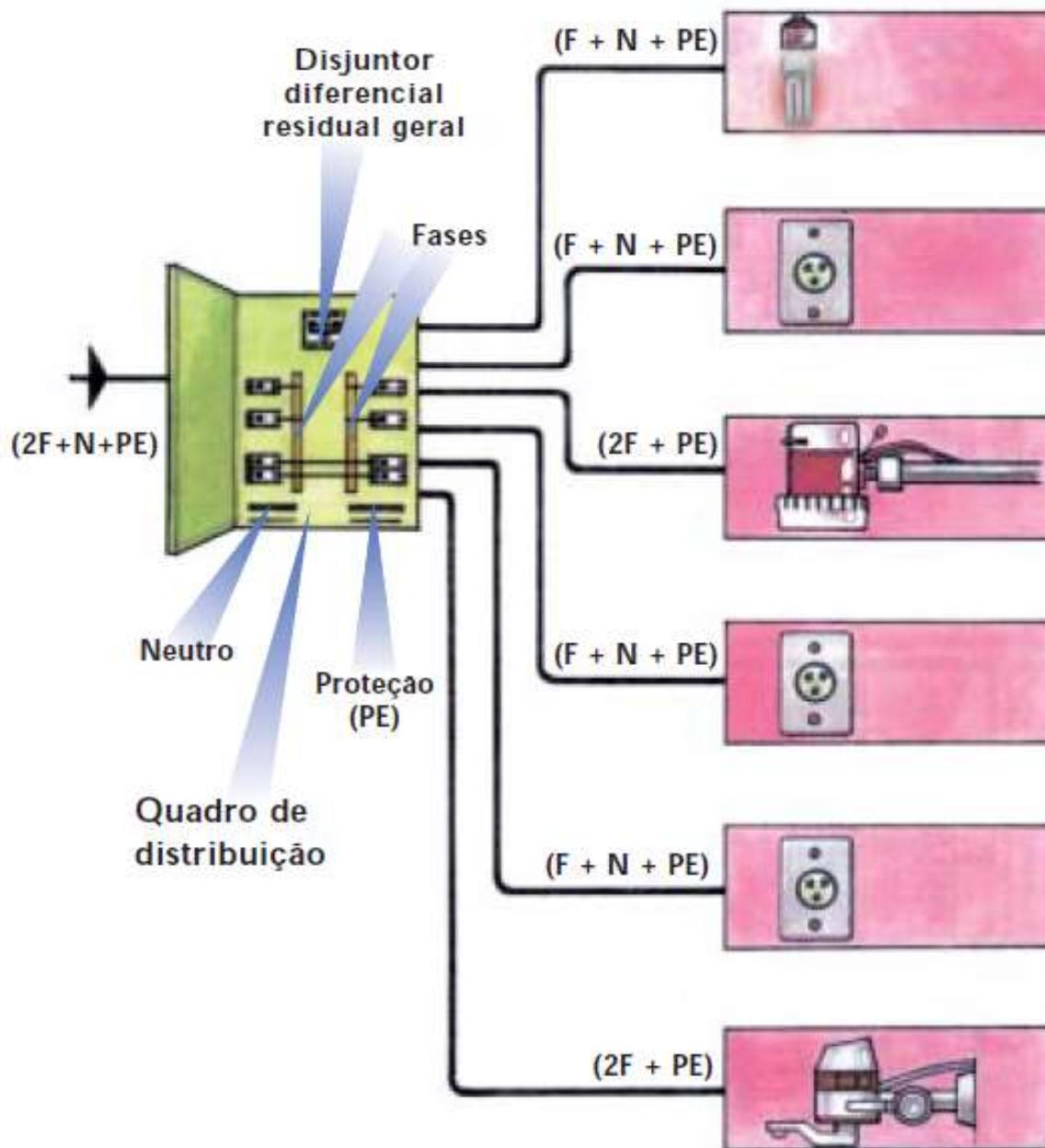
que protege as pessoas  
contra choques elétricos  
provocados por contatos  
diretos e indiretos

# Circuito de Distribuição

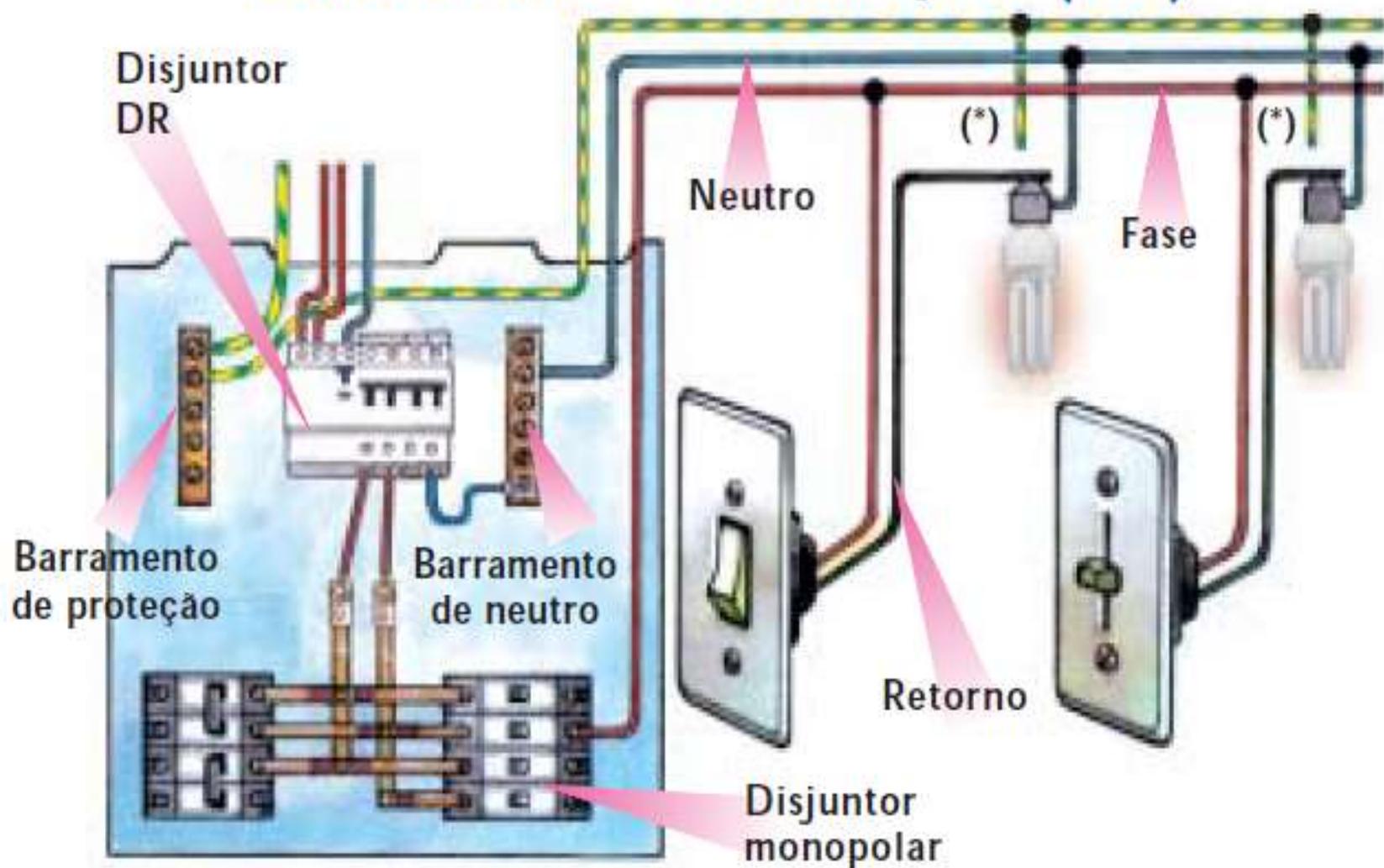
Liga o quadro do medidor ao quadro de distribuição.



# Circuitos Terminais

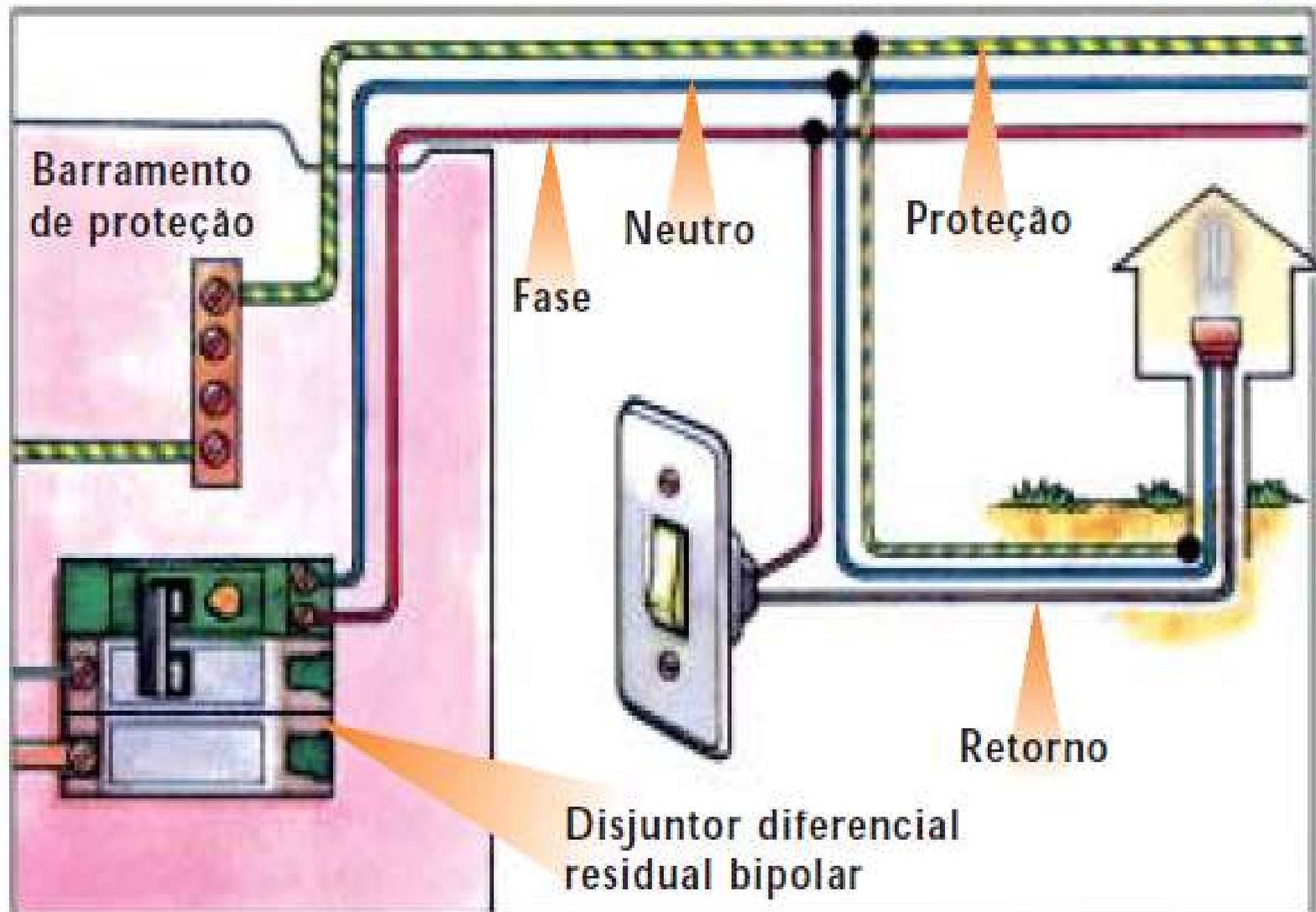


## CIRCUITO DE ILUMINAÇÃO (FN)

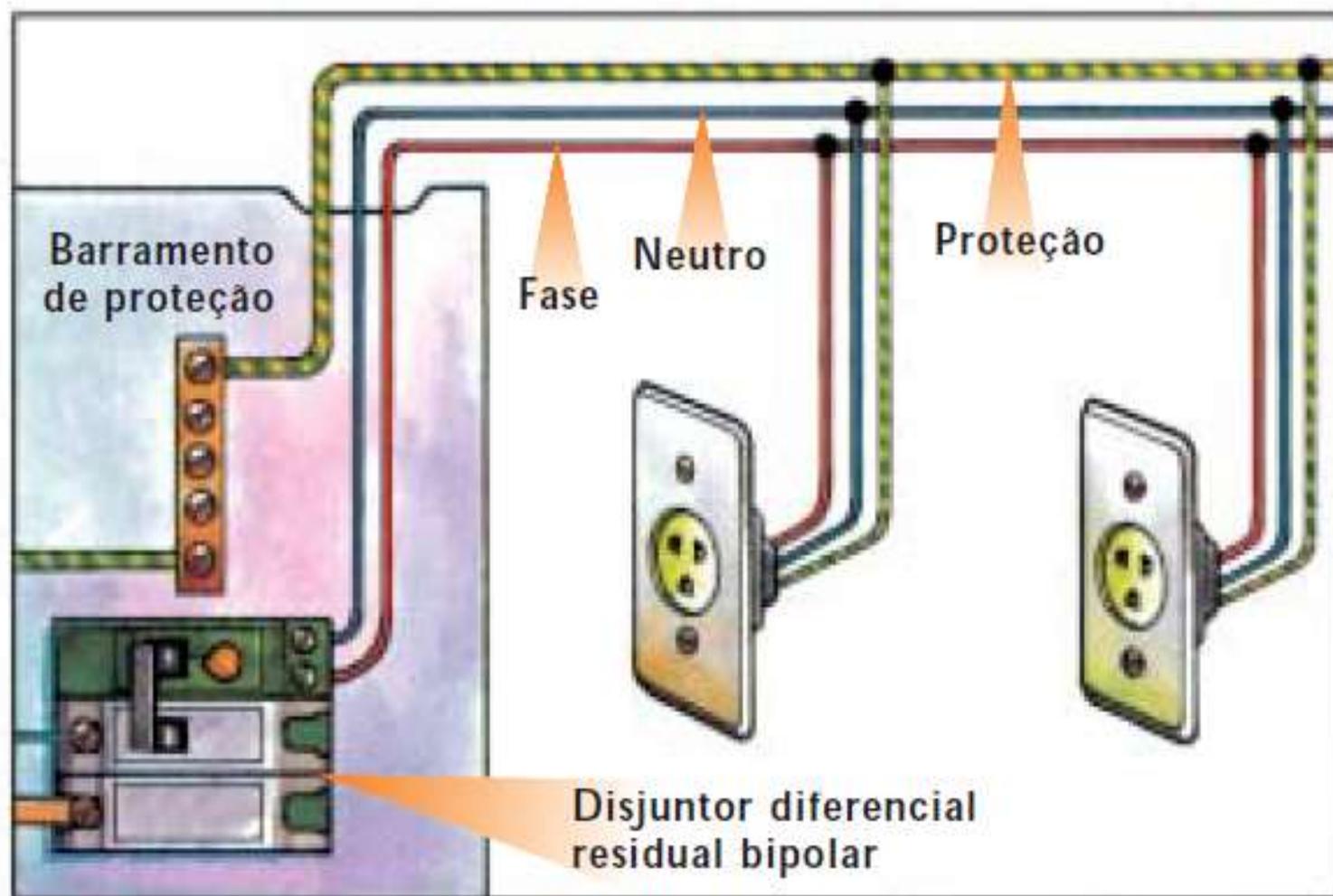


\* se possível, ligar o condutor de proteção (terra) à carcaça da luminária.

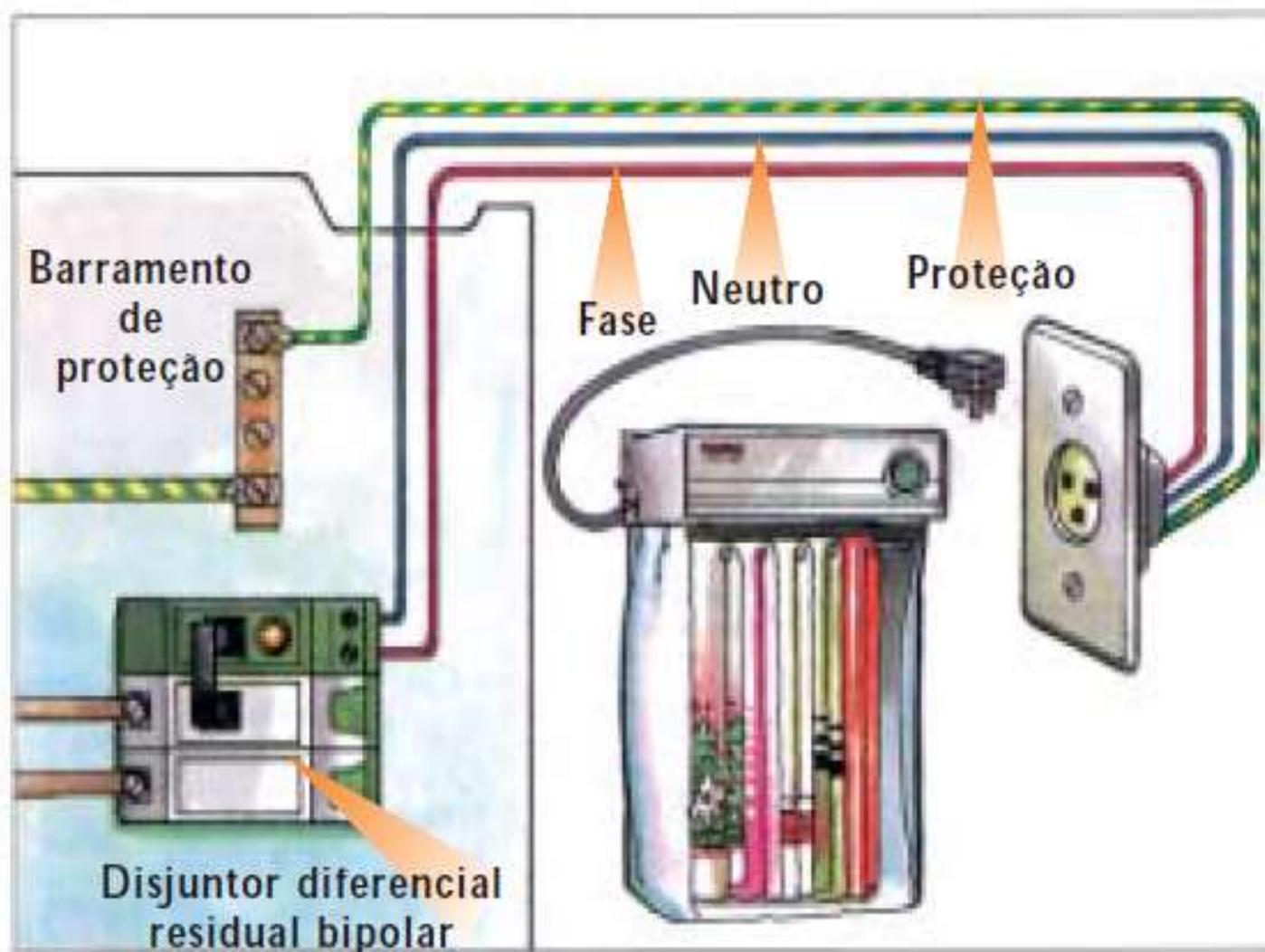
## CIRCUITO DE ILUMINAÇÃO EXTERNA (FN)



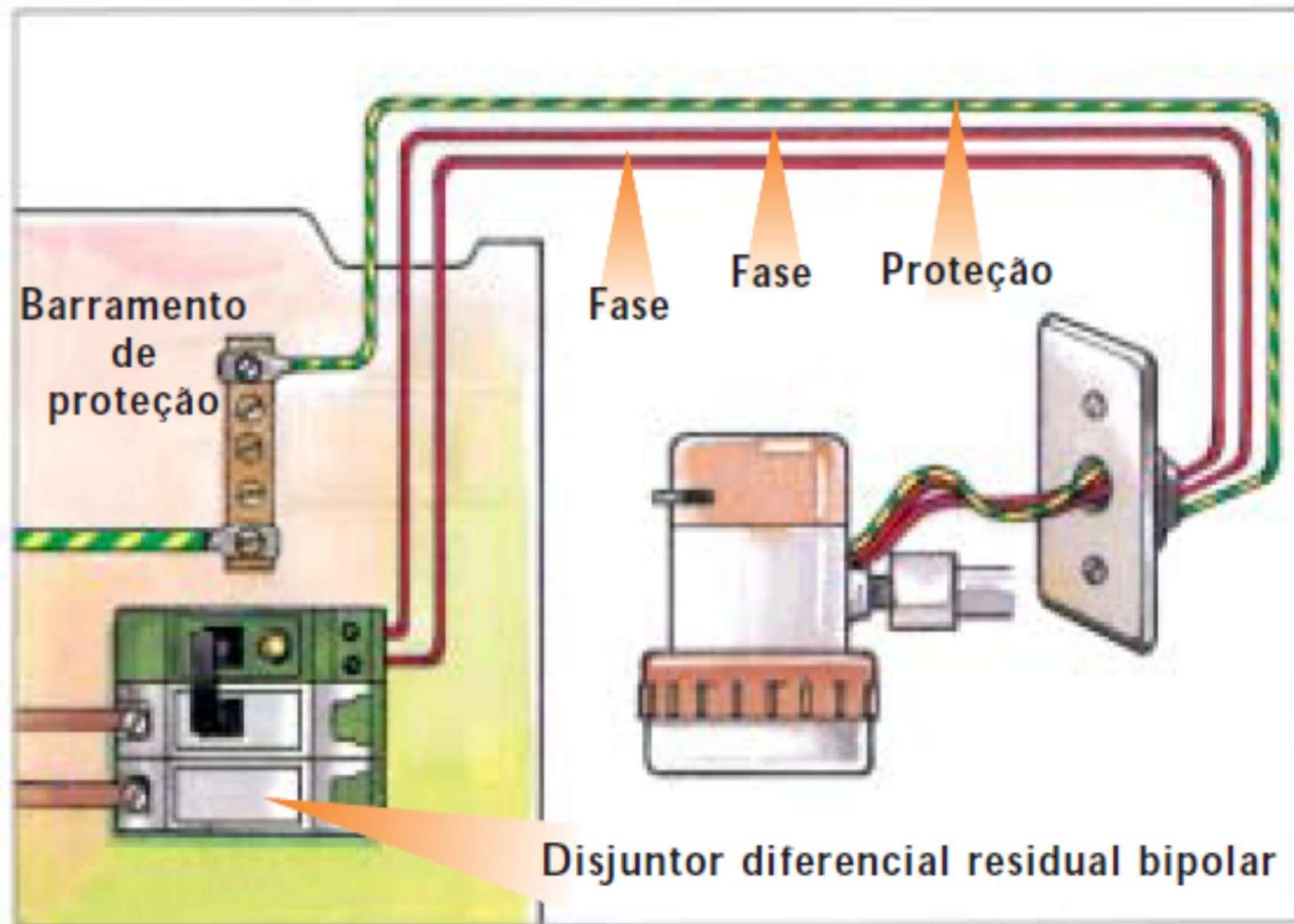
## CIRCUITO DE TOMADAS DE USO GERAL (FN)



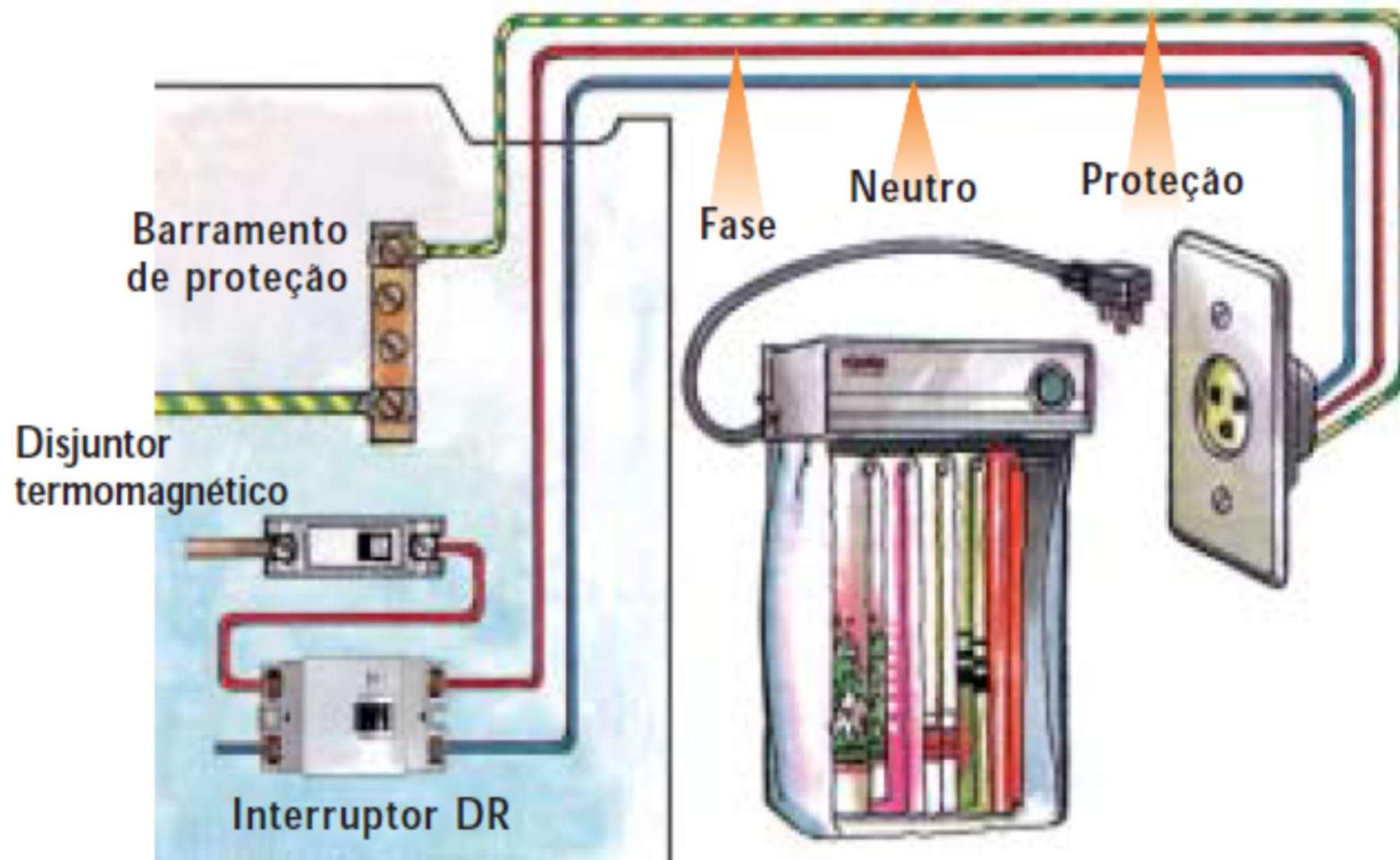
## CIRCUITO DE TOMADA DE USO ESPECÍFICO (FN)



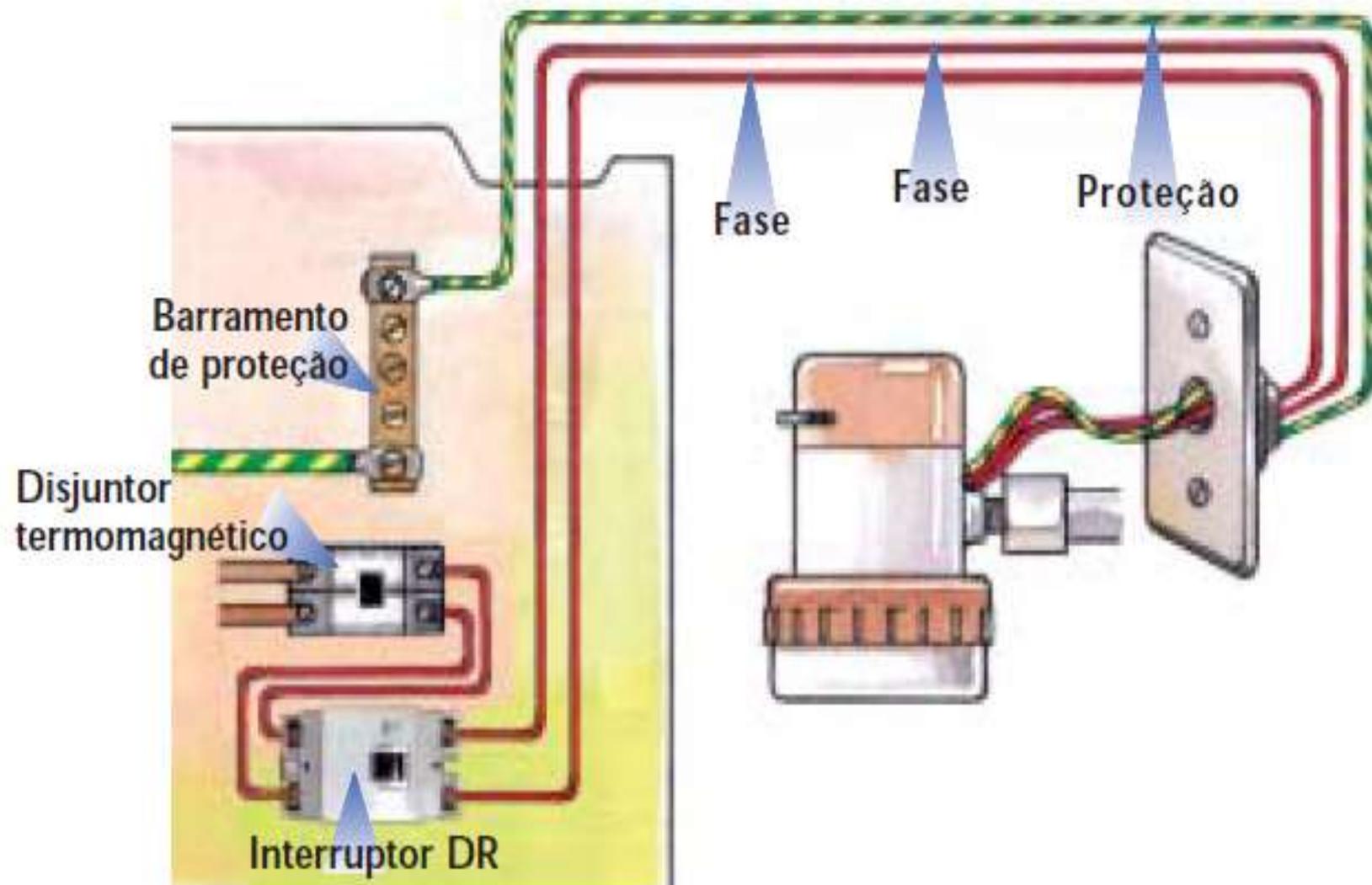
## CIRCUITO DE TOMADA DE USO ESPECÍFICO (FF)



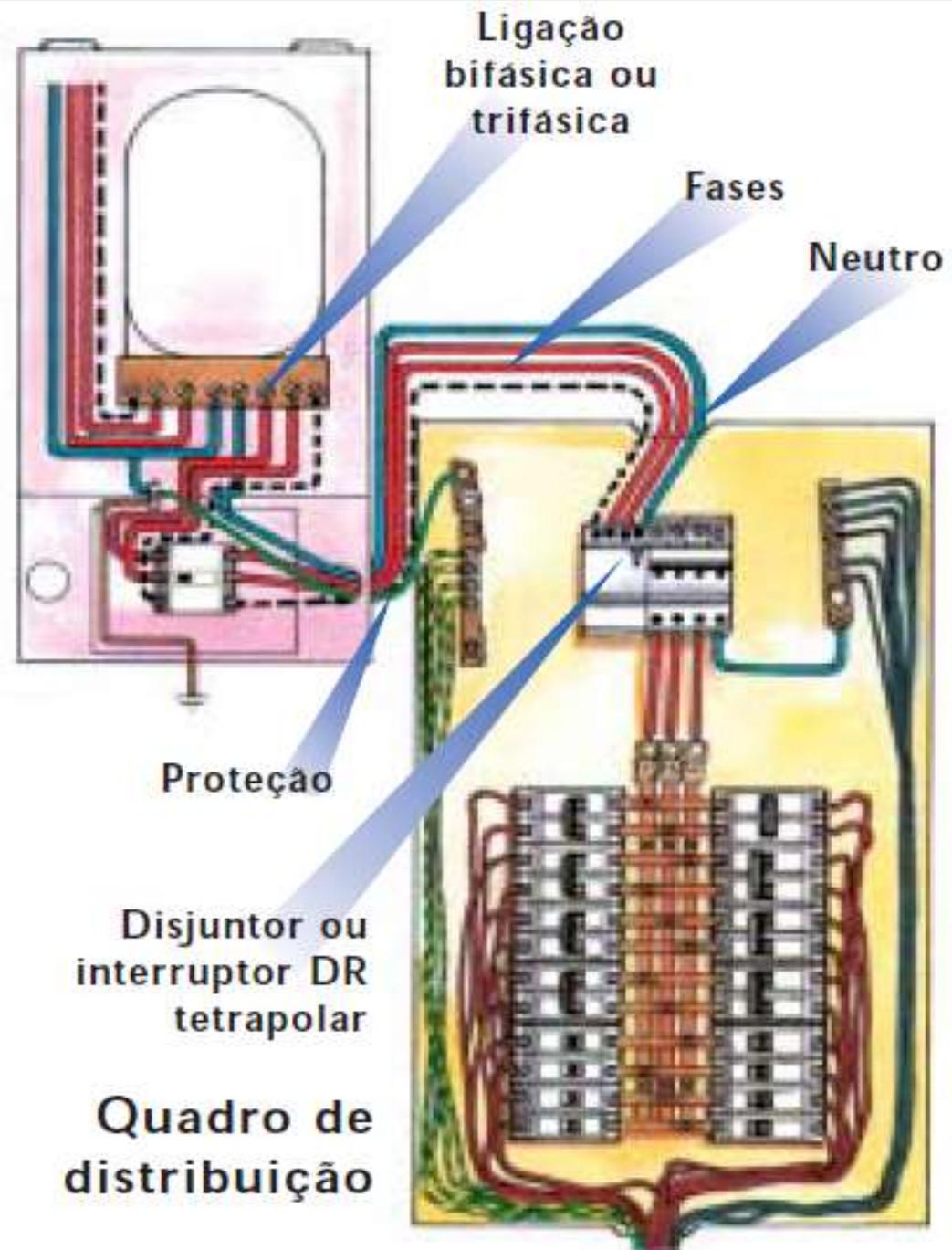
## CIRCUITO DE TOMADA DE USO ESPECÍFICO (FN)



## CIRCUITO DE TOMADA DE USO ESPECÍFICO (FF)



Exemplo  
de circuito  
de distribuição  
bifásico  
ou  
trifásico  
protegido por  
disjuntor  
termomagnético:





# Dispositivos de Comando de Iluminação e Sinalização

# Interruptor de uma tecla simples



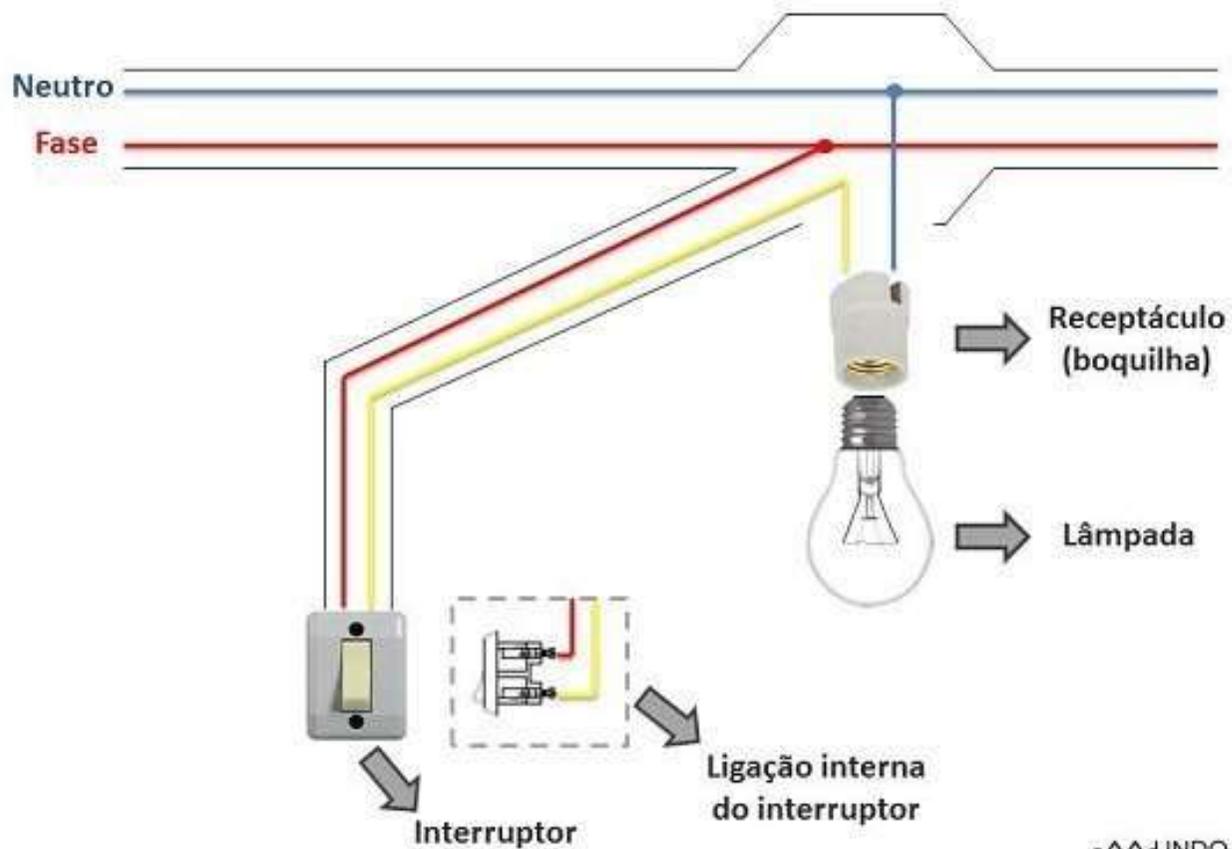
EMBUTIR



SOBREPOR OU APARENTE

- Interruptor simples com um comando de 1 lâmpada.

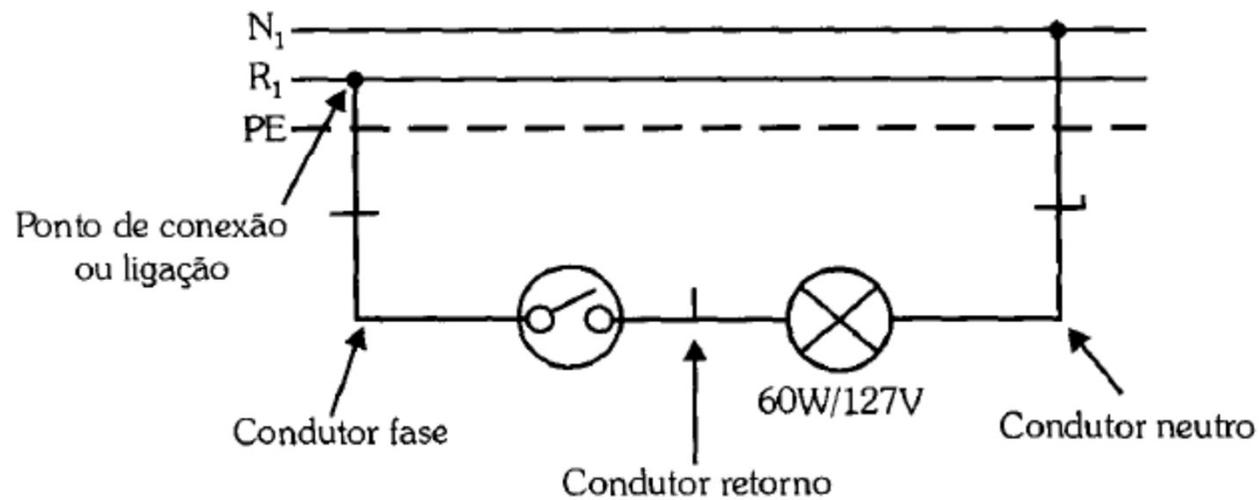
# Esquema Funcional Tecla Simples



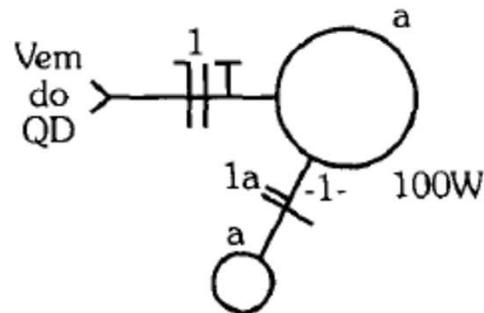
MUNDO DA  
ELÉTRICA

# Esquema Unifilar e Multifilar

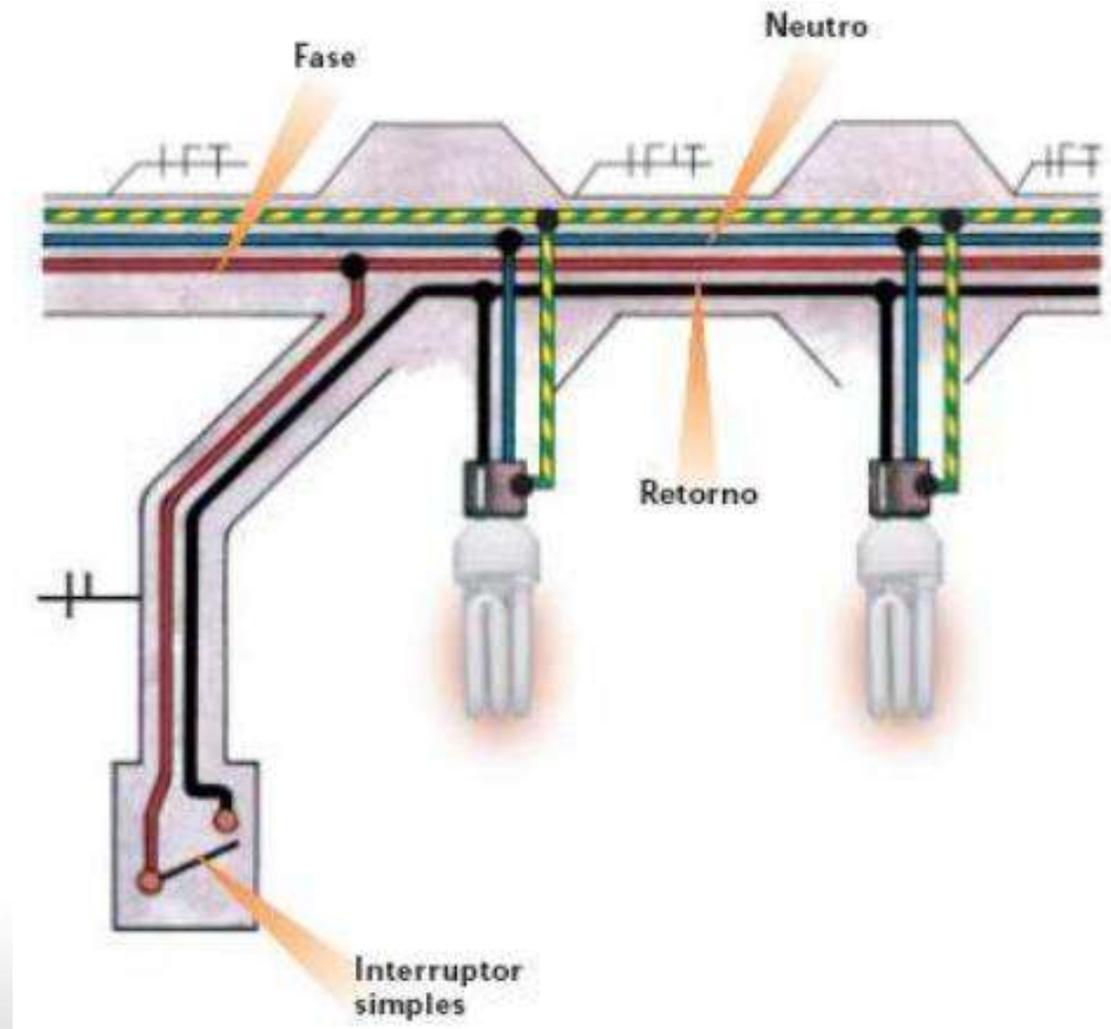
**Esquema multifilar**



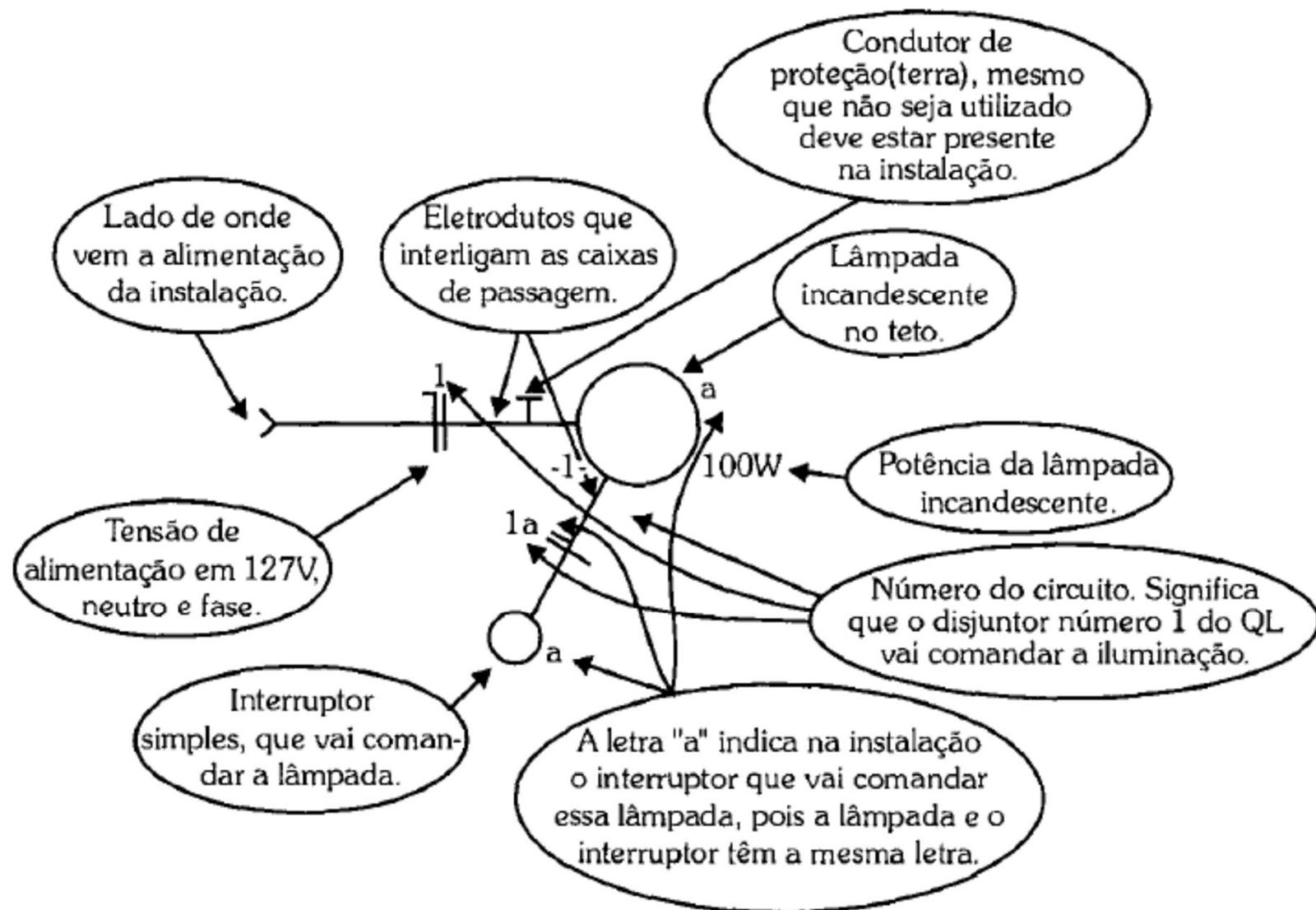
**Esquema unifilar**



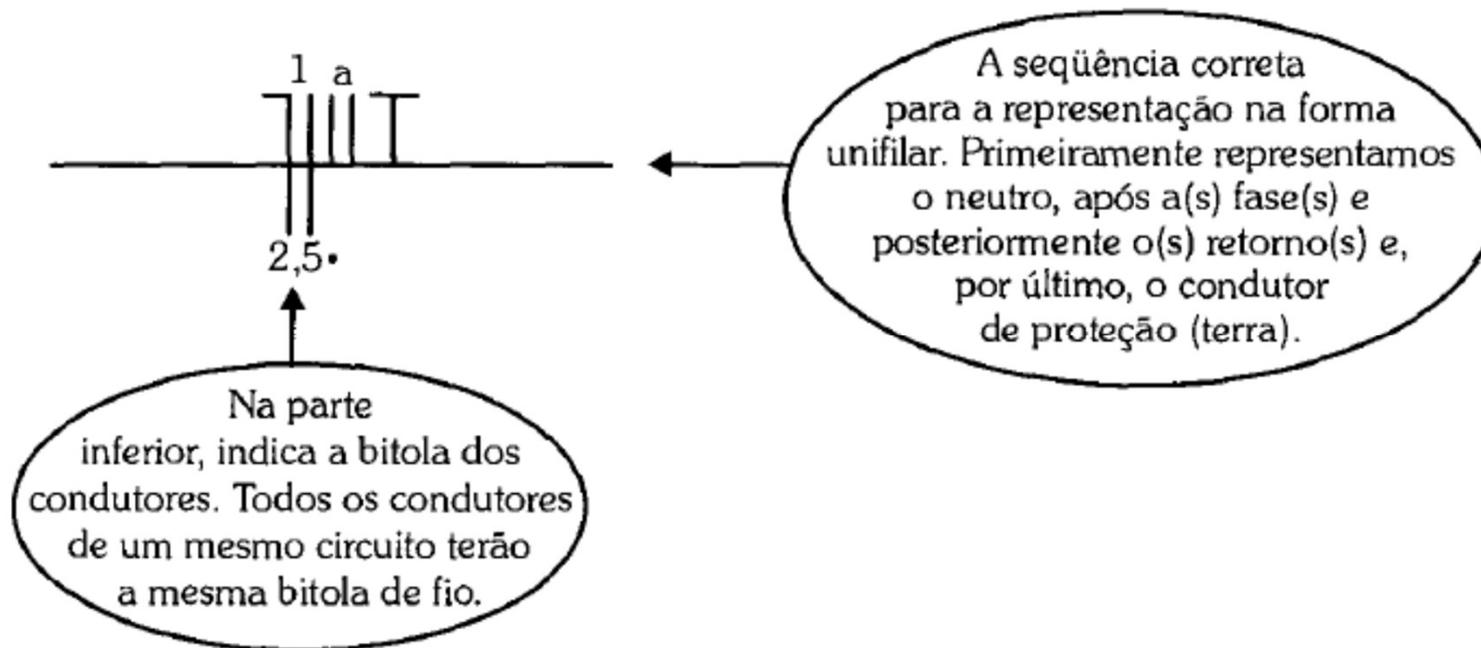
# Esquema Funcional para Acender duas Lâmpadas



# Representações dos condutores



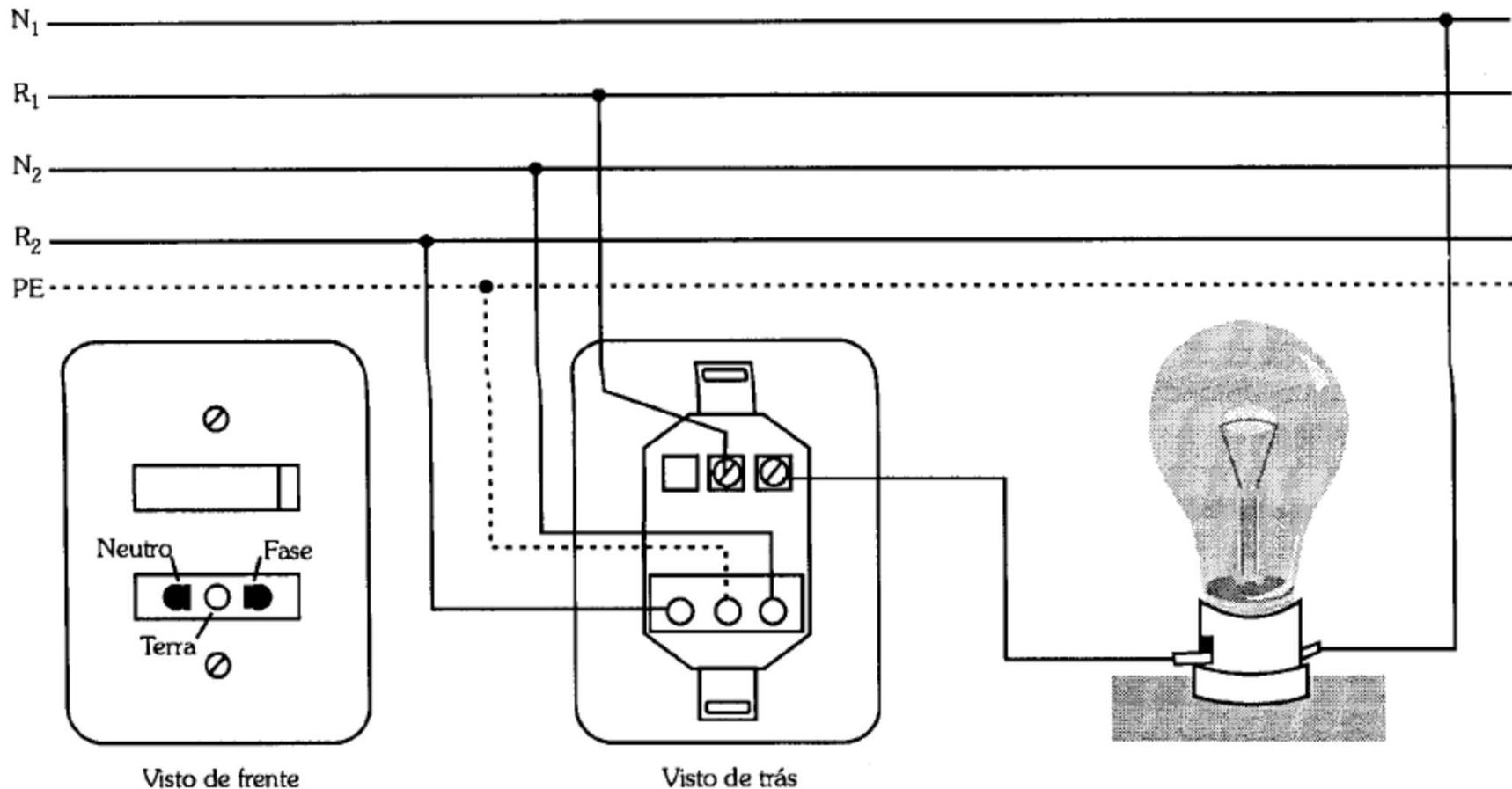
# Representações dos condutores



# Esquema Funcional

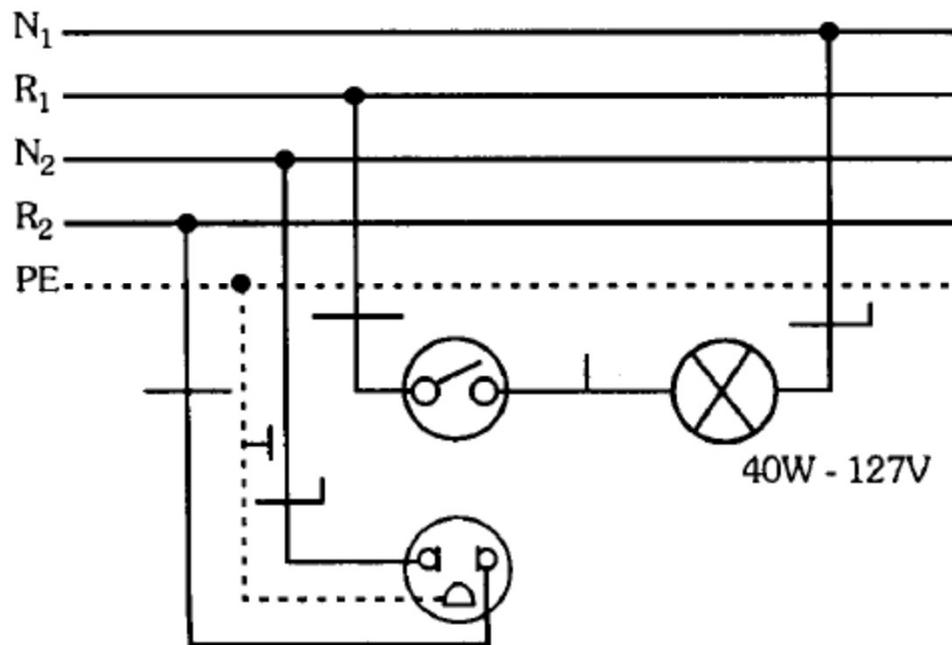
- Instalação de **uma** tomada e acionamento de uma lâmpada.

Esquema funcional

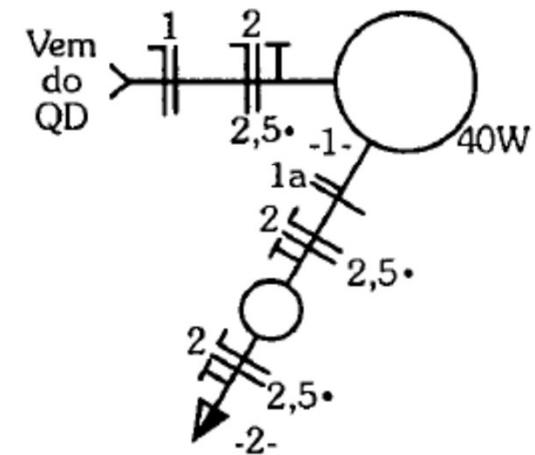


# Esquema Unifilar e Multifilar

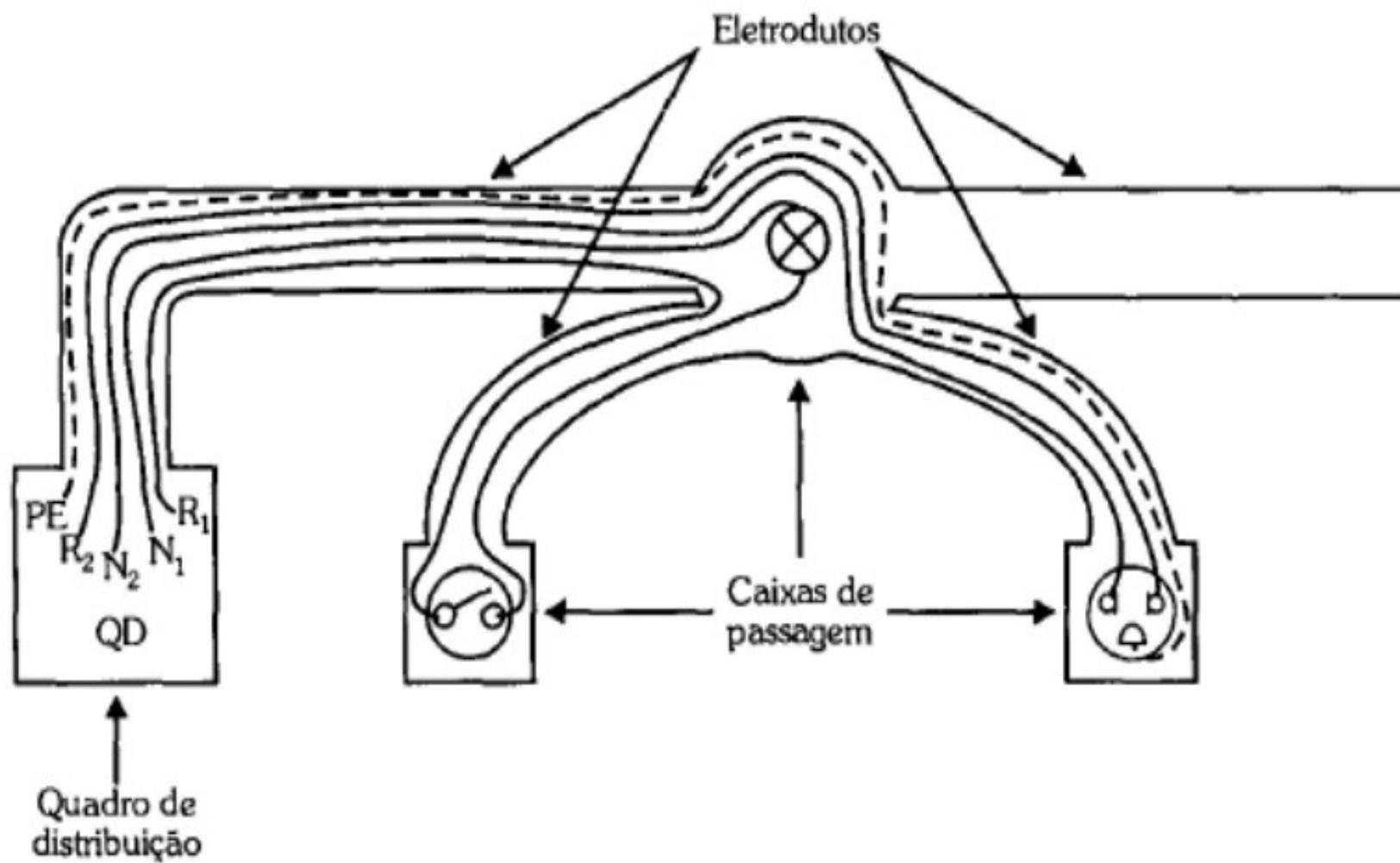
**Esquema multifilar**



**Esquema unifilar**

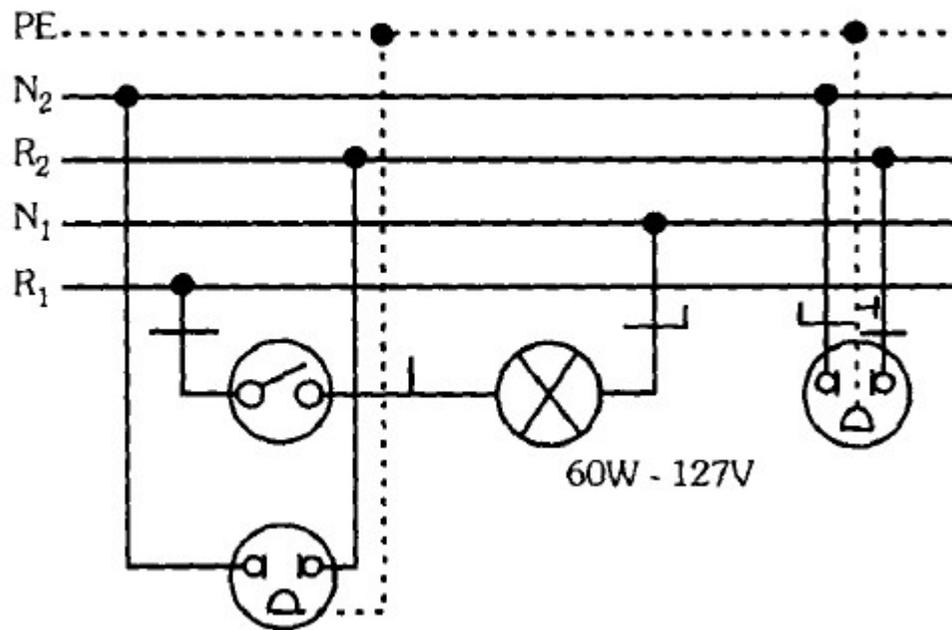


# Os fios nos Eletrodutos

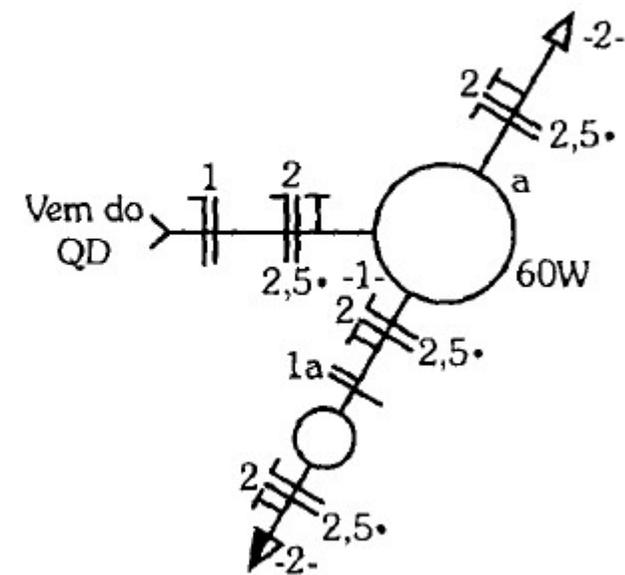


# Instalações de 2 Tomadas e acionamento de uma lâmpada

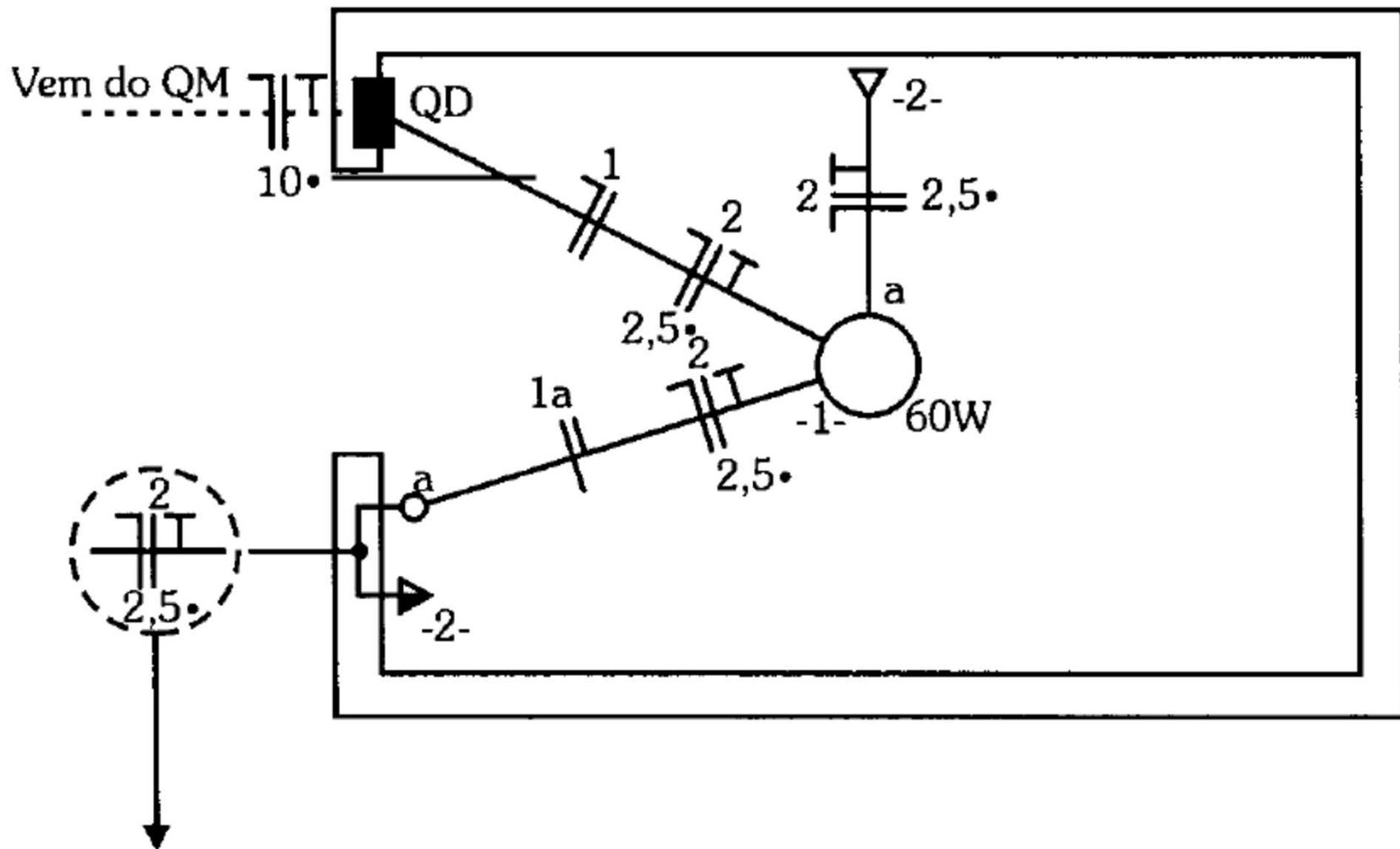
Esquema multifilar



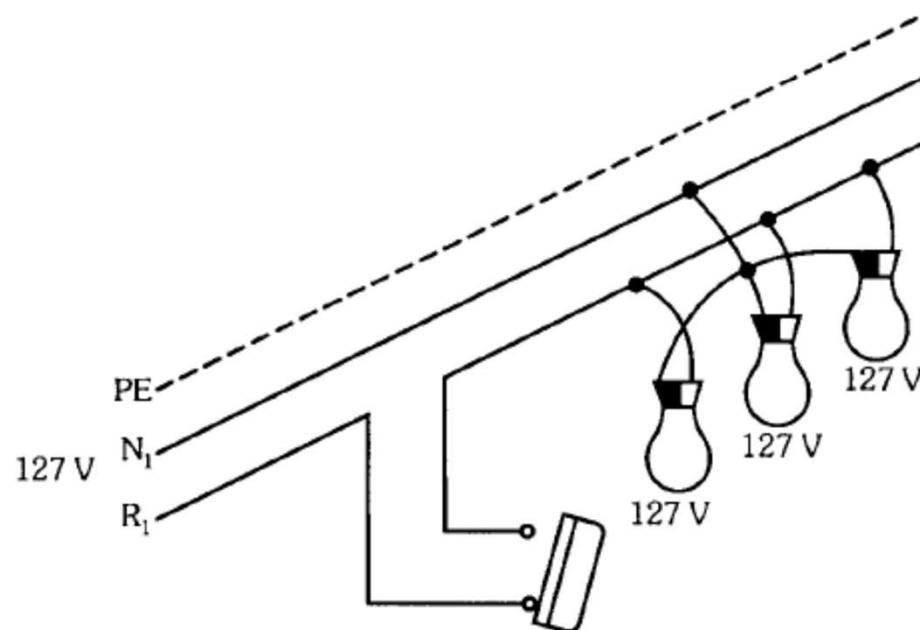
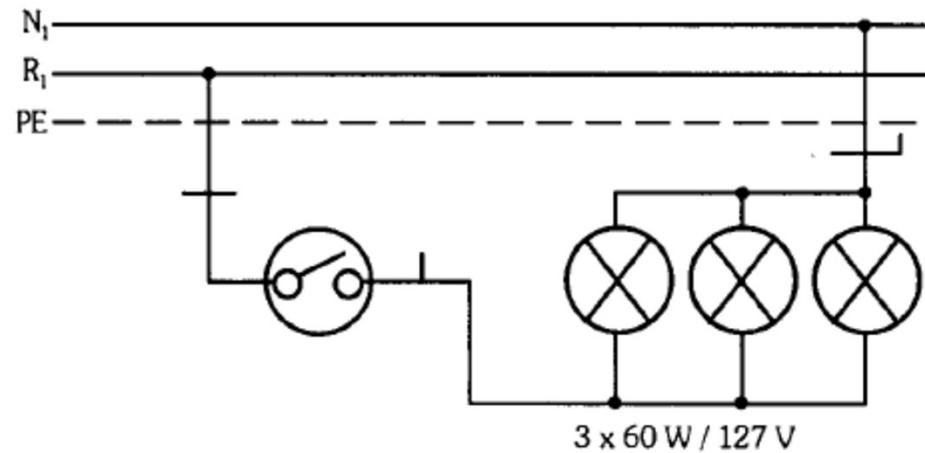
Esquema unifilar



# Representando num cômodo

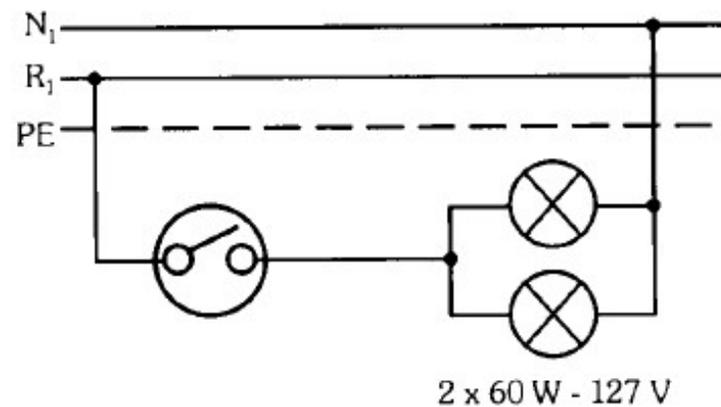


# Ligação de 3 lâmpadas com um acionamento

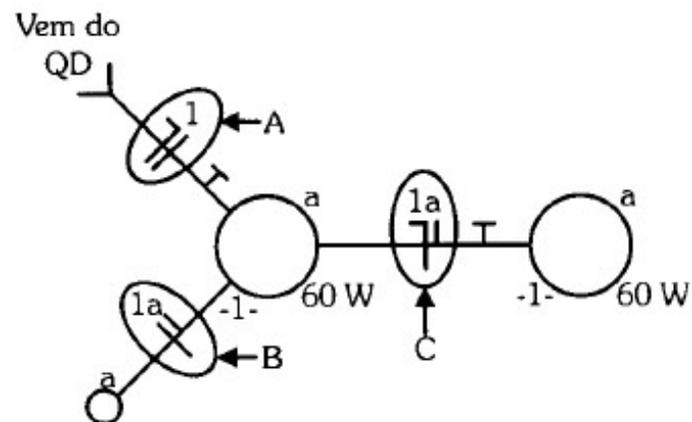


# Esquema Unifilar e Multifilar

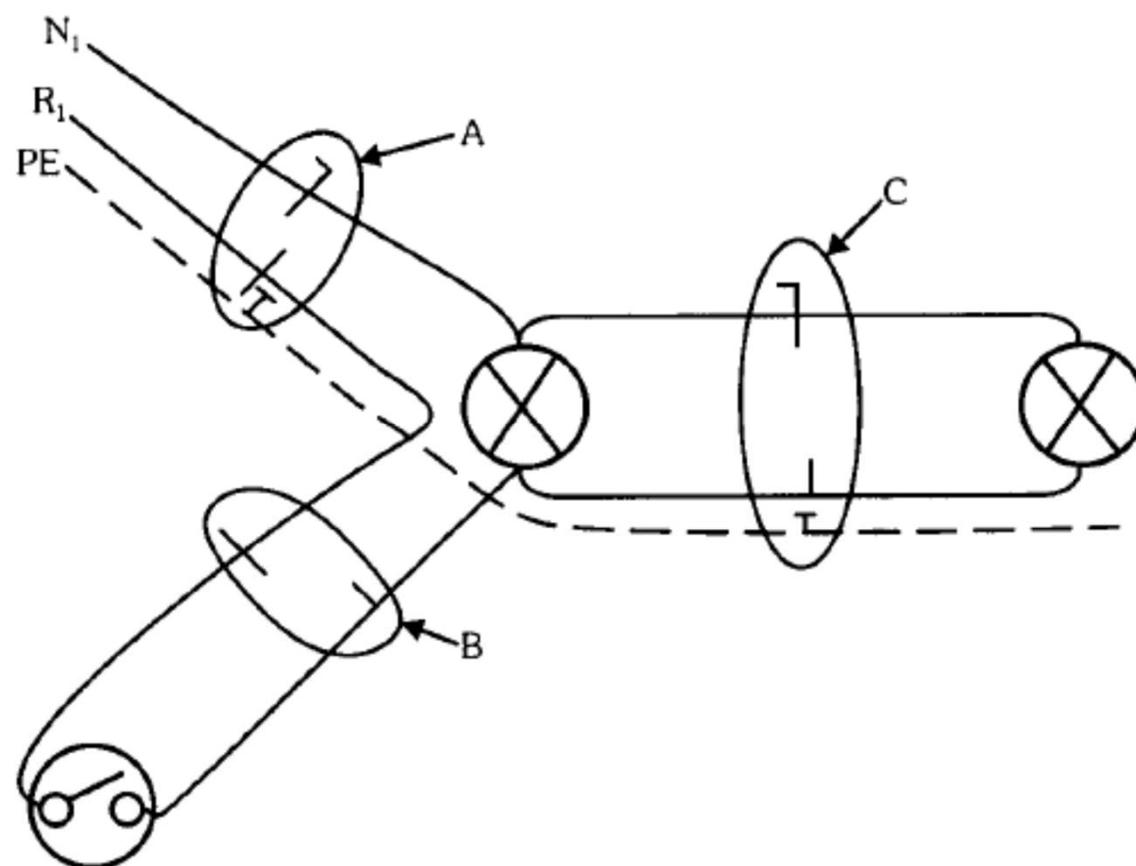
Esquema multifilar



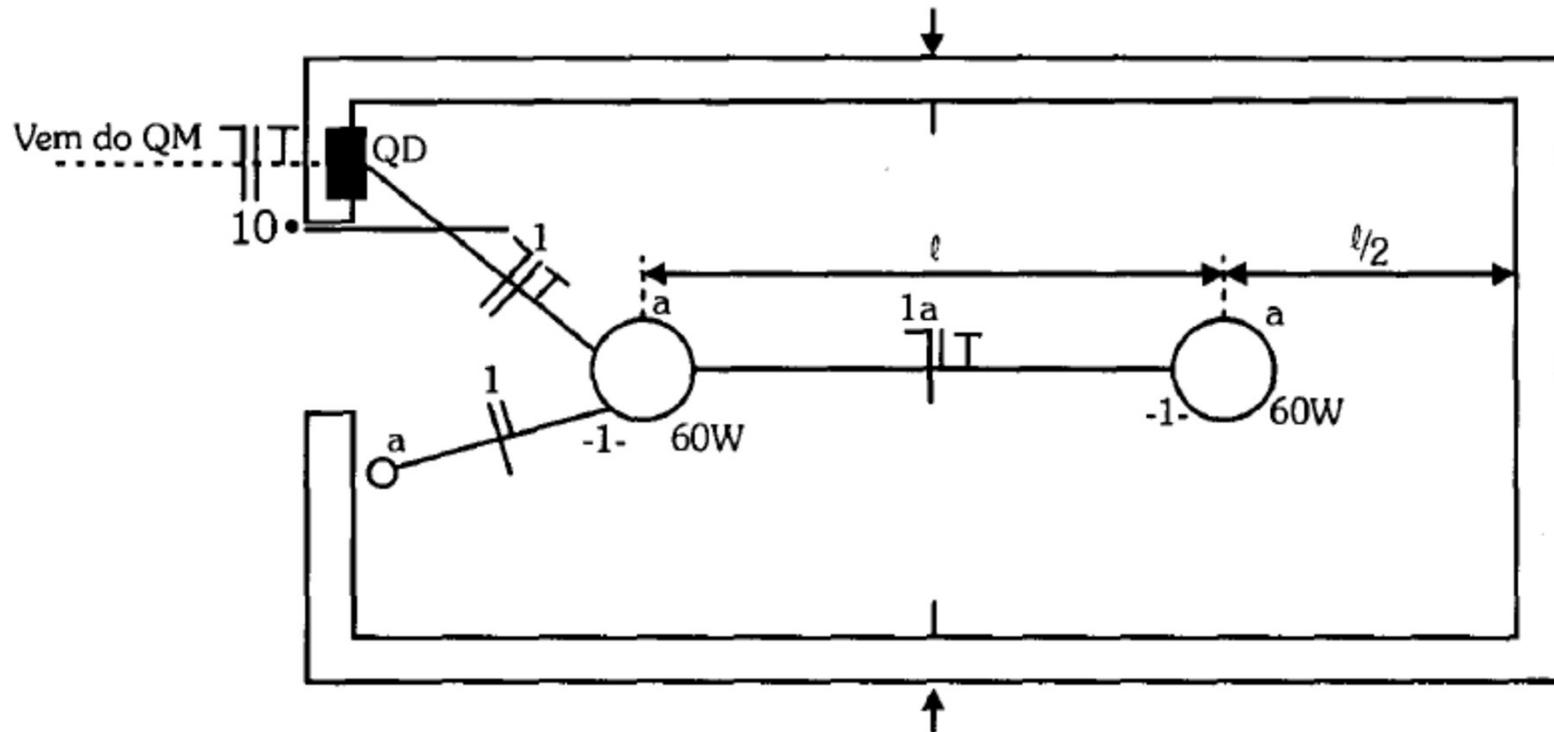
Esquema unifilar



# Esquema Funcional com 2 Lâmpadas

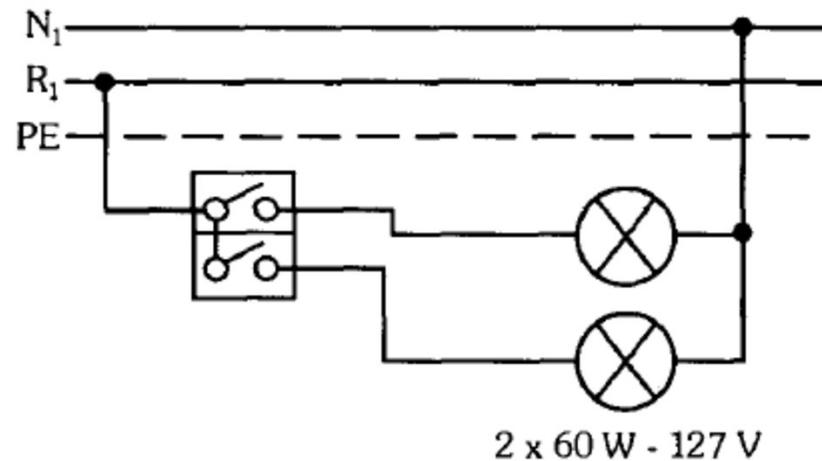


# Representação no projeto

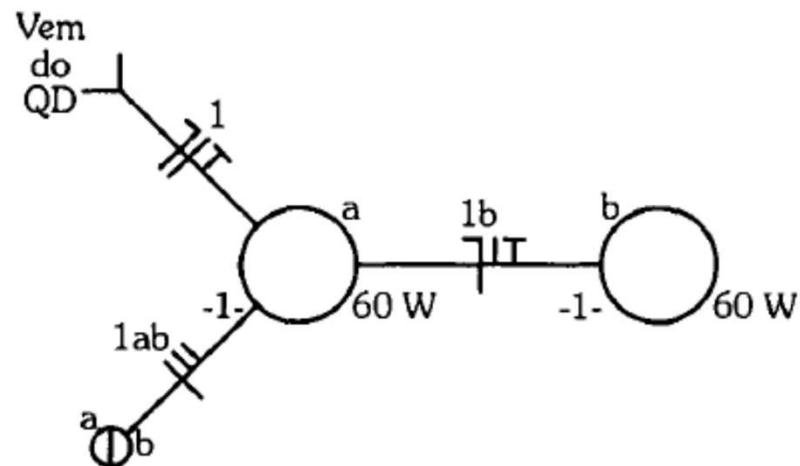


# Acionamento de duas Lâmpadas com dois acionamentos

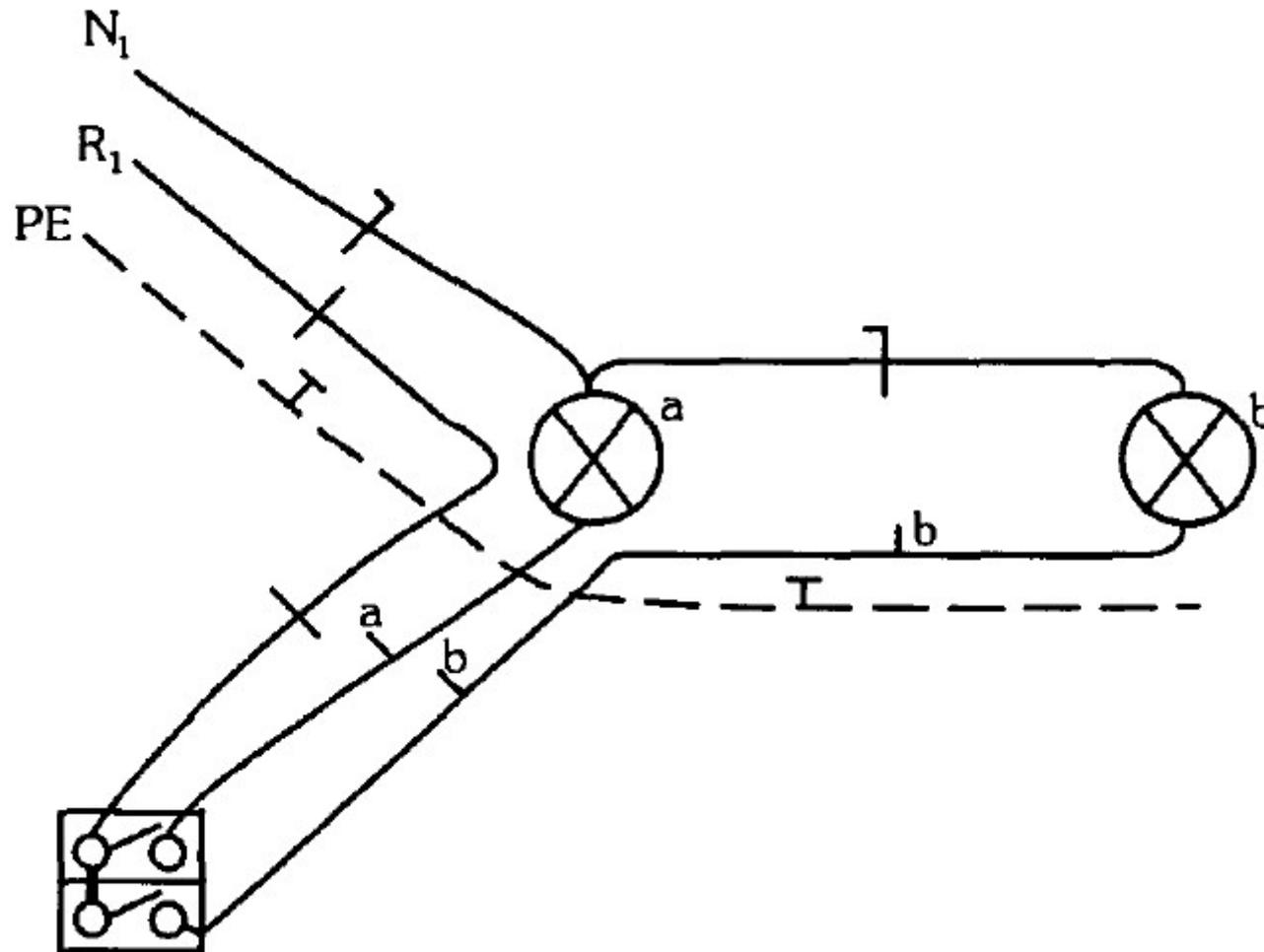
**Esquema multifilar**



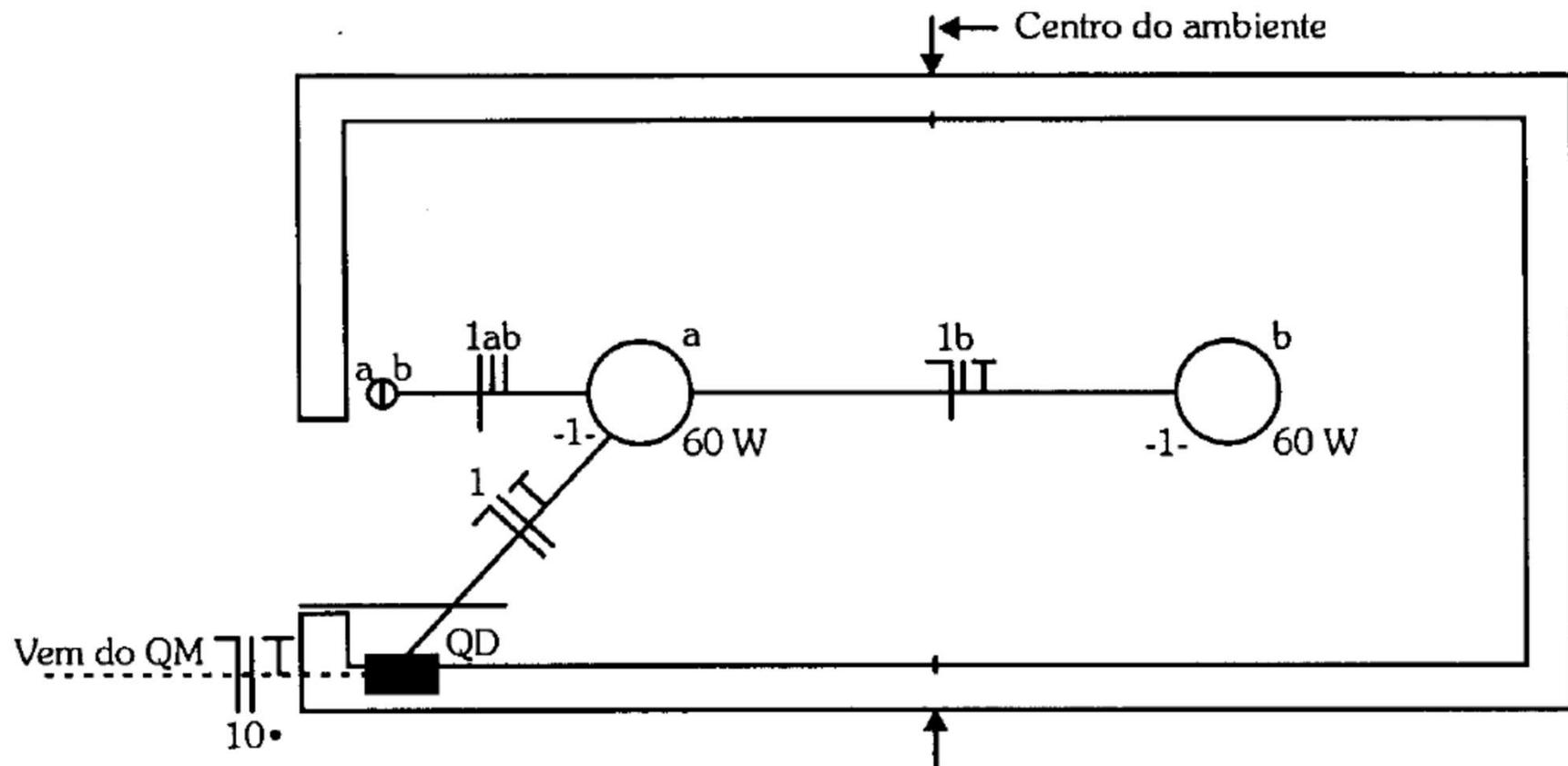
**Esquema unifilar**



# Esquema Funcional

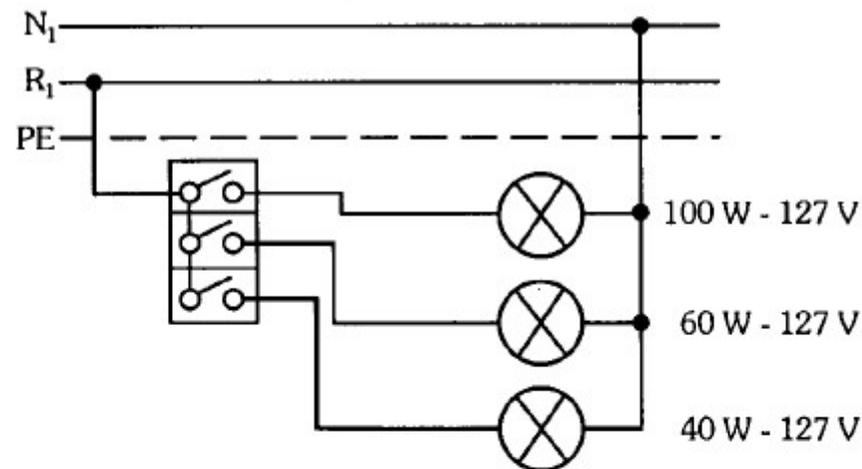


# Representação no projeto

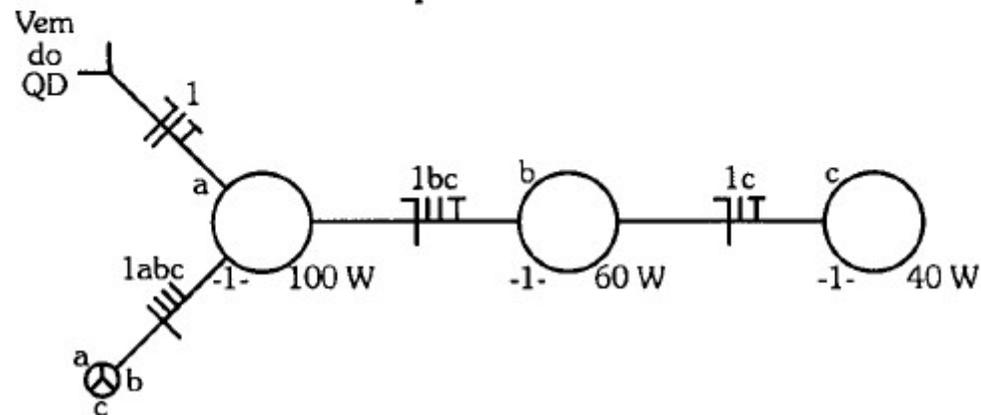


# Acionamento de três Lâmpadas com 3 acionamentos

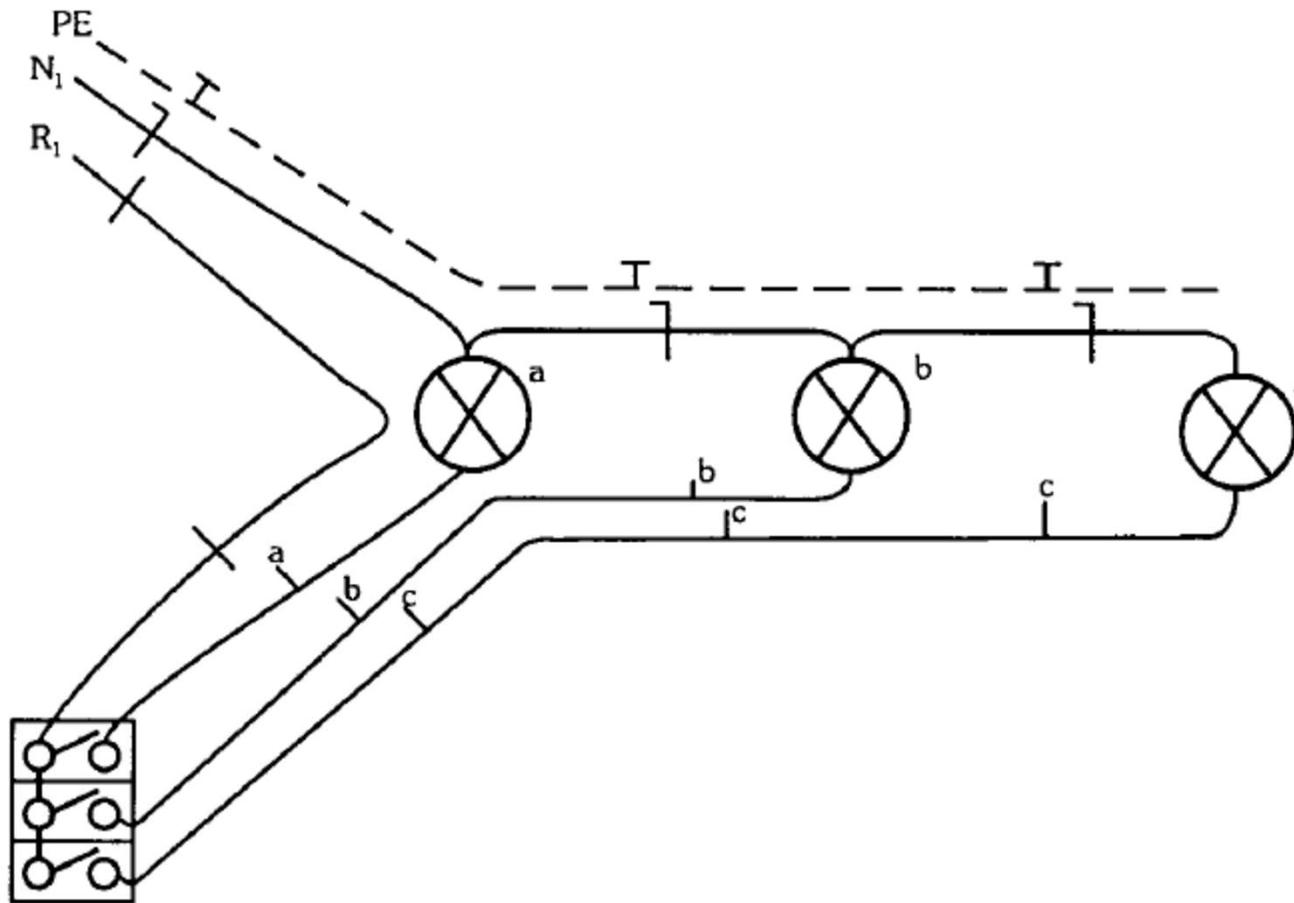
Esquema multifilar



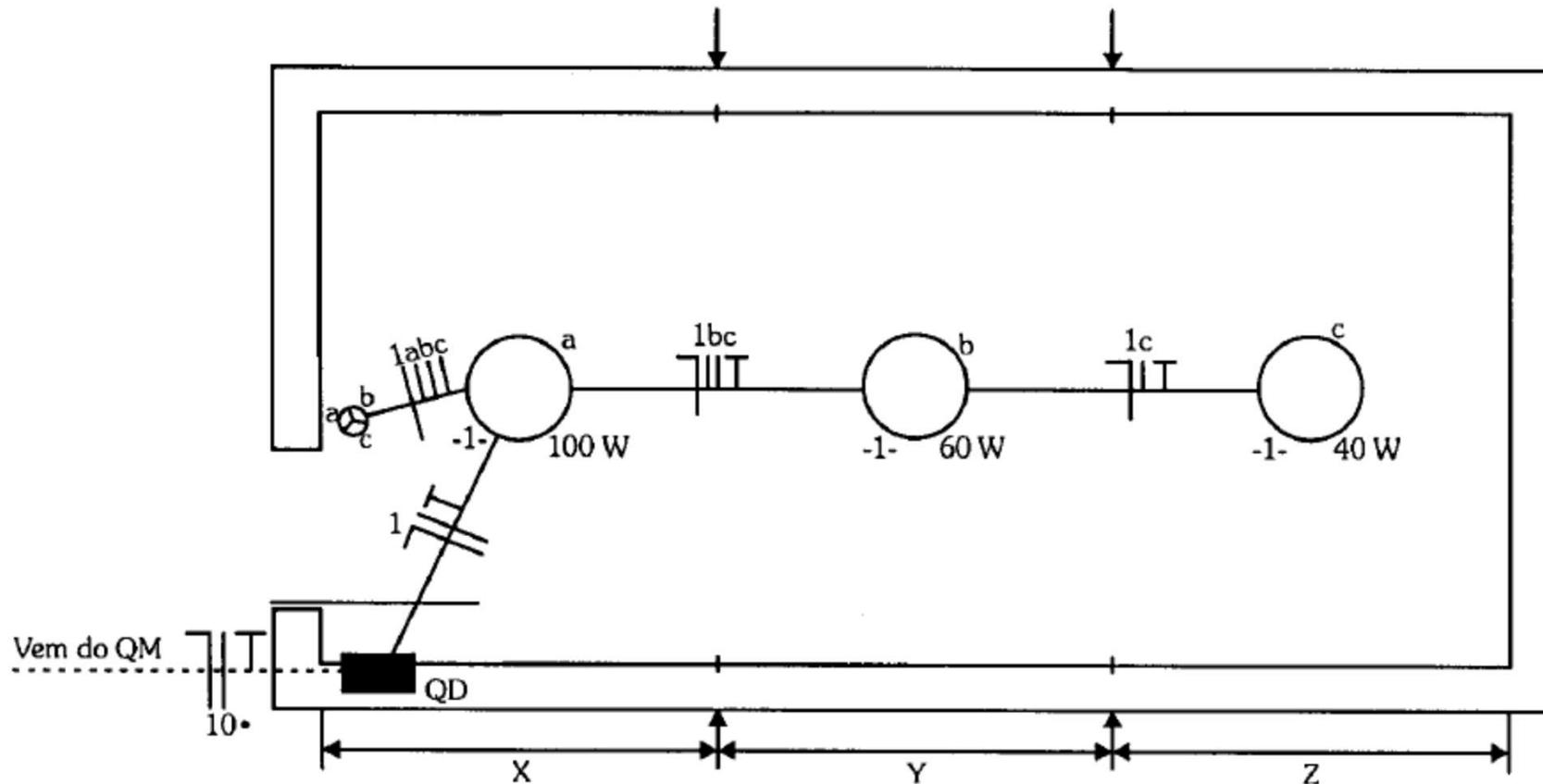
Esquema unifilar



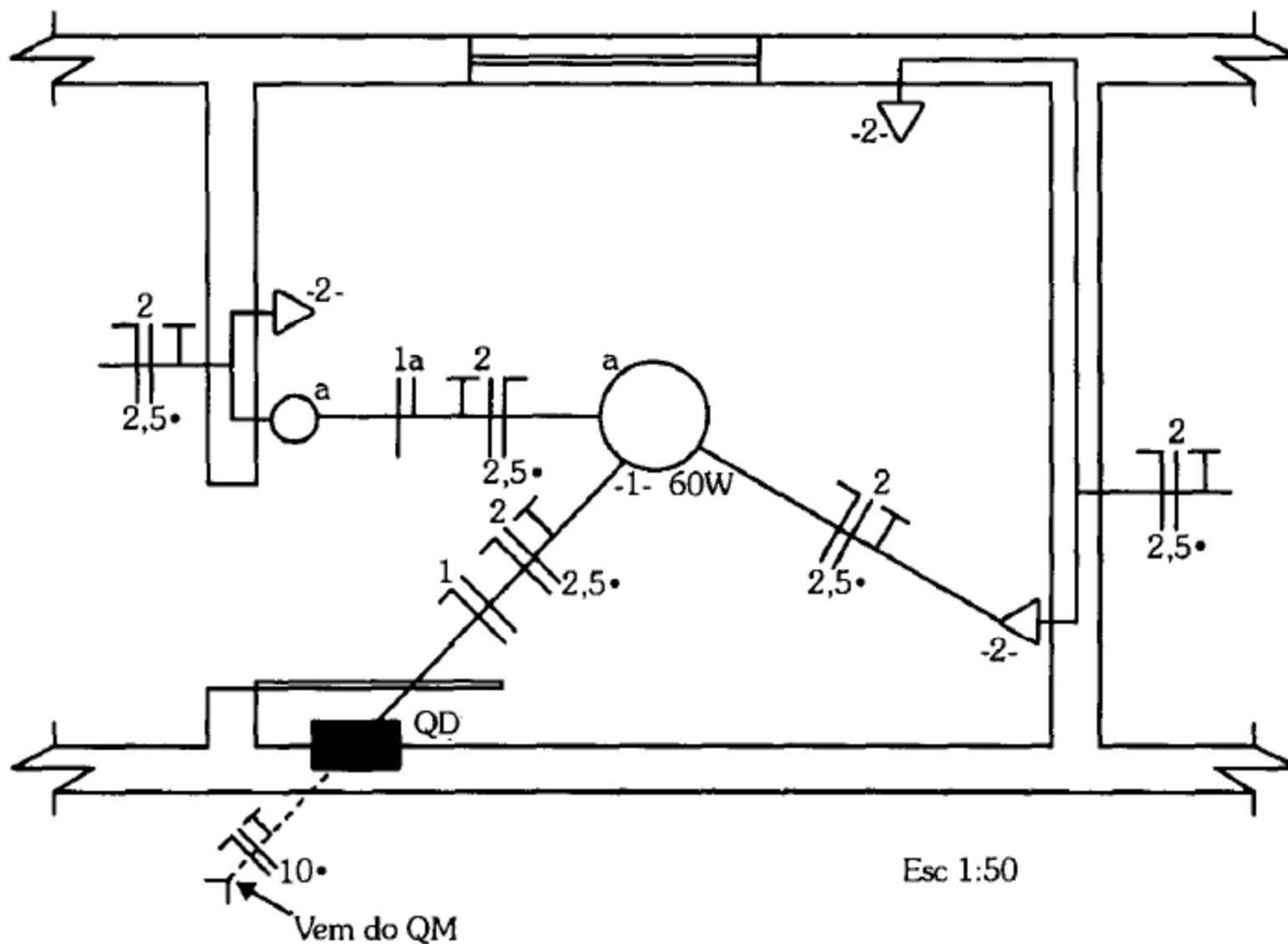
# Esquema Funcional

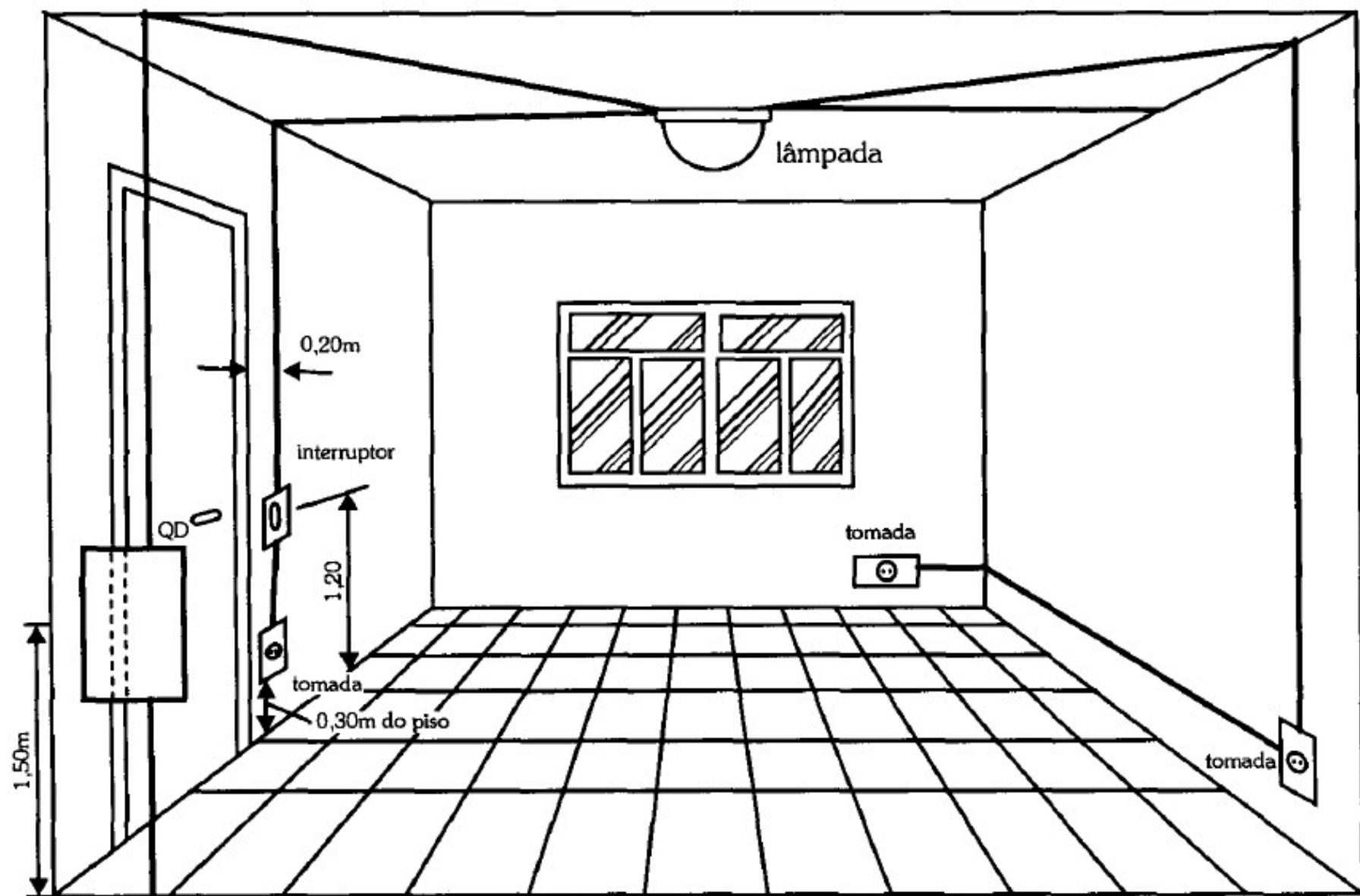


# Representação no projeto

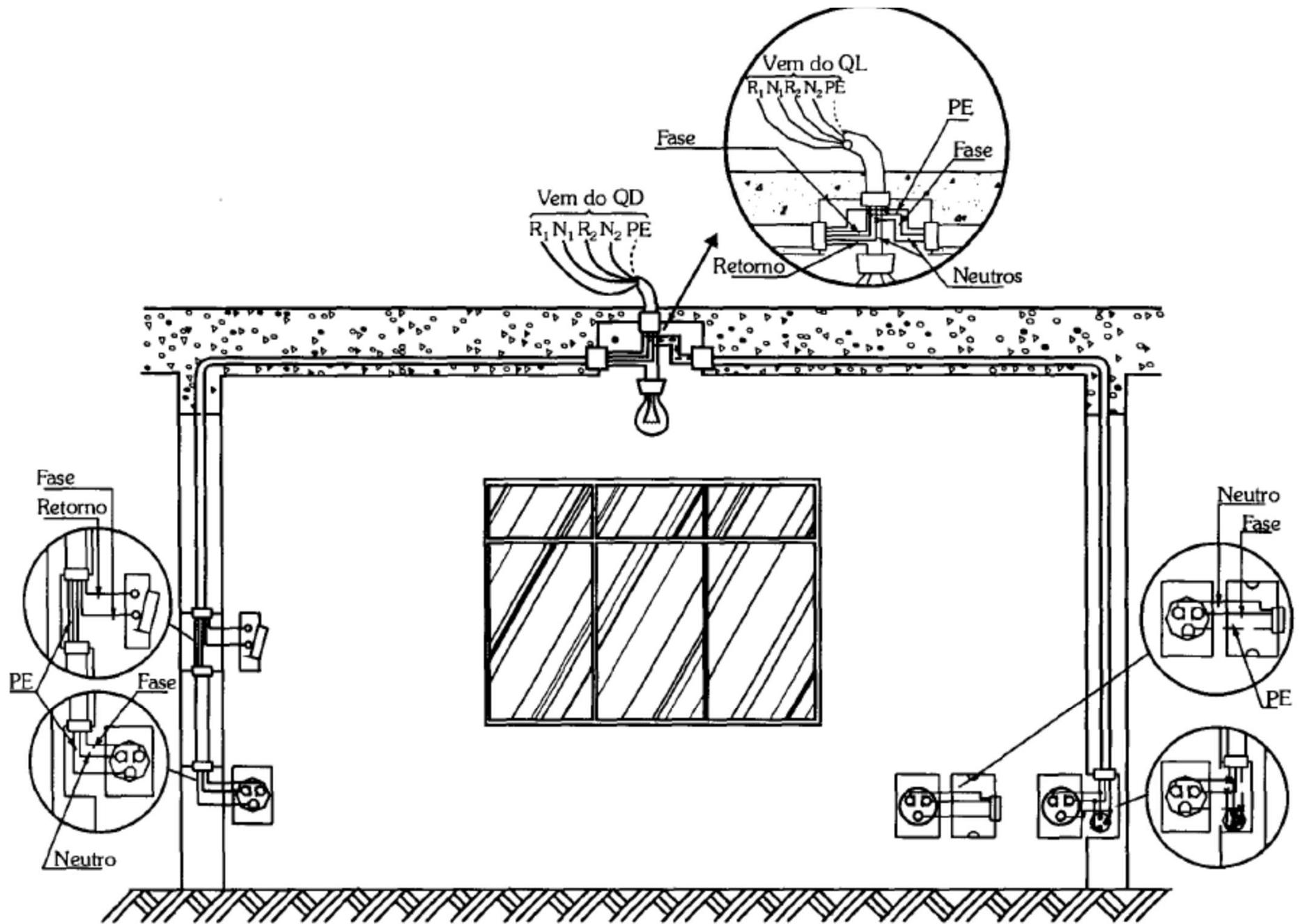


# Exemplo 1 de uma instalação

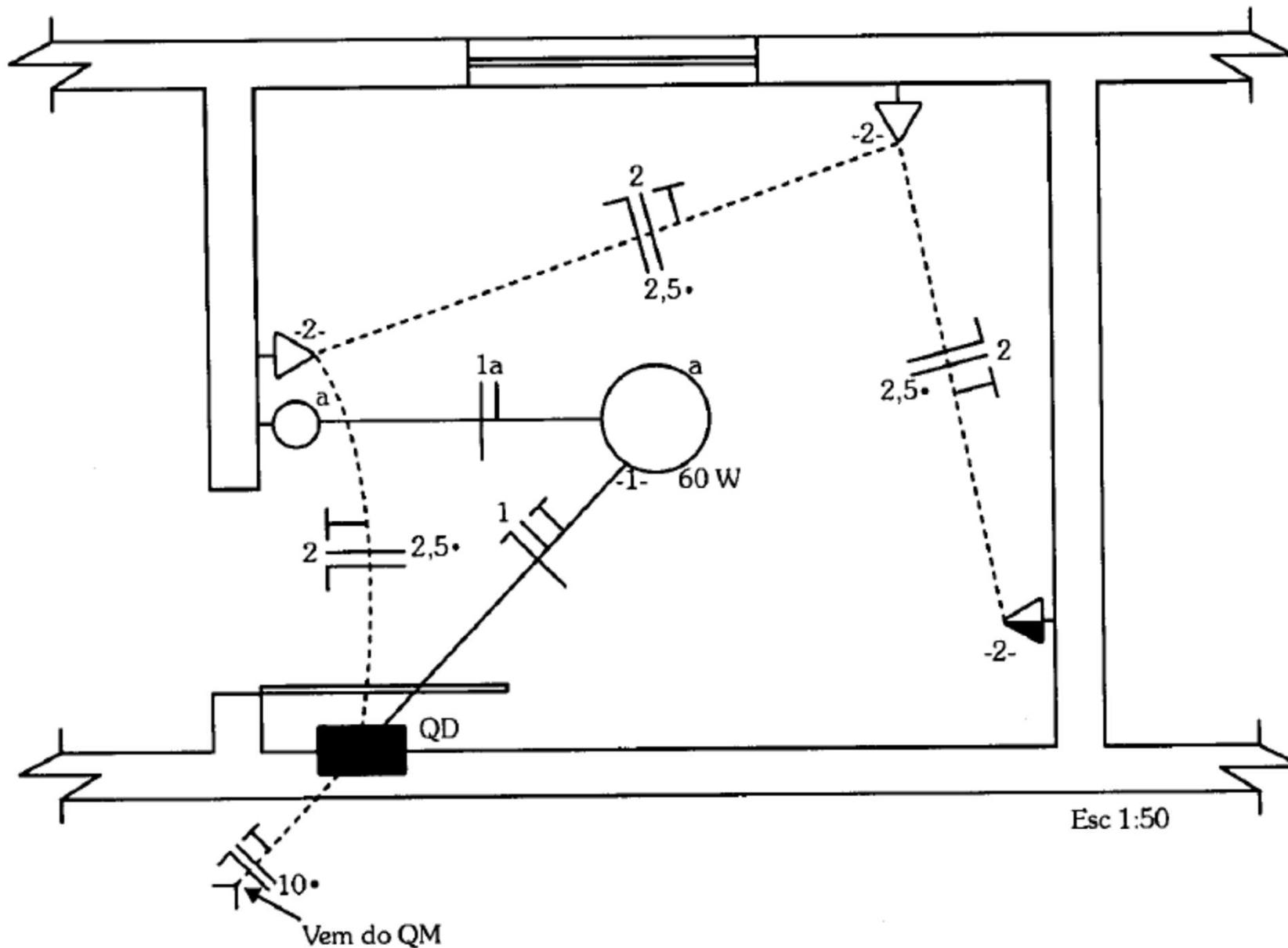




7/5  
10.  
7 Ven do QM

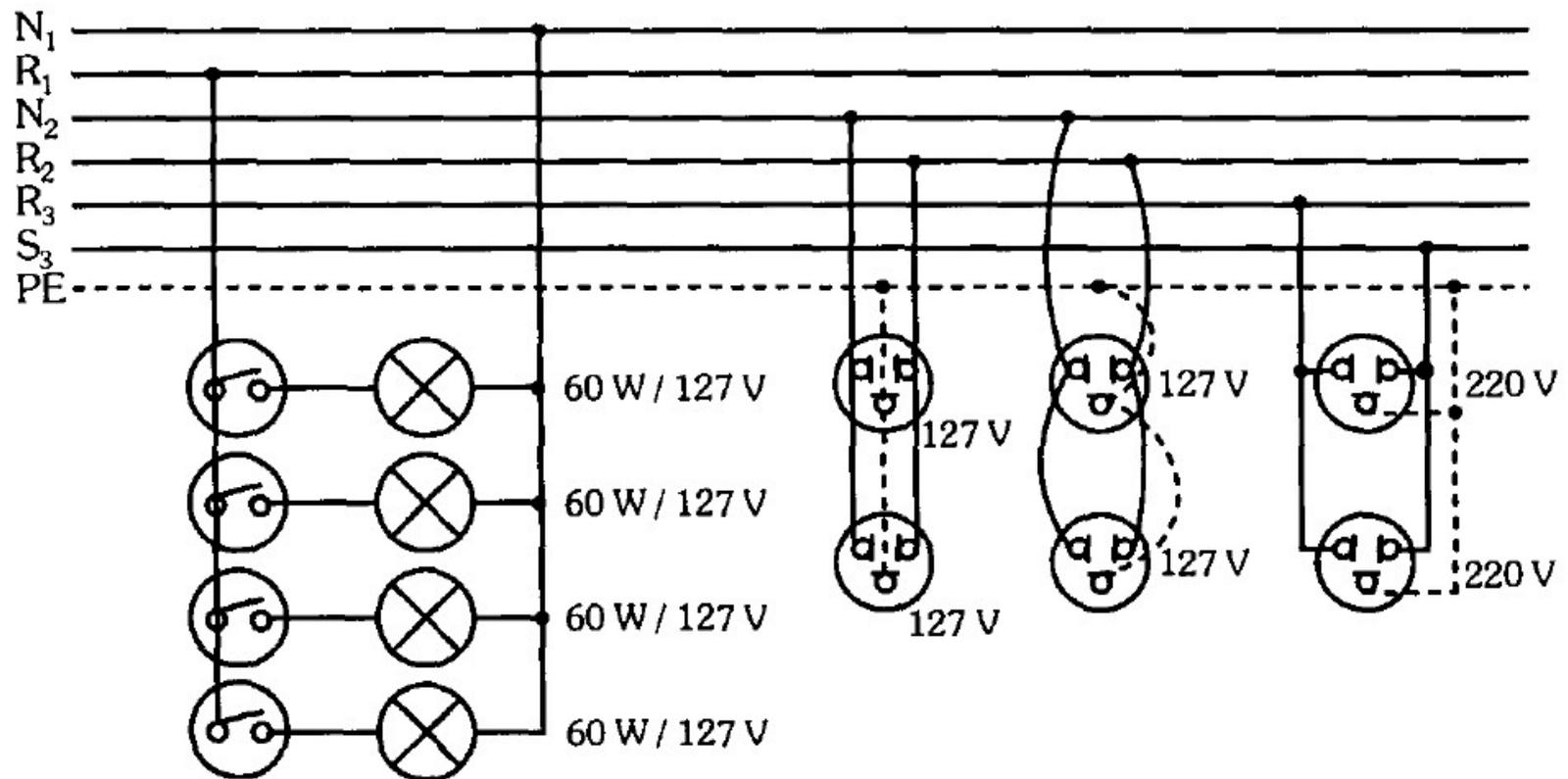


# Mesmo projeto com fiação da tomada pelo solo

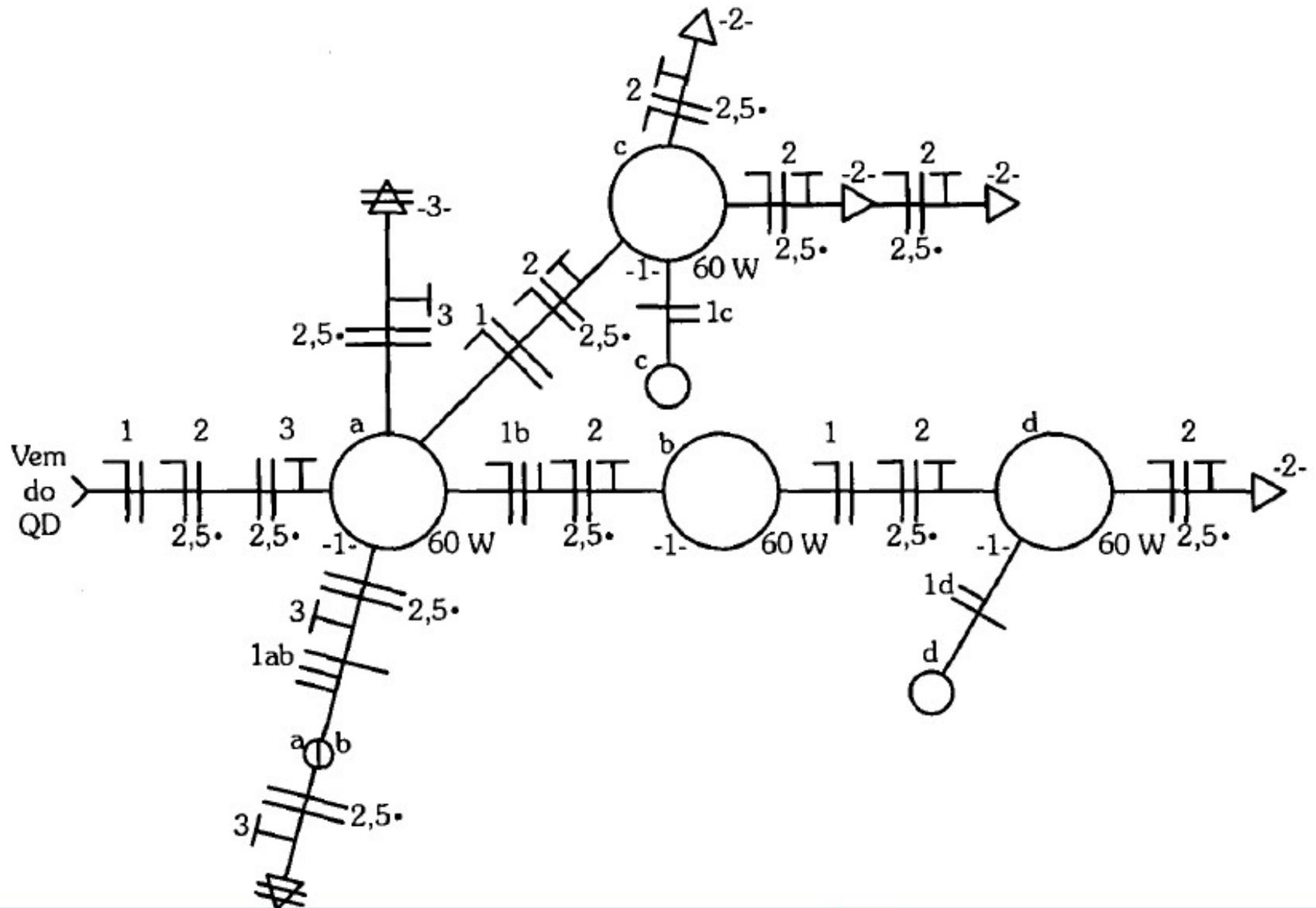


# Exemplo 2 com tomadas 220volts

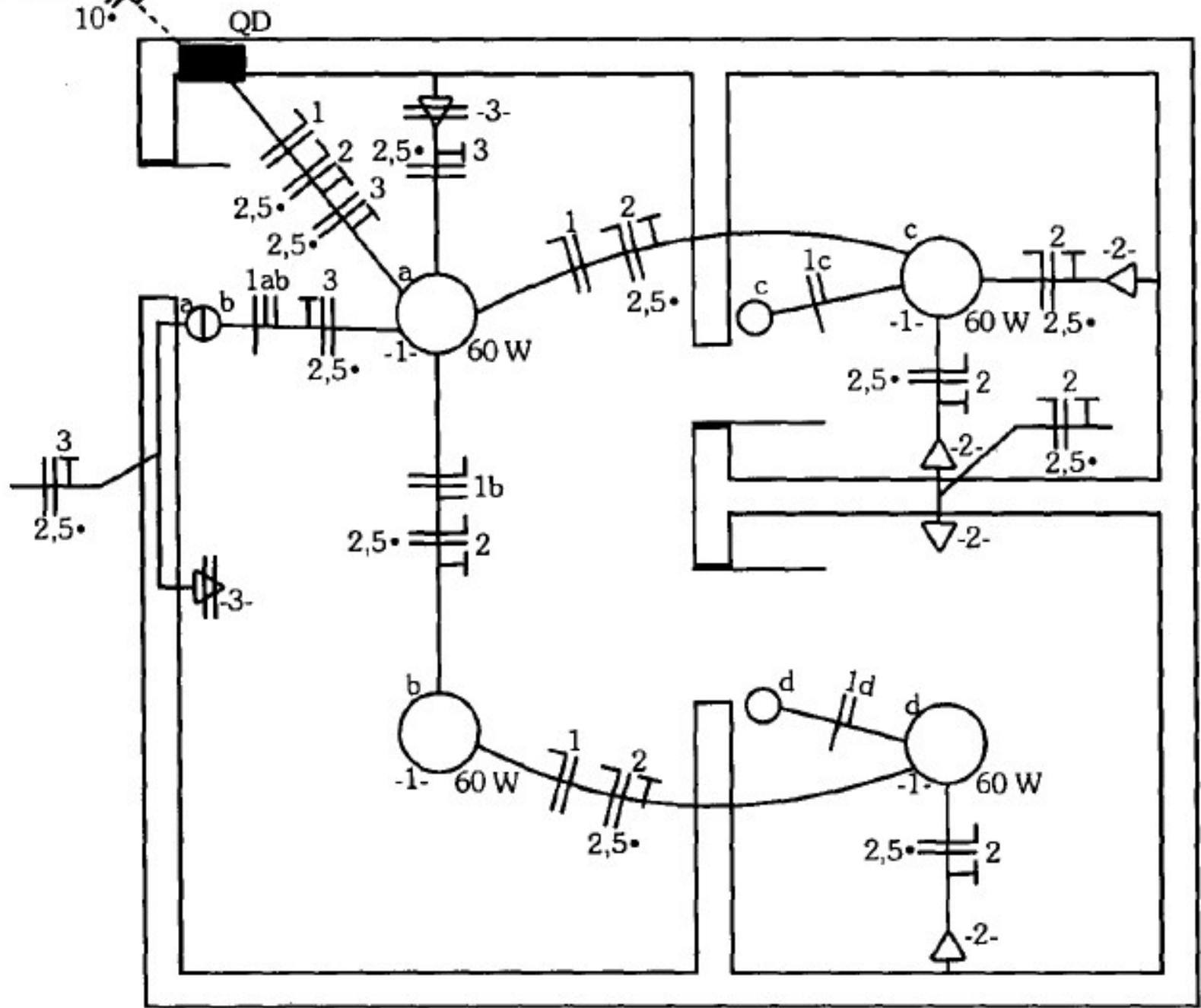
Esquema multifilar

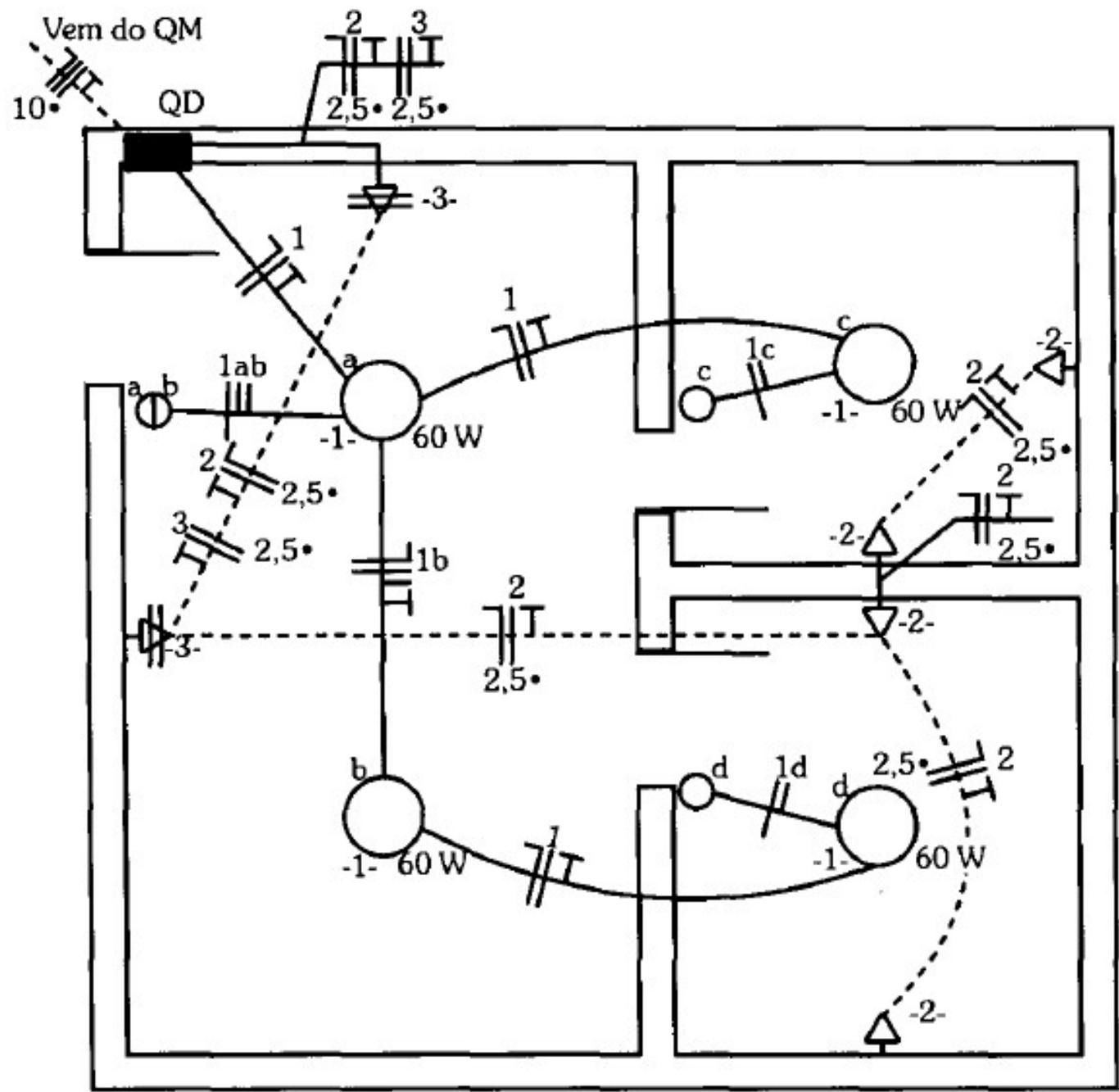


# Esquema Unifilar



Vem do QM









# Tópicos de Luminotécnica

# Luminotécnica

- É o estudo minucioso das técnicas das fontes e iluminação artificial através da energia elétrica.
- Escolha a modalidade de iluminação
- Quantidade e tipos de lâmpadas
- Tipos de Luminárias
- Suas localizações



# Conceitos e Grandezas Luminotécnicas

- Luz
- Fluxo Luminoso
- Eficiência Luminosa
- Intensidade Luminosa
- Iluminância
- Luminância



# Luz

- É uma forma de energia radiante.
- Região da luz visível 380 a 780 nanômetros (nm)
- $1\text{nm} = 10^{-9}\text{metros}$



## ➤ CURVA DE DISTRIBUIÇÃO LUMINOSA OU CURVA FOTOMÉTRICA

- É a representação da Intensidade Luminosa em todos os ângulos em que ela é direcionada num plano.



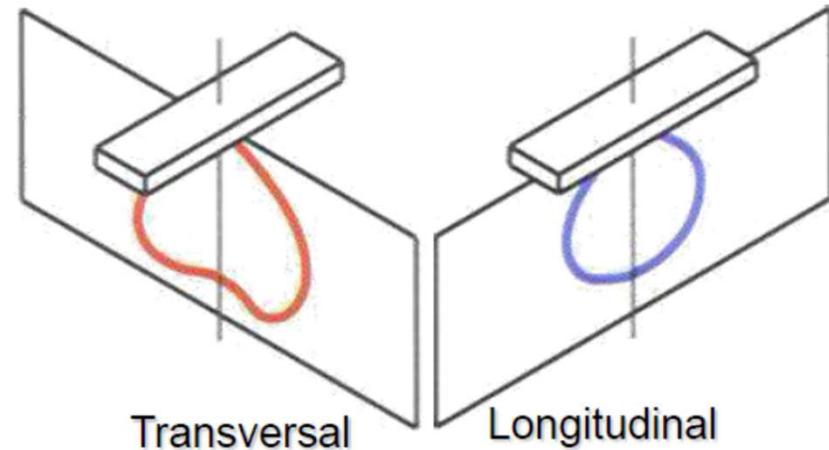
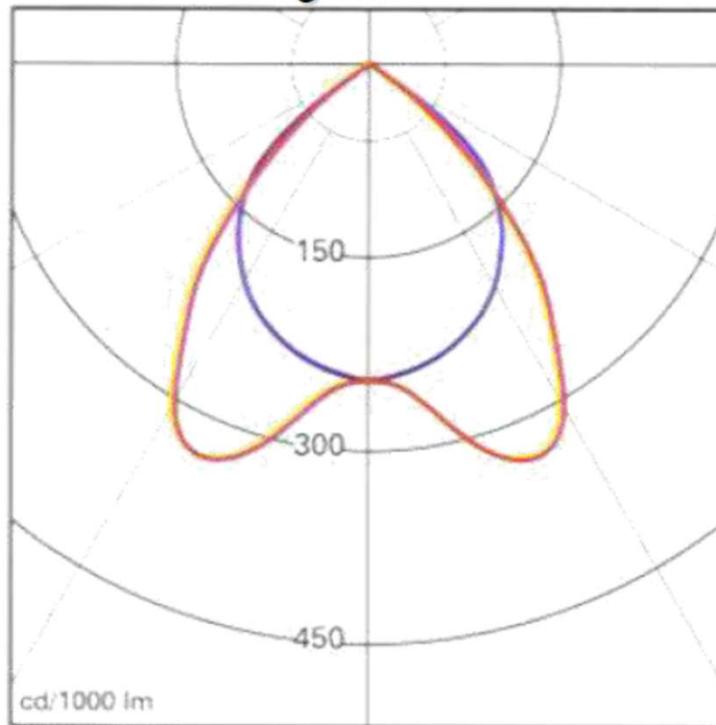
A **curva de distribuição luminosa** é apresentada em coordenadas polares (cd/1000 lm) para diferentes planos. São estas curvas que indicam se a lâmpada ou calha de iluminação tem uma distribuição de luz concentrada, difusa, simétrica, assimétrica, etc.



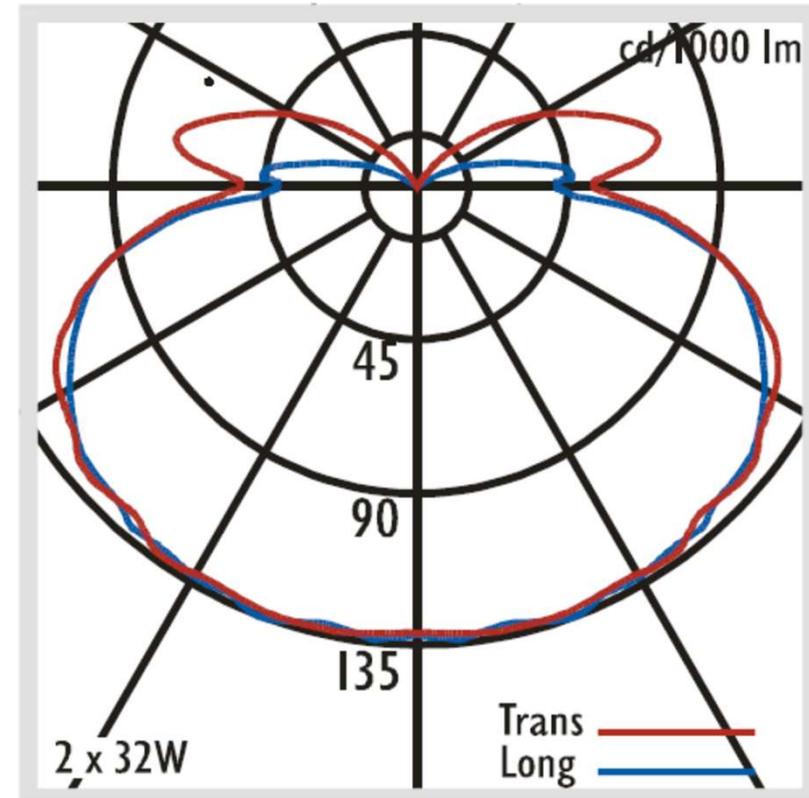
➤ **CURVA DE DISTRIBUIÇÃO LUMINOSA OU CURVA FOTOMÉTRICA**

**Diagrama de Intensidade Luminosa.**

Diagrama



➤ **CURVA DE DISTRIBUIÇÃO LUMINOSA OU CURVA FOTOMÉTRICA**  
**Diagrama de Intensidade Luminosa.**



# Iluminância

- A Iluminância ou iluminação de uma superfície é a relação entre o fluxo luminoso que recebe a superfície e a sua extensão. A Iluminância é representada pela letra E, sendo a sua unidade de medida o lux. A fórmula que expressa a Iluminância é:

$$E = \varphi / S$$

- Se deduz da fórmula que quanto maior o Fluxo Luminoso incidente sobre a superfície, maior será a sua Iluminância, e que, para um mesmo Fluxo Luminoso incidente, a Iluminância será maior na medida em que a superfície seja diminuída.

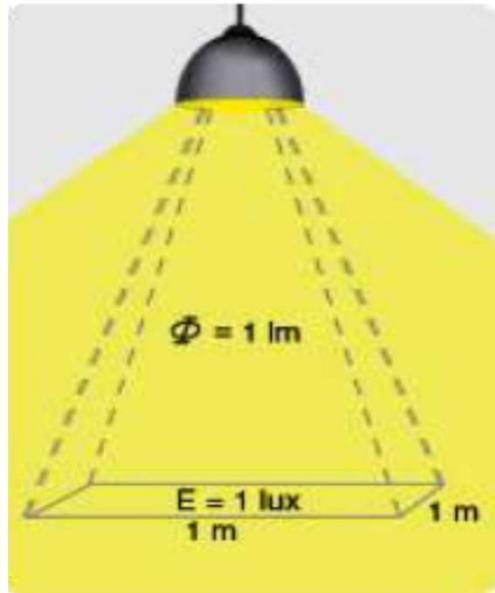
- O lux, unidade de Iluminância, define-se como a iluminação de uma superfície de um metro quadrado que recebe uniformemente dividido um Fluxo Luminoso de um lúmen.

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ lm} / 1 \text{ m}^2$$

- A Iluminância constitui um dado importante para valorizar o nível de iluminação que existe num posto de trabalho, na superfície de um recinto, numa estrada....

# Iluminância

- Iluminação de uma superfície de  $1\text{m}^2$  atingida por um fluxo de  $1\text{lm}$ .



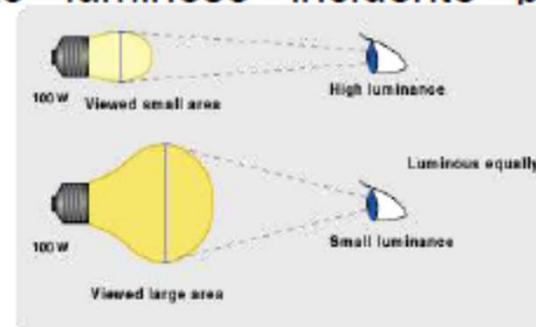
Símbolo: **E**

Unidade: **lux (lx)**

A intensidade de iluminação **E**, de um superfície, é o fluxo luminoso  $\Phi$  recebido na superfície **S** por unidade de área:

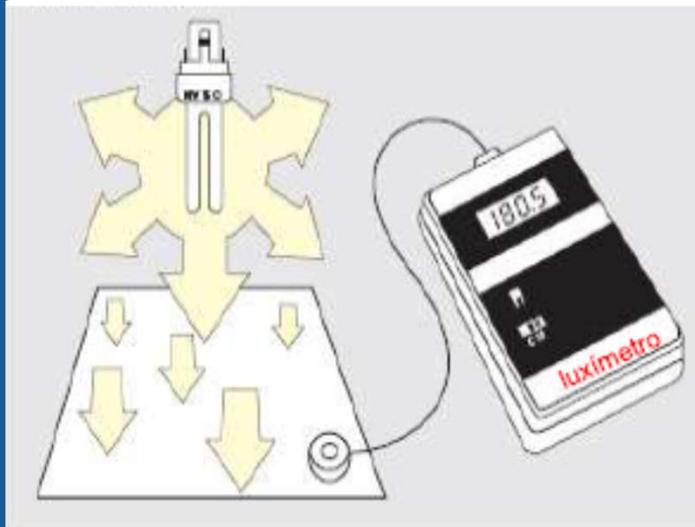
$$E = \Phi / S$$

- O nível de iluminação ou iluminância define-se também como o fluxo luminoso incidente por unidade de superfície:



- Por sua vez, o **Lux** pode-se definir como a iluminação de uma superfície de  $1\text{m}^2$  quando sobre ela incide, uniformemente repartido, um fluxo luminoso de 1 Lúmen.

# Iluminância

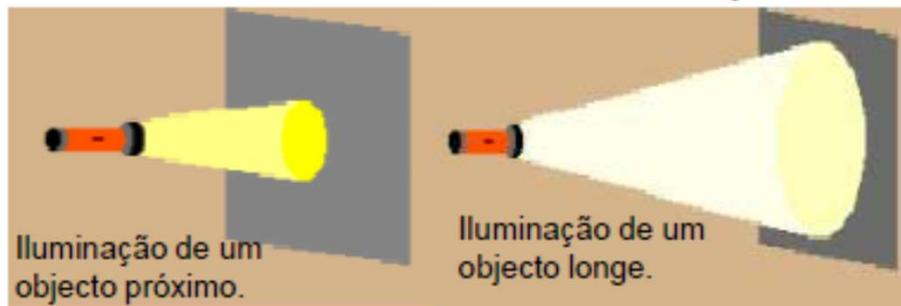


Símbolo: **E**

Unidade: **lux (lx)**

$$E = \frac{\Phi}{S} \Rightarrow \text{lux} = \frac{\text{lumen}}{\text{m}^2}$$

- Na prática, é a quantidade de luz dentro de um ambiente, e pode ser medida com o auxílio de um **luxímetro** ou **Fotómetro**. Como o fluxo luminoso não é distribuído uniformemente, a iluminância não será a mesma em todos os pontos da área em questão.



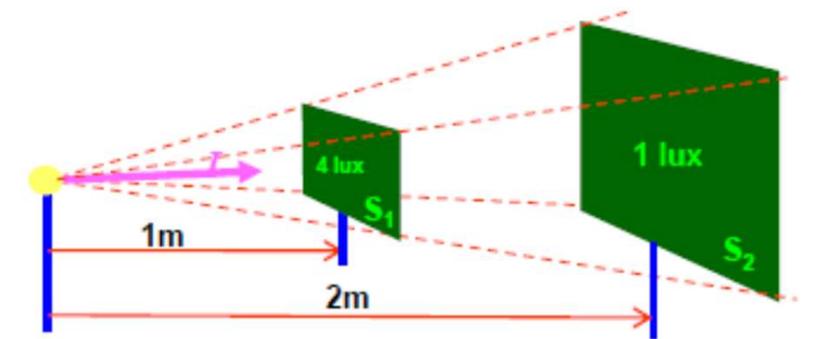
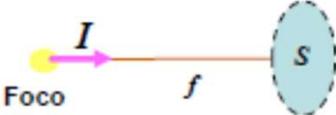
**luxímetro**



- Ao iluminar com uma lanterna objectos situados a diferentes distâncias e se se põe a mão diante da lanterna podemos ver esta fortemente iluminada por um círculo pequeno, e se se ilumina uma parede distante, o círculo é grande e a luz débil. Esta experiência simples representa muito bem o conceito de iluminância.

# Iluminância

- O exemplo da lanterna demonstra que a Iluminância depende da distância do foco ao objecto iluminado. É algo similar ao que ocorre quando ouvimos um carro a aproximar-se; ao principio ouve-se alto e claro, depois vai diminuindo até perder-se. O que ocorre com a Iluminância é conhecido pela lei inversa dos quadrados que relaciona a intensidade luminosa ( $I$ ) e a distância da fonte. Esta lei só é válida se a direcção do raio de luz incidente e perpendicular á superfície.

<p>Lei Inversa dos quadrados</p> $E = \frac{I}{d^2}$		$\text{Iluminância} = \frac{\text{Intensidade luminosa}}{\text{Quadrado da distância}}$ 
--	--	---

- **Observemos:** como uma fonte de luz com uma intensidade luminosa de 200 candelas na direcção do eixo da figura determina sobre um ponto situado a 1 metro de distância, um nível de iluminação de:

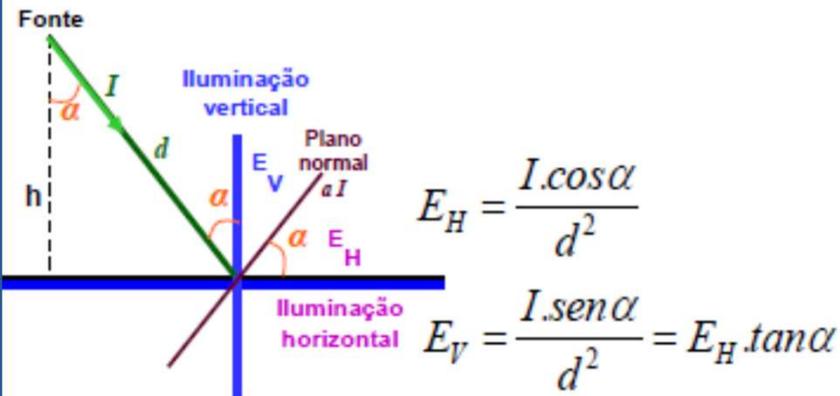
$$E = \frac{I}{d^2} = \frac{200}{1^2} = 200 \text{ lux}$$

- Agora suponhamos que o ponto está situado a 3 metros, o nível de iluminação se verá reduzido para o valor:

$$E = \frac{200}{3^2} = \frac{200}{9} = 22,2 \text{ lux}$$

# Iluminância

- No caso em que o raio não seja perpendicular há que descompor a Iluminância recebida numa componente horizontal e outra vertical á superfície.



❖ A componente horizontal da Iluminância ( $E_H$ ) é conhecida como a lei do coseno. É fácil ver que se  $\alpha = 0$ , ficamos com a lei inversa quadrados.

- ❖ Se expressarmos  $E_H$  e  $E_V$  em função da distância do foco á superfície ( $h$ ) fica:

$$E_H = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{h^2} \quad E_V = \frac{I \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha}{h^2}$$

# Exemplos de Iluminância

- No verão, com céu limpo ao ar livre ..... 100.000 (lx)
- Dia encoberto de verão ..... 20.000 (lx)
- No verão à sombra de uma árvore ..... 10.000 (lx)
- Dia escuro de inverno ..... 3.000 (lx)
- Interiores, através de uma janela ..... 2.000 (lx)
- Boa iluminação de trabalho interno ..... 1.000 (lx)
- Boa iluminação de rua ..... 20 - 40 (lx)
- Ao ar livre com lua cheia ..... 0,25 (lx)
- Luz de estrelas ..... 0,01 (lx)

# Intensidade Luminosa

- É a potência de radiação visível numa determinada direção.
- Simbolo → I
- Unidade → candela (cd)
- É mostrada na forma de um diagrama polar (CDL), em termos de candelas por 1000 lumens do fluxo da Lâmpada.
- Ex: Se o fluxo luminoso da lâmpada for 3250 lumens o fator será:  $3250/1000 = 3,25$ .



# Fluxo Luminoso

- É a potência de radiação total emitida por uma fonte de luz e capaz de estimular a retina ocular à percepção da luminosidade.
- Unidade **L u m e n** ( l m )
- Lâmpada incandescente 100w: 1560 lumens
- Lâmpada fluorescente 40w: 3150 lumens
- Lâmpada fluorescente 21w: 2100 lumens



# Eficiência Luminosa

- É a medida da relação entre a quantidade de luz produzida e a energia consumida.
- Unidade Lumen/watts
- $Ef. Luminosa = \frac{lúmen}{watt} = \frac{1560}{100} = 15,6 \text{ lm/W}$

# Exemplos

- Lâmpada incandescente standard 100 W:

$$\text{Ef. Luminosa} = \frac{\text{lúmen}}{\text{watt}} = \frac{1560}{100} = 15,6 \text{ lm/W}$$

- Lâmpada fluorescente TLTRS 40 W:

$$\text{Ef. Luminosa} = \frac{\text{lúmen}}{\text{watt}} = \frac{3150}{40} = 78,8 \text{ lm/W}$$

- Lâmpada fluorescente TL5 HE 21 W:

$$\text{Ef. Luminosa} = \frac{\text{lúmen}}{\text{watt}} = \frac{2100}{21} = 100 \text{ lm/W}$$

# Lâmpadas Incandescentes

As incandescentes são lâmpadas que produzem luz pela incandescência por meio de um filamento, normalmente tungstênio, que é o material que mais se adaptou às elevadas temperaturas que se verificam no interior das lâmpadas, onde existe vácuo ou um gás raro), e que de acordo com a sua constituição interna podem ser classificadas em lâmpadas incandescentes convencionais e lâmpadas incandescentes halogénas.

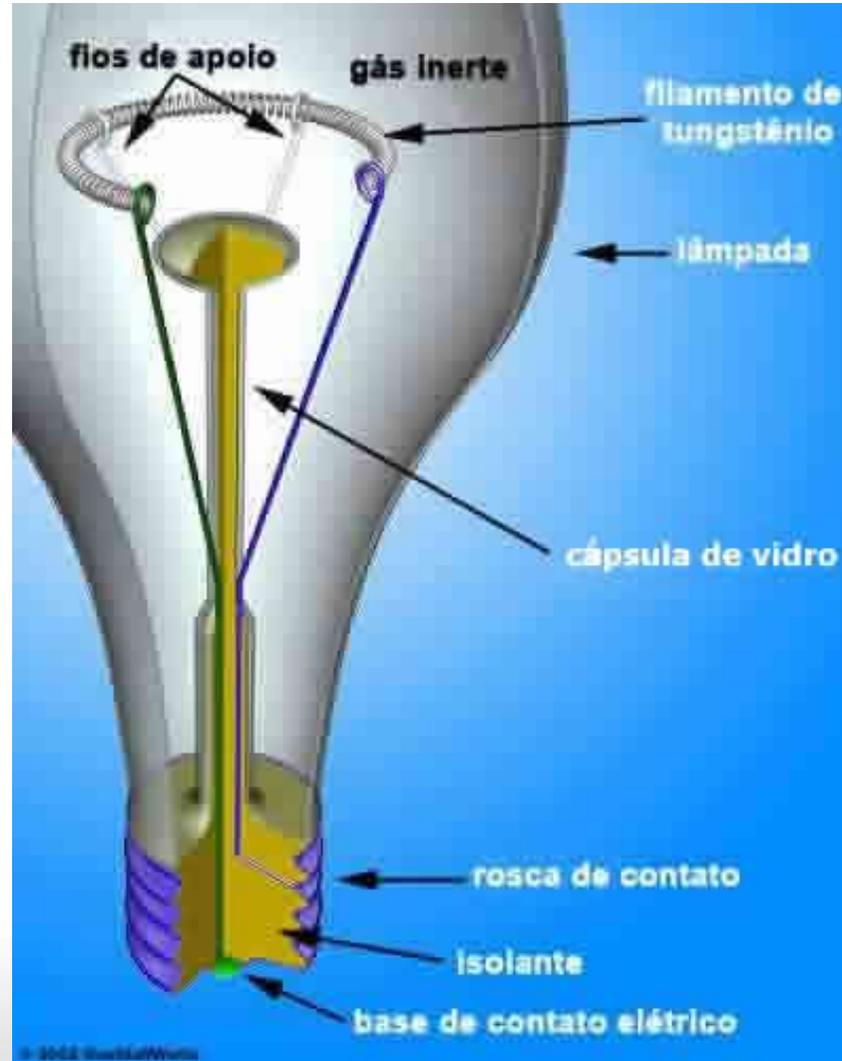


# Características

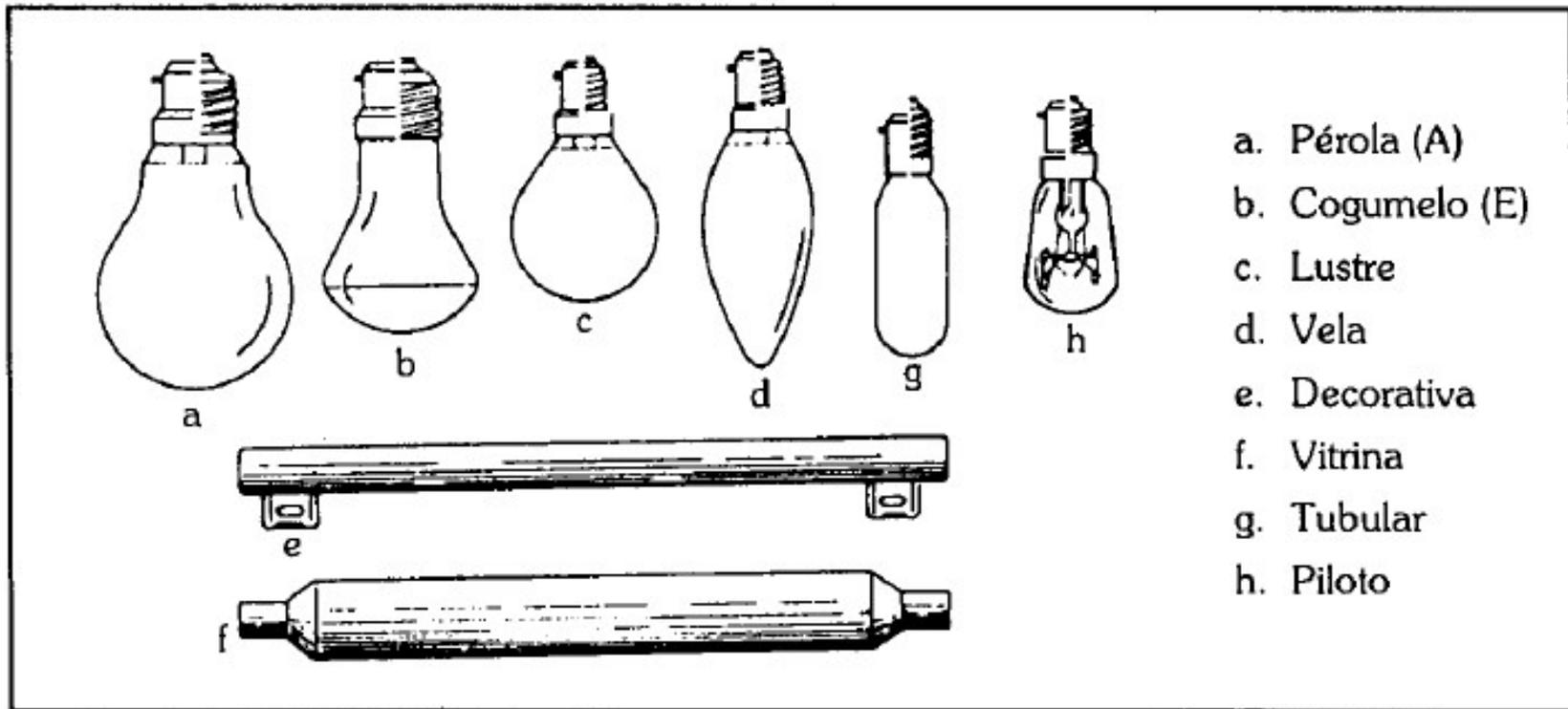
- Temperatura do filamento, normalmente é superior a 2 000°C.
- Vida útil: Em média 1 000 horas de funcionamento.
- Índice de restituição de cor: Possui geralmente um IRC de 100.
- Rendimento luminoso (lm/w): Têm o menor rendimento luminoso de todas as lâmpadas (cerca de 17 lm/W)
- Temperatura de cor: 2.700 K



# Lâmpada Incandescente



# Modelos de Lâmpadas Incandescentes



# Tipos de Lâmpadas Incandescentes

- Lâmpada para uso geral
- Lâmpadas Específicas
- Lâmpadas decorativas
- Lâmpadas refletoras/defletoras ou espelhadas
- Lâmpadas Halógenas
- Lâmpadas Infravermelhas



# Lâmpadas de uso geral



# Lâmpadas Específicas



Lâmpadas de  
12 Volts



Lâmpadas de  
Painéis



Lâmpadas  
Pingo

# Lâmpadas Decorativas



# Lâmpadas Refletoras e Espelhadas



# Lâmpadas Halógenas

As lâmpadas halogénas funcionam da mesma forma que as incandescentes convencionais. A diferença entre elas é que nas halogénas introduz-se gases halogénos (iodo ou bromo) que, no interior da ampola (bulbo) combinam-se com as partículas de tungstenio desprendidas do filamento.

## **Características**

- Elevadas potências;
- Maior tempo de vida, variando de 2000 a 4000 horas;
- Melhor rendimento luminoso;
- São mais caras;
- Luz branca e brilhante;
- Maior eficiência energética;
- Dimensões menores, da ordem de 10 a 100 vezes.



# Lâmpadas Halógenas

## APLICAÇÃO

São normalmente usadas em iluminação de estádios desportivos, pátios, iluminação externa, teatros, estúdios de TV, museus, monumentos, máquinas de xerox, etc.

As três Lâmpadas Halógenas



Dicroica



AR-70



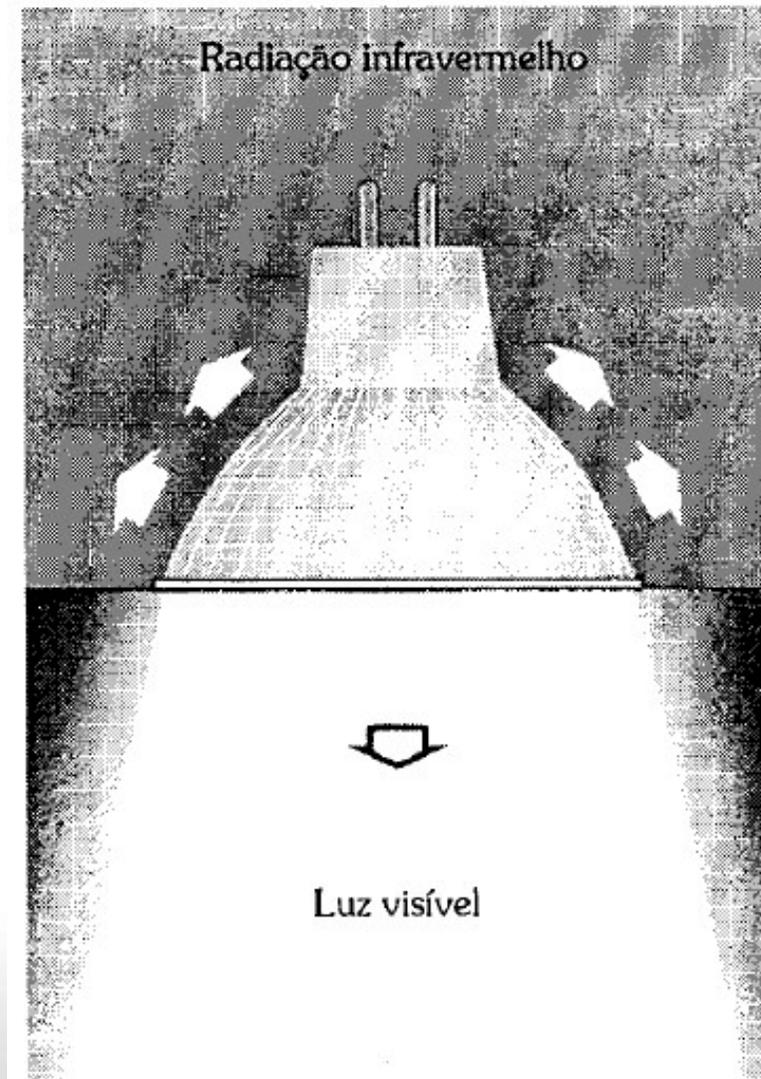
PAR-20

# Lâmpada Halógena Dicroica

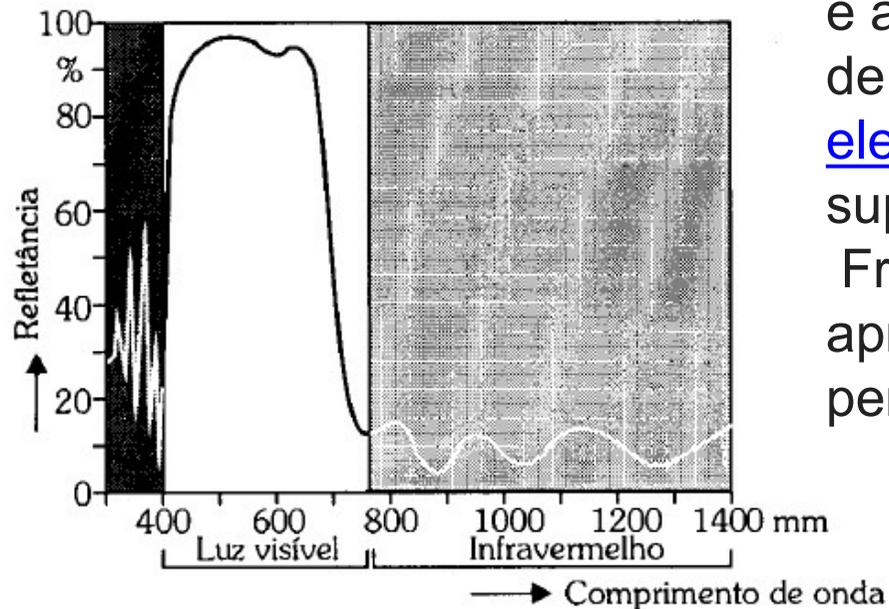
- Devido as características do refletor dicroico, a luz é emitida para frente, enquanto o calor (radiação infravermelha) é desviado para trás.
- Fechada (facho de  $12^\circ$ ,  $24^\circ$  e  $36^\circ$  com refletor dicroico com vidro frontal).
- Aberta (facho de  $24^\circ$  e  $36^\circ$  com refletor dicroico sem vidro frontal).



# Lâmpada Halógena Dicróica



# Reflectância - Dicróica



é a proporção entre o fluxo de radiação eletromagnética incidente numa superfície e o fluxo que é refletido. Frequentemente a reflectância é apresentada sob a forma de percentagem.

$$R = \frac{F_R}{F_I}$$

FR : Fluxo de radiação eletromagnética refletido.

FI Fluxo de radiação eletromagnética incidente

- Se for 0 não há reflexão;
- Se for 1 toda a radiação é refletida.

# Halógena HA Plus Line



- Base de contato embutido
- As lâmpadas de 1000w possuem dois fusíveis internos.
- Dimerizável
- Acendimento e reacendimento automático.

# Lâmpada Par Halógena

- Refletor parabólico revestido de alumínio.
- Filamento especial, que associado ao vidro frontal granulado, garante um fecho de luz branco e brilhante.
- Dimerizável
- Acendimento e reacendimento automático.



# Cuidados de Lâmpadas Halógenas

- Não tocar o bulbo com as mãos.
- Existência de fusíveis em lâmpadas de alta potência.
- O halógeno é um gás pesado, logo deve-se utilizar a lâmpada na inclinação correta.
- Temperaturas elevadas na base e soquete devido a elevada corrente (4,2 A aprox.)



# Lâmpada Infravermelha

- Emite radiações na faixa do infravermelho com comprimento de onda que varia de 780nm a 1400nm.
- Pequeno fluxo de luz visível.
- Aplicações: Indústrias gráficas na secagem de tintas.
- Criações de animais, pintinhos, porcos e bezerros.



# Lâmpadas da Philips

## Lâmpadas Incandescentes para Uso Geral.

Tipo de Lâmpada	Potência (W)	Tensão (V)	Acabamento	Base	Fluxo Luminoso Médio (lm)	
					127 V	220 V
Soft	25	127/220	argenta	E-27	220	190
Soft	40	127/220	argenta	E-27	430	370
Soft	60	127/220	argenta	E-27	720	640
Soft	100	127/220	argenta	E-27	1375	1210
Standard	25	127/220	claro	E-27	260	220
Standard	40	127/220	claro	E-27	490	430
Standard	60	127/220	claro	E-27	820	730
Standard	100	127/220	claro	E-27	1560	1380
Standard	150	127/220	claro	E-27	2440	2220
Standard	200	127/220	claro	E-27	3400	3150

# Lâmpadas da Philips

## Lâmpada Refletora Comum.

Tipo de Lâmpada	Potência (W)	Tensão (V)	Bulbo	Fluxo Luminoso Médio (lm)		Intensidade no Centro do Facho (cd)		Abertura do Facho	Base
				127 V	220 V	127 V	220 V		
Mini Spot	40	127/220 V	R63	330	300	315	330	30°	E-27
Mini Spot	60	127/220 V	R63	550	485	545	530	30°	E-27
Mini Spot Ouro	60	127/220 V	R63	505	475	480	360	30°	E-27
Bulbo Prateado	100	127/220 V	A65	1100	1100	-	-	-	E-27

# Lâmpadas da Philips

## Lâmpadas Refletoras Spotline.

Tipo de Lâmpada	Potência (W)	Tensão (V)	Acabamento	Intensidade no Centro do Facho (cd)	Base
Mini Spot R63	40	130/230	espelhado	570	E-27
	60	130/230	espelhado	1000	E-27
	40	130/230	amarelo	-	E-27
	40	130/230	vermelho	-	E-27
	40	130/230	verde	-	E-27
	40	130/230	azul	-	E-27
Comptalux Spot R80	60	130/230	espelhado	1100	E-27
	100	130/230	espelhado	2000	E-27
Comptalux	100	130/230	espelhado	3000	E-27
Facho Médio R95	150	130/230	espelhado	4150	E-27
Bulbo Prateado R60	60	130/230	espelhado	(1)	E-27

# Lâmpadas da Philips

Dicróica Aberta - EXZ e Dicróica Fechada - EXN.

<b>Código Comercial</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Tensão<sup>(1)</sup> (V)</b>	<b>Abertura do Facho</b>	<b>Temperatura de Cor (K)</b>	<b>Intensidade Luminosa (cd)</b>	<b>Vida Média (h)</b>	<b>Base2</b>
DIC-A24-12V50	50	12	24°	3000	3100	3000	GU 5.3
DIC-A36-12V50	50	12	36°	3000	1800	3000	GU 5.3
DIC-F12-12V50	50	12	12°	3000	8200	4000	GU 5.3
DIC-F24-12V50	50	12	24°	3000	3100	4000	GU 5.3
DIC-F36-12V50	50	12	36°	3000	1800	4000	GU 5.3

(1) Requer transformador; (2) Base GU 5.3 é intercambiável com base GX 5.3

# Lâmpadas da Philips

## Lâmpada Halógena HA Plus Line.

<b>Código Comercial</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Tensão (V)</b>	<b>Fluxo Luminoso (lm)</b>	<b>Base</b>	<b>Vida Média (h)</b>
HA200-120V	200	120	3520	R7S-15	2000
HA200-230V	200	230	3520	R7S-15	2000
HA300-120V	300	120	5200	R7S-15	3000
HA300-230V	300	230	5600	R7S-15	2000
HA500-120V	500	120	9500	R7S-15	3000
HA500-230V	500	230	9900	R7S-15	2000
HA1000-120V	1000	120	22000	R7S-15	2000
HA1000-230V	1000	230	24200	R7S-15	2000

# Lâmpadas de descarga

As lâmpadas fluorescentes funcionam de modo semelhante aos tubos de descarga de gás néon, possuem um par de eletrodos em cada extremo. Os elétrons são emitidos de um eletrodo por meio de uma sobretensão. O tubo de vidro é coberto com um material à base de fósforo, este, quando excitado com radiação ultravioleta gerada pela ionização dos gases, geralmente vapor de mercúrio, produz luz visível.

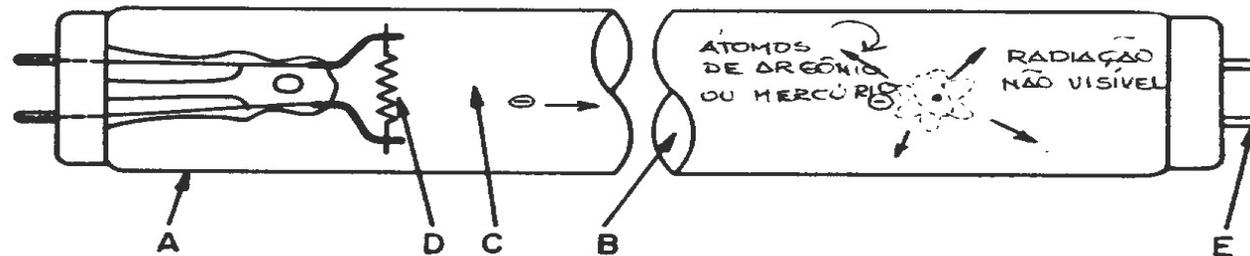
Necessita de equipamentos auxiliares:

- reator
- *arrancador (starter)*.



# LÂMPADA FLUORESCENTE

vapor de argônio ou mercúrio a baixa pressão  
parede interna revestida com material fluorescente

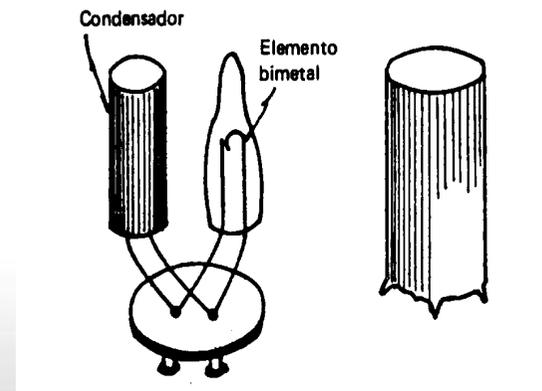


Partes componentes de uma lâmpada fluorescente. *A*, tubo de vidro; *B*, camada fluorescente; *C*, meio interno; *D*, filamento de tungstênio recoberto com óxidos emissores de elétrons; *E*, terminais externos

## PARTIDA E OPERAÇÃO

"starter" e reator.

"starter"



# Reatores

Geralmente são bobinas enroladas em um núcleo de ferro, têm duas funções: Produzir a sobretensão no momento do desligamento do *arrancador* e limitar corrente. No momento em que se dá a condução do gás, tudo se passa como se houvesse um curto-circuito, pois a resistência elétrica passa a ser quase nula, porém neste momento o reator age como uma reatância, limitando a corrente. Os reatores podem ser simples ou duplos, de alto ou baixo fator de potência e aumentam a carga das lâmpadas em cerca de 25%.



Reator eletrônico



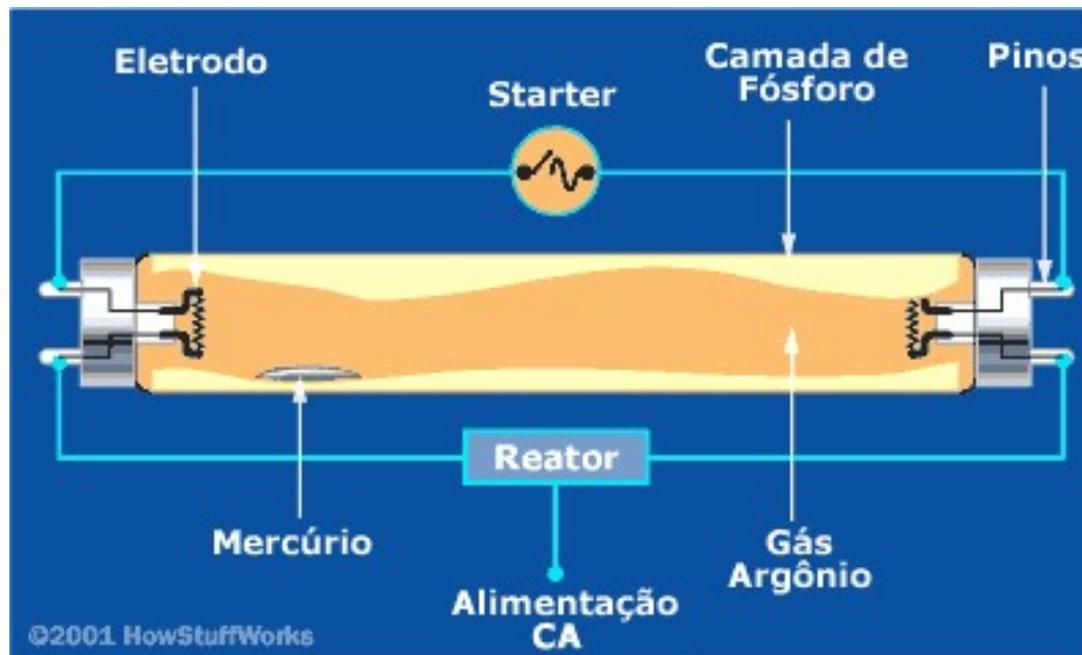
Reator convencional

## Starter

Baseia-se no princípio do bimetálico, isto é, um contato que no início do funcionamento está fechado mas que com o aquecimento da lâmina, abre o circuito, produzindo a sobretensão necessária para dar partida à lâmpada. Há reatores de partida rápida, isto é, que não necessitam de *starter*, pois no momento em que é ligado o circuito já se produz a tensão suficiente à partida da lâmpada.



# Funcionamento Lâmpadas Fluorescentes



# LÂMPADA FLUORESCENTE

## VIDA MÉDIA

7500 h a 25000 h

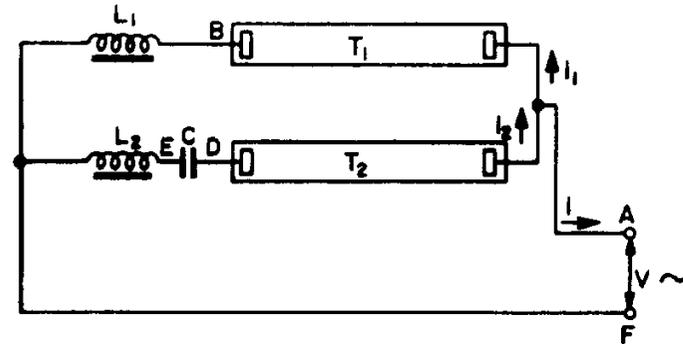
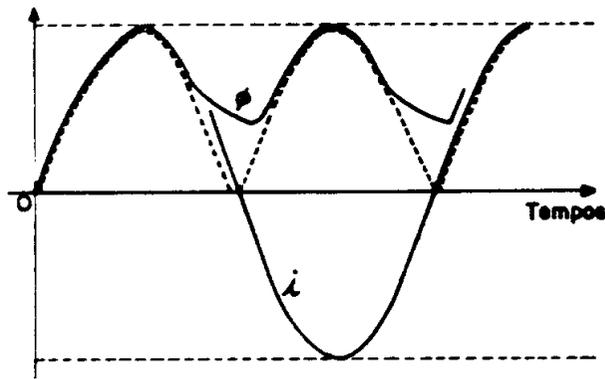
## RENDIMENTO

64 lm/W a 75 lm/W + consumo do reator 15%



# EFEITO ESTROBOSCÓPICO

fluxo luminoso emitido é proporcional à corrente  
“flicker”



## MÉTODOS PARA REDUÇÃO DO EFEITO

reatores duplos - com capacitor em série

reatores eletrônicos

# Lâmpadas Fluorescentes



# Vapor de Mercúrio

- No interior do tubo fluorescente são colocadas gotículas de mercúrio líquido. O mercúrio vaporiza-se numa pressão muito baixa.
- O mercúrio irradia energia na região do ultravioleta.

# Gás de enchimento

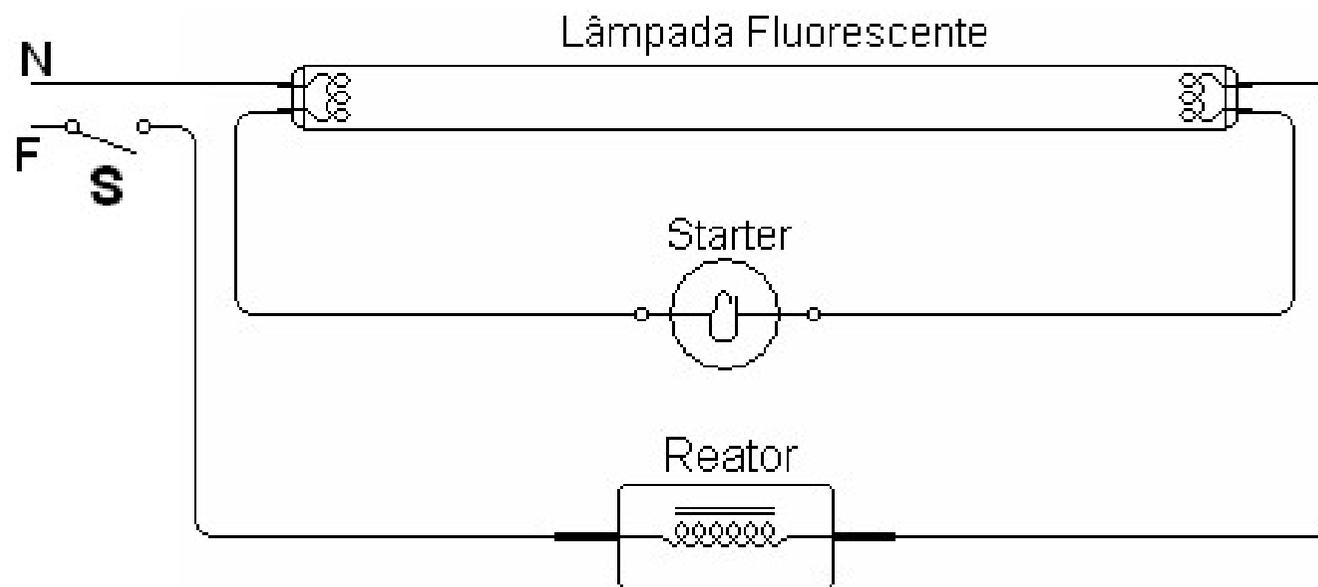
- Além das gotículas de mercúrio, é injetada no interior do tubo uma pequena quantidade de um gás raro e de alta pureza.
- O argônio é o mais empregado
- Uma vez ionizado o gás através da tensão aplicada, sua resistência decresce, permitindo que a corrente flua e o mercúrio se vaporize.

# Camada de pó fluorescente

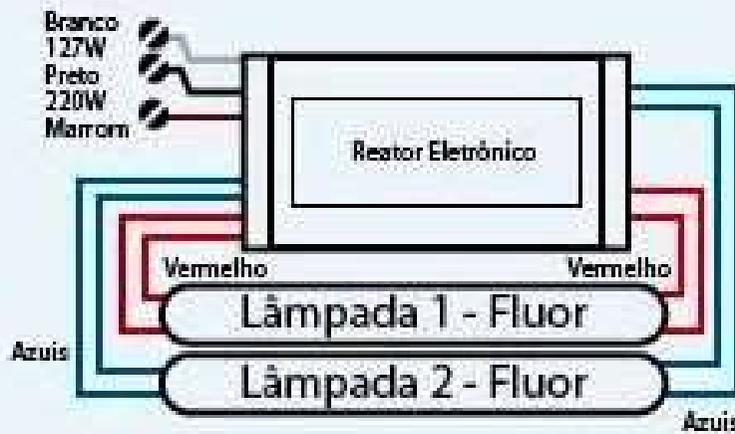
- Transforma a radiação ultravioleta em luz visível.
- As partículas de pó fluorescente na camada são muito pequenas, diâmetros de 0,0018cm.
- Utiliza-se o fósforo como pó fluorescente.



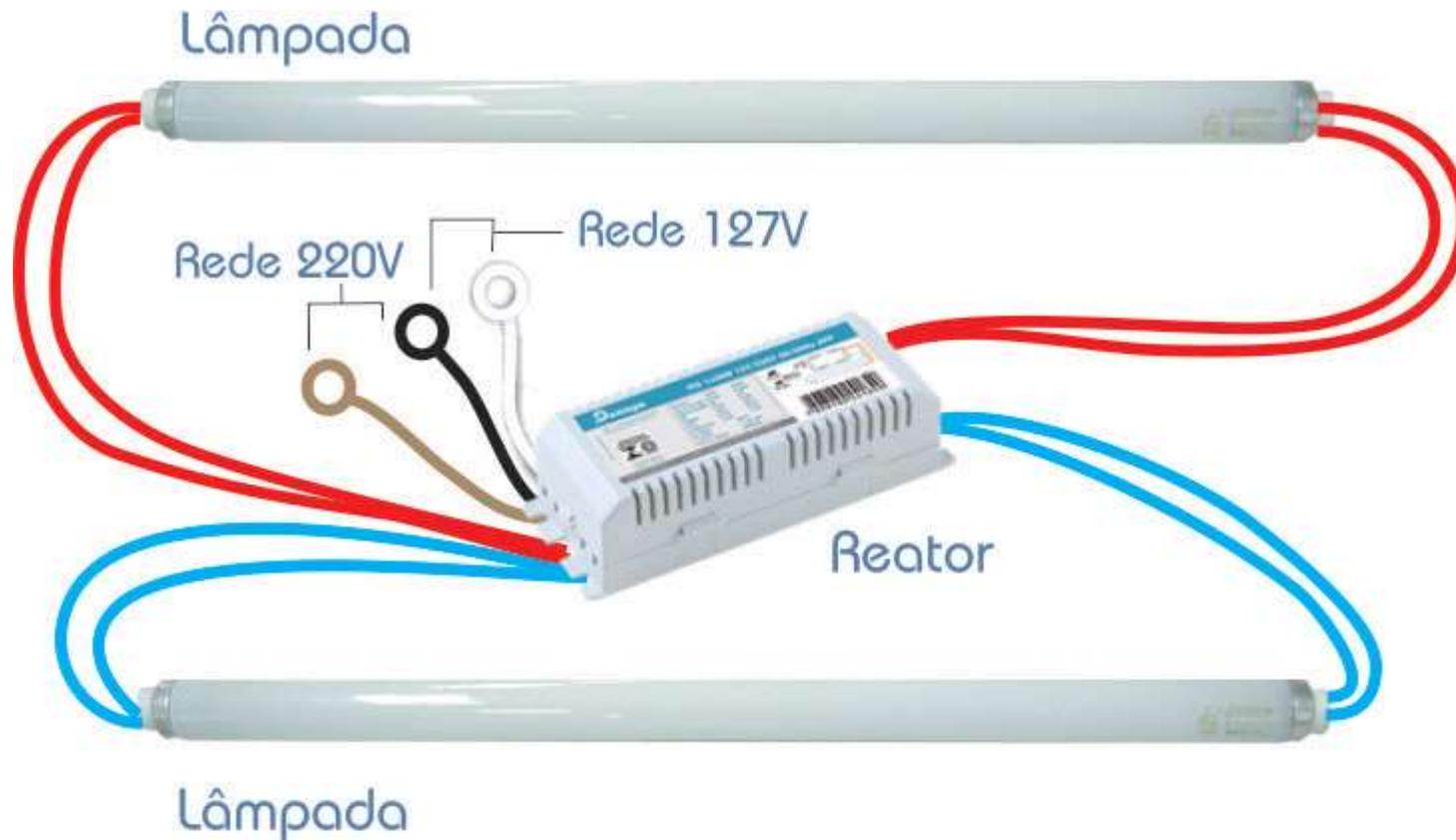
# Circuito Convencional



# Circuito de Partida Rápida



# Partida Rápida



# TLD da Philips



# Lâmpadas Fluorescente Integradas



- Iluminação Uniforme
- Fácil instalação, base E-27
- 65% mais econômica que a incandescente
- Reator magnético incorporado.

# Lâmpadas Fluorescentes não Integradas

- Lâmpadas de 2 pinos
- Economia de 80% de Energia (incandescentes)
- Boa reprodução de cores
- Starter integrado
- Não possui reator integrado

# Lâmpadas não Integradas - Philips



PL-C



PL-S



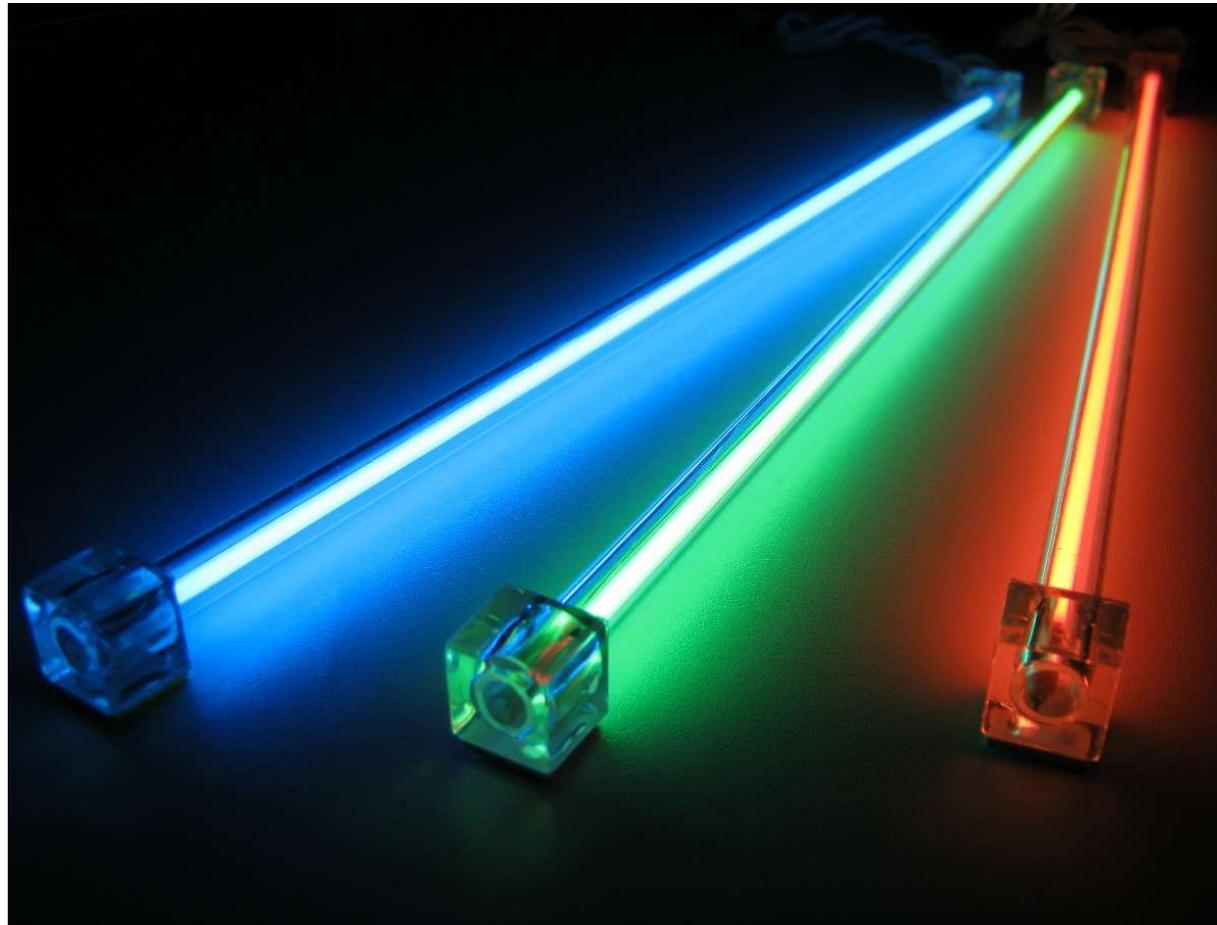
PL-T

# Lâmpadas de Neon

- Um dos gases existentes no ar atmosférico, o néon brilha com grande luminosidade quando excitado pela corrente elétrica.
- Os tubos, contendo o gás neon, podem ser feitos nas mais diversas formas e tamanhos.
- Necessitam de transformadores para elevar as tensões de 2000volts a 15000volts.



# Lâmpadas de Neon



# Lâmpadas de Vapor de sódio

Designação dada a um tipo de lâmpada de descarga em meio gasoso que utiliza um plasma de vapor de sódio para produzir luz. Existem duas variantes deste tipo de lâmpadas: de *baixa pressão* (em geral designadas *LPS*) e de *alta pressão* (*HPS*). Como as lâmpadas de vapor de sódio causam menos poluição luminosa que outras tecnologias utilizadas para iluminação pública, cidades próximas de observatórios astronômicos e localidades onde se pretende manter a visibilidade do céu noturno, ou onde é necessário reduzir a iluminação para proteger a biodiversidade, usam esse tipo de lâmpada.



# Dados técnicos Philips

## Lâmpadas Fluorescentes Compactas PL Eletronic.

<b>Código Comercial</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Tensão (V)</b>	<b>Fluxo Luminoso (Lumens)</b>	<b>IRC</b>	<b>Comprimento Máximo (mm)</b>	<b>Eficiência (lm/W)</b>
PL-ELET-9W-120V	9	127	400	82	134	44
PL-ELET-9W-230V	9	230	400	82	122	44
PL-ELET-11W-120V	11	127	600	82	150	55
PL-ELET-11W-230V	11	230	600	82	138	55
PL-ELET-15W-127V	15	127	900	82	170	60
PL-ELET-15W-230V	15	230	900	82	159	60
PL-E/C-15W-120V	15	127	900	82	121	60
PL-E/C-15W-230V	15	230	900	82	124	60
PL-ELET-20W-120V	20	127	1200	82	140	60
PL-ELET-20W-230V	20	230	1200	82	143	60
PL-ELET-23W-120V	23	127	1500	82	155	65
PL-ELET-23W-230V	23	230	1500	82	158	65

Base: E-27.

# Dados técnicos Philips

## Lâmpadas Fluorescentes Compactas Não Integradas: PL-S.

<b>Código Comercial</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Tensão (V)</b>	<b>Corrente (mA)</b>	<b>Fluxo Luminoso (lm)</b>	<b>Eficiência (lm/W)</b>	<b>IRC</b>
PL-S-9W/27	9	60	170	570	66	82
PL-S-9W/84	9	60	170	570	66	80
PL-S-11W/27	11	89	160	880	75	82
PL-S-11W/84	11	89	160	880	75	80
PL-S-13W/27	13	59	280	810	62	82
PL-S-13W/84	13	59	280	810	62	80

Base: Bipino

# Dados técnicos Philips

## Lâmpadas Fluorescentes - TLT e TLD.

<b>Código Comercial</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Tensão Média na Lâmpada (V)</b>	<b>Corrente Média na Lâmpada (mA)</b>	<b>Fluxo Luminoso* Médio (lm)</b>	<b>Eficiência (lm/W)</b>	<b>IRC</b>
TLD 15/75	15	54	0,32	800	75 Extra Luz do dia	70
TLD 30/75	30	96	0,37	2.000	75 Extra Luz do dia	70
TLDRS 16/64	16	67	0,27	1.070	64 Branco Comfort	66
TLDRS 32/64	32	139	0,27	2.350	64 Branco Comfort	66
TLTRS 20/75	20	58	0,36	1.100	75 Extra Luz do dia	70
TLTRS 40/75	40	106	0,42	2.600	75 Extra Luz do dia	70
TLTRS 65/75	65	110	0,67	4.400	75 Extra Luz do dia	70
TLTRS 110/75	110	160	0,80	7.600	75 Extra Luz do dia	70

Base: TLTRS110/75 (R17D); as demais: Base (G13) - Bipino. \*Após 100 horas de funcionamento.

# Luminárias



RESIDENCIAL

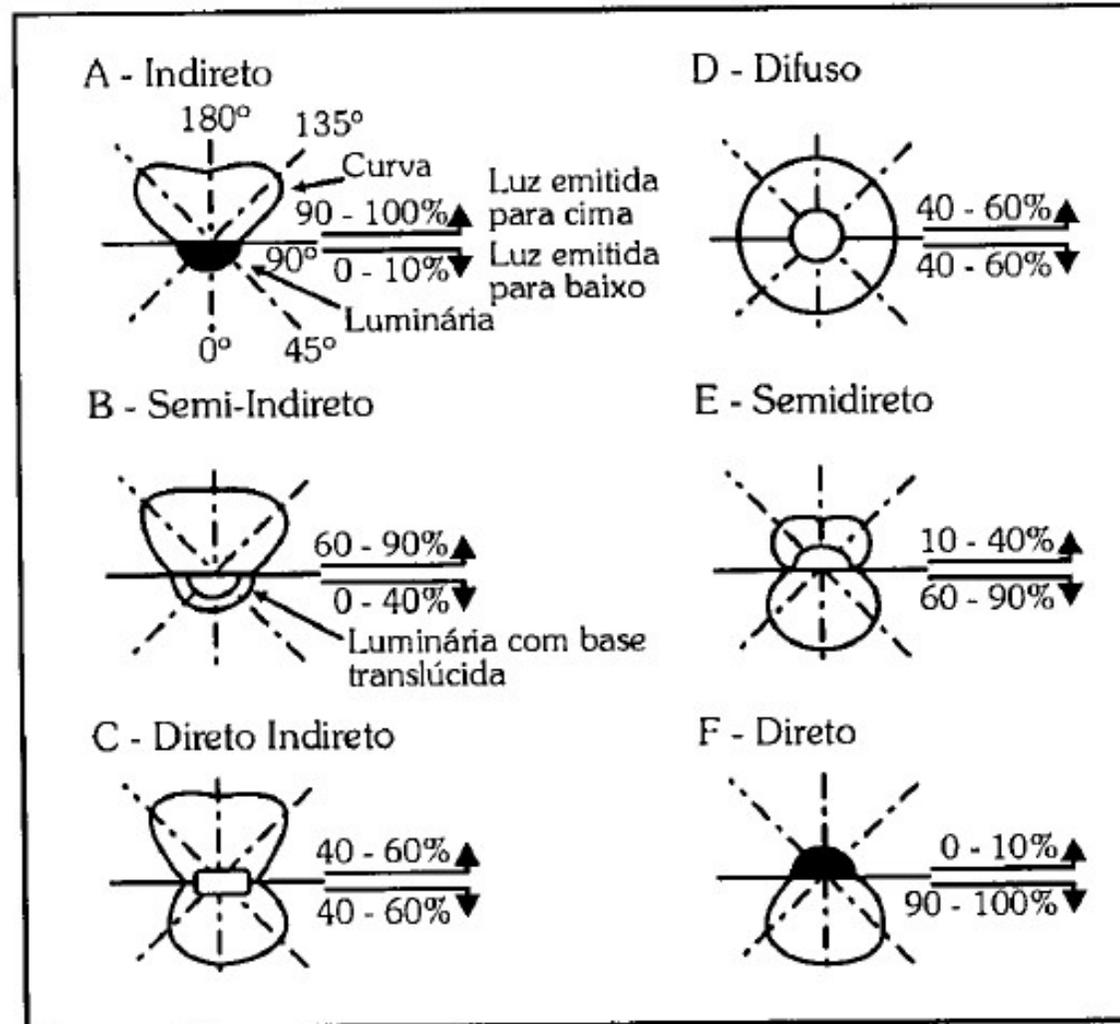


PÚBLICA



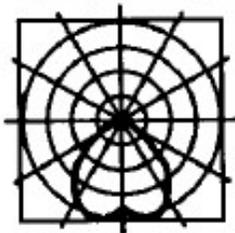
INDUSTRIAL

# Classificação das Luminárias

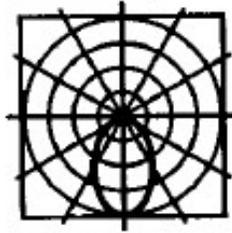


**Classificação das luminárias conforme CIE.**

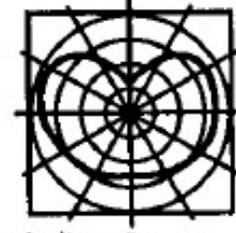
# Curvas de distribuição



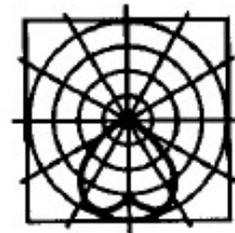
Aplicação  
Ambientes com nível médio de iluminância e necessidade de evitar reflexos.  
(Exemplo: salas com terminais de vídeo)



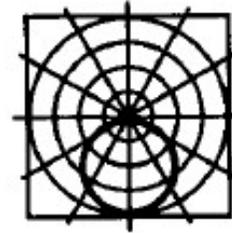
Aplicação  
Ambientes com nível médio/baixo de iluminância e pé direito alto  $4\text{m} \leq 6\text{m}$



Aplicação  
Locais com nível baixo de iluminância.



Aplicação  
Ambientes com nível alto de iluminância e necessidade de evitar ofuscamento.



Aplicação  
Ambiente com nível médio/baixo de iluminância e pé direito baixo.

**Exemplo de curvas de distribuição luminosa.**

# Lâmpadas LED

LED (Light Emitting Diode) é um componente eletrônico que gera luz com baixo consumo. As lâmpadas LED necessitam de uma menor quantidade de potencia para gerar o mesmo fluxo luminoso de uma lâmpada incandescente, e não utiliza reator. Estes são alguns dos benefícios que as lâmpadas LED apresentam:

- Qualidade de luz visivelmente confortável;
- Baixa geração de calor;
- Não emite raios ultravioleta e infravermelho;
- Possibilidade de troca de lâmpada incandescente por LED, pois as bases das lâmpadas são do mesmo tamanho;
- Economia de até 80% em comparação com as lâmpadas incandescentes;
- Maior durabilidade em comparação com outras lâmpadas;
- Fácil descarte e reciclagem por não conter chumbo ou mercúrio;



# Lâmpadas LED

O LED é uma fonte de luz que não emite calor (não produz radiação infravermelha) e oferece a capacidade de personalizar o fluxo de luz, tanto em luz branca com temperaturas de cor diferentes (2700 ° K – 6500 ° K), tais como emissões luzes coloridas (verde, vermelho e azul), e até mesmo a dinâmica luz RGB. A capacidade de oferecer diferentes perspectivas (suave, média ou intensa), permite criar ambientes ou ambiente arquitetônico e paisagístico.

## Luz de qualidade

O alto rendimento cromático, a estabilidade da temperatura da cor ao longo do tempo, o brilho, a definição da luz branca e a ausência de raios UV permite uma iluminação de qualidade e uma excelente percepção das formas e cores.



# Lâmpadas LED

## Luz do futuro

A tecnologia LED proporciona uma durabilidade de aproximadamente 100.000 horas de luz, mas depois de 50.000 horas o seu desempenho cai para 70%. O uso de materiais como o alumínio e o dimensionamento adequado dos elementos que dissipam o calor, garantem uma grande durabilidade das lâmpadas de LED.

## Economia de energia com a iluminação

O uso da tecnologia LED e sua constante evolução em termos de eficiência luminosa, representa o futuro em termos de fontes de luz. Atualmente pode substituir as lâmpadas tradicionais, tais como lâmpadas incandescentes e de halogéneo, reduzindo o consumo de energia até 70%.

## Redução dos custos com a iluminação

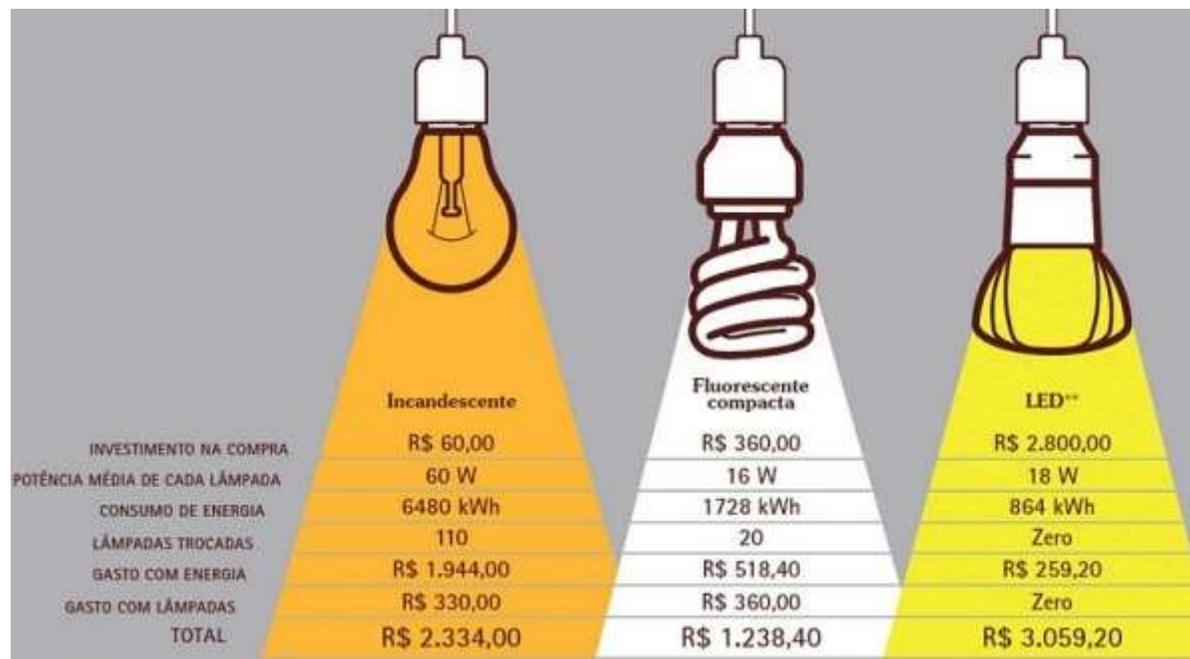
A vida praticamente ilimitada dos LEDs e a economia significativa de energia, resultando numa redução drástica dos custos relacionados à manutenção e com as faturas de eletricidade.



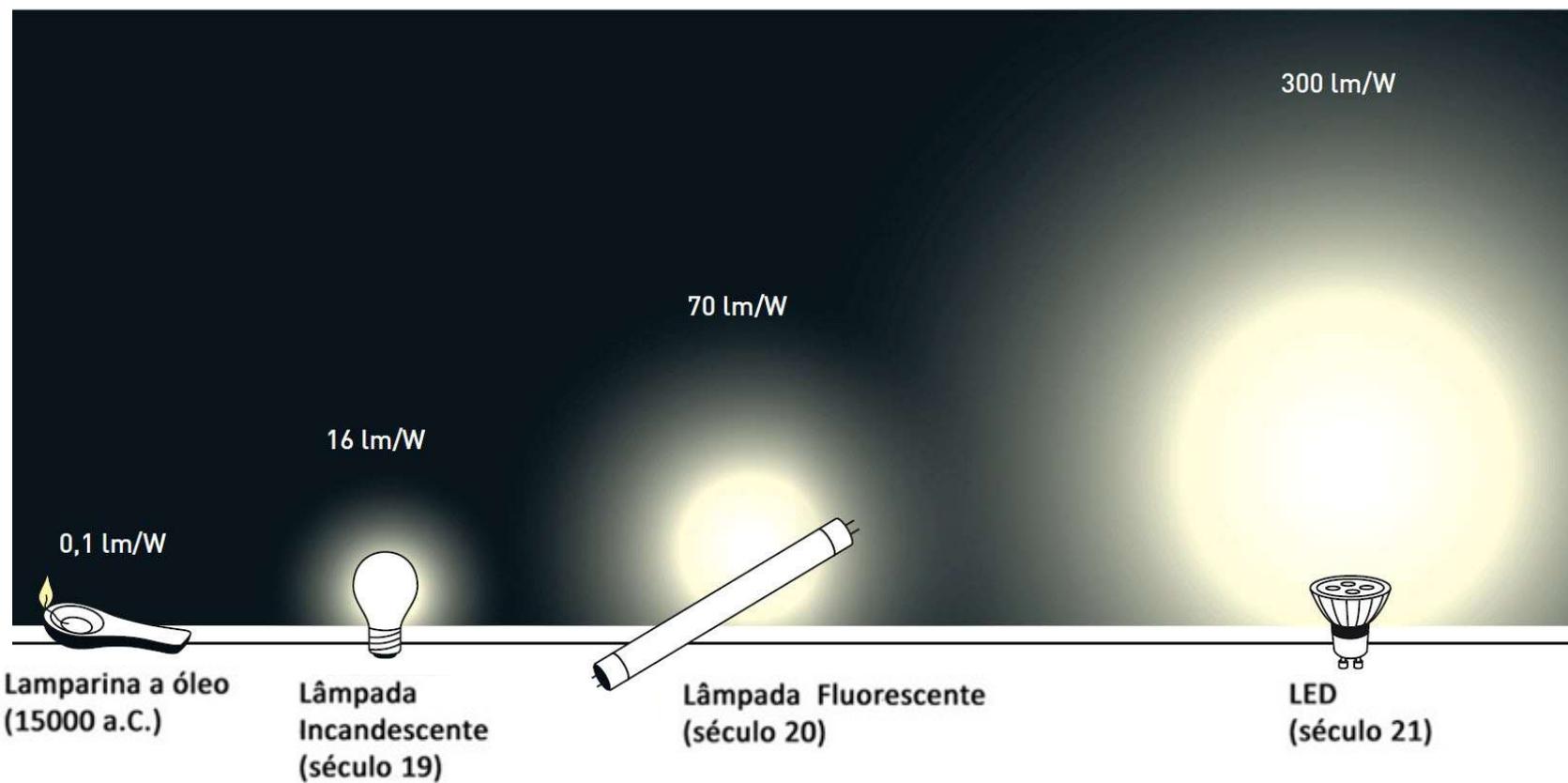


# Qual usar no Brasil?

Atualmente, no Brasil, ainda é mais vantajoso usar as fluorescentes compactas, desde que descartadas como lixo tóxico. Confira nesse gráfico do Planeta Sustentável os gastos com lâmpadas em 5 anos numa residência:



# EVOLUÇÃO DA EFICIÊNCIA DAS LÂMPADAS





# TÓPICOS DE ATERRAMENTO

# DEFINIÇÕES

**Terra:** Massa condutora de solo que envolve o eletrodo de aterramento

**Eletrodo de aterramento:** elemento condutor metálico ou conjunto de elementos condutores interligados, em contato direto com a terra de modo a garantir ligação com o solo

**Condutor de ligação:** condutor empregado para conectar o objeto a ser aterrado ao eletrodo de aterramento ou para efetuar a ligação de dois ou mais eletrodos



# DEFINIÇÕES

***Eletrodos de aterramento isolados***: eletrodos de aterramento suficientemente distantes uns dos outros para que a corrente máxima susceptível de ser escoada por um deles não modifique sensivelmente o potencial do outro

***Eletrodos de aterramento interligados***: eletrodos de aterramento que possuam ligação (intencional ou não) e que interagem eletricamente

***Sistema de aterramento***: sistema formado por um ou mais eletrodos de aterramento, isolados ou não, visando atender necessidades funcionais ou de proteção



# DEFINIÇÕES

***Terra remoto:*** massa condutora de solo distante o suficiente de qualquer eletrodo de aterramento para que seu potencial elétrico seja sempre igual a zero

***Elevação de potencial de terra (EPT):*** diferença de potencial entre o eletrodo de aterramento e o terra remoto quando por este eletrodo flui corrente para a terra, ou seja, é a tensão produzida no eletrodo de aterramento quando este dispersa corrente à terra em relação ao terra remoto

***Resistência equivalente de aterramento ( $R_{eq}$ ):*** relação entre a elevação de potencial de terra de um eletrodo e a corrente por este injetada no solo

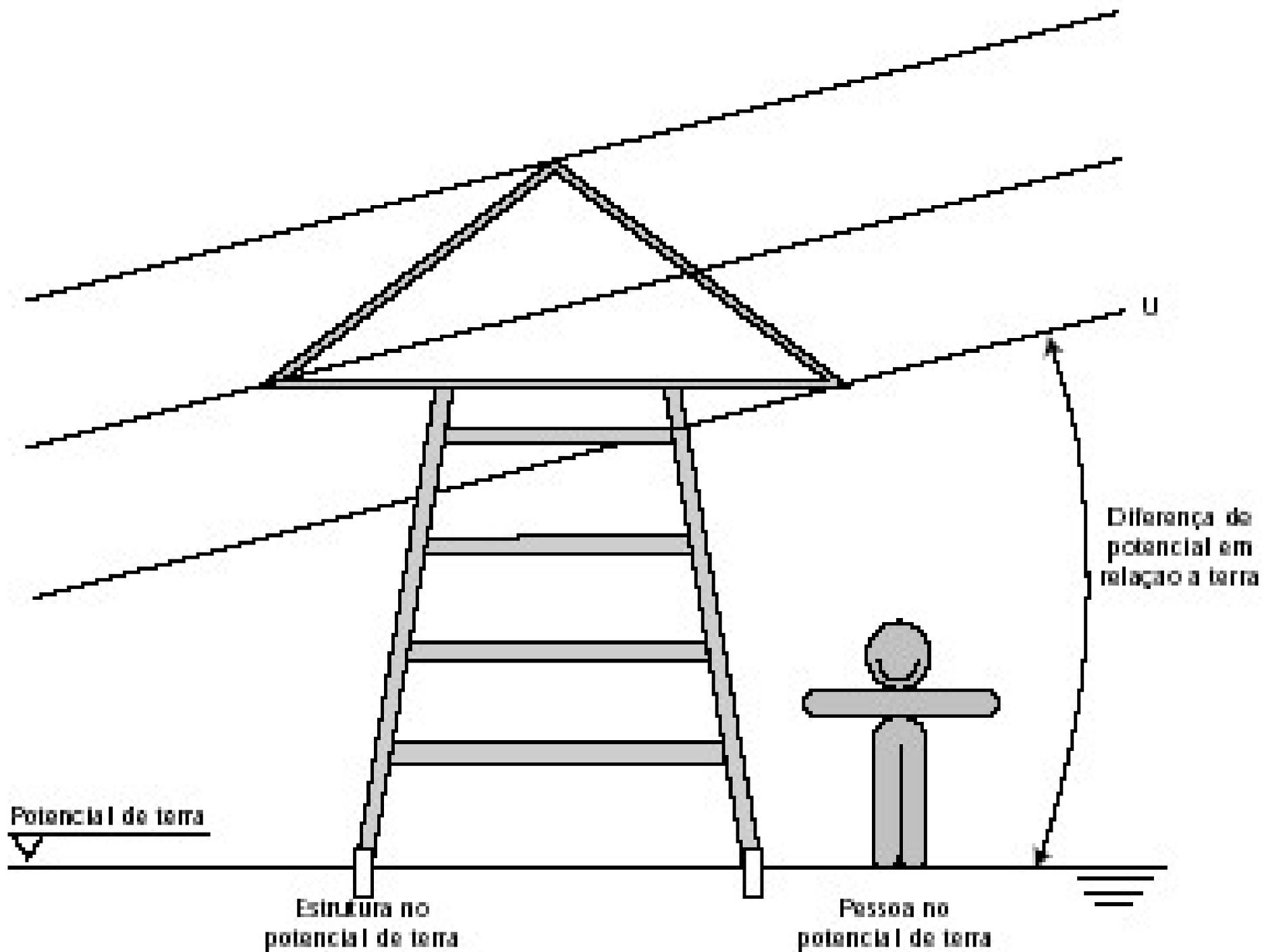


Por que os sistemas  
elétricos devem ser  
aterrados?



- A palavra aterramento refere-se à terra propriamente dita. O aterramento é o fio ou a barra de cobre enterrado que tem o propósito de formar um caminho condutor de eletricidade, tanto quanto assegurar continuidade elétrica e capacitar uma condução segura qualquer que seja o tipo de corrente.
- Os sistemas elétricos em geral não precisam estar ligados a terra para seu funcionamento de fato. Porém, nos sistemas elétricos quando indicamos as tensões, geralmente elas são referidas a terra que, neste caso, representa um ponto de referência (ponto de potencial zero) ao qual todas as outras tensões são referidas. Aterrar significa controlar a tensão em relação a terra dentro de limites previsíveis.
- Quando alguém está em contato com a terra, seu corpo está aproximadamente no potencial da terra. Se a estrutura metálica de uma edificação está aterrada, então todos os seus componentes metálicos estão aproximadamente no potencial de terra.





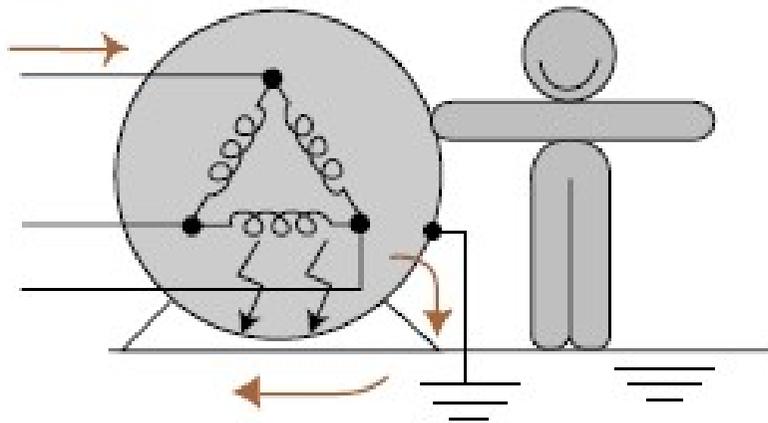
- Quando se diz que algum aparelho está aterrado(ou eletricamente aterrado) significa que um dos fios de seu cabo de ligação está propositalmente ligado à terra. Ao fio que faz essa ligação denominamos "**FIO TERRA**".
- O aterramento dos sistemas elétricos visa à proteção das pessoas e do patrimônio contra uma falta (curto-circuito) na instalação e oferece um caminho seguro, controlado e de baixa impedância em direção à terra para as correntes induzidas por descargas atmosféricas.
- Quando uma das três fases de um sistema não aterrado entra em contato com a terra, acidentalmente ou não, a proteção não atua e nenhum equipamento para de funcionar. Nesse sistema é possível energizar a carcaça metálica de um equipamento com um potencial mais alto que o da terra, colocando as pessoas que tocarem o equipamento e um componente aterrado da estrutura simultaneamente, em condições de choque.

- Qualquer que seja a finalidade do aterramento, proteção (constituído pelas medidas destinadas à proteção contra choques elétricos provocados por contato indiretos) ou funcional (aterramento de um condutor do sistema, geralmente o neutro, objetivando garantir a utilização correta e confiável da instalação) o aterramento deve ser único em cada local da instalação.
- Conforme orientação da ABNT a resistência deve atingir no máximo 10 Ohms, quando equalizado com o sistema de pára-raios ou no máximo 25 Ohms quando o sistema de pára-raios não existir na instalação.
- É obrigatório que todas as tomadas tenham o seu fio terra. Normalmente elas já vêm com o fio terra instalado, seja no próprio cabo de ligação do aparelho à tomada, seja separado dele. No primeiro caso é preciso utilizar uma tomada com três polos onde será ligado o cabo do aparelho.

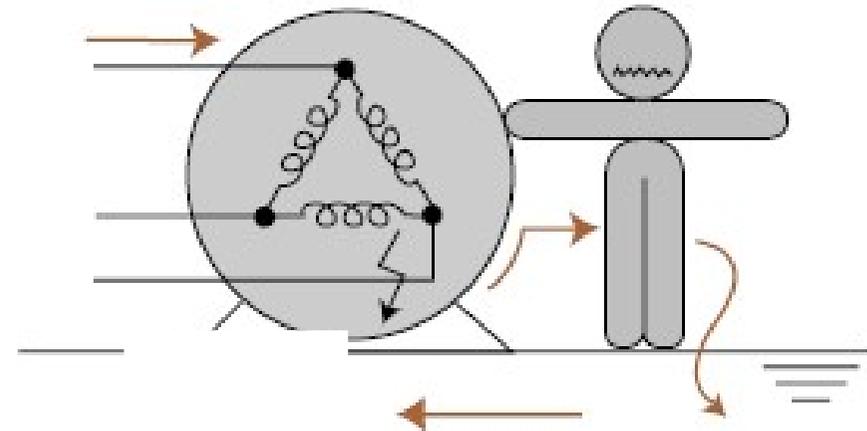
- O aterramento é obrigatório e a baixa qualidade ou a falta do mesmo invariavelmente provoca queima de equipamentos. Suas características e eficácia devem satisfazer às prescrições:

## ✓ de segurança das pessoas,

A conexão dos equipamentos elétricos ao sistema de aterramento deve permitir que, caso ocorra uma falha na isolação dos equipamentos, a corrente de falta passe através do condutor de aterramento ao invés de percorrer o corpo de uma pessoa que eventualmente esteja tocando o equipamento.



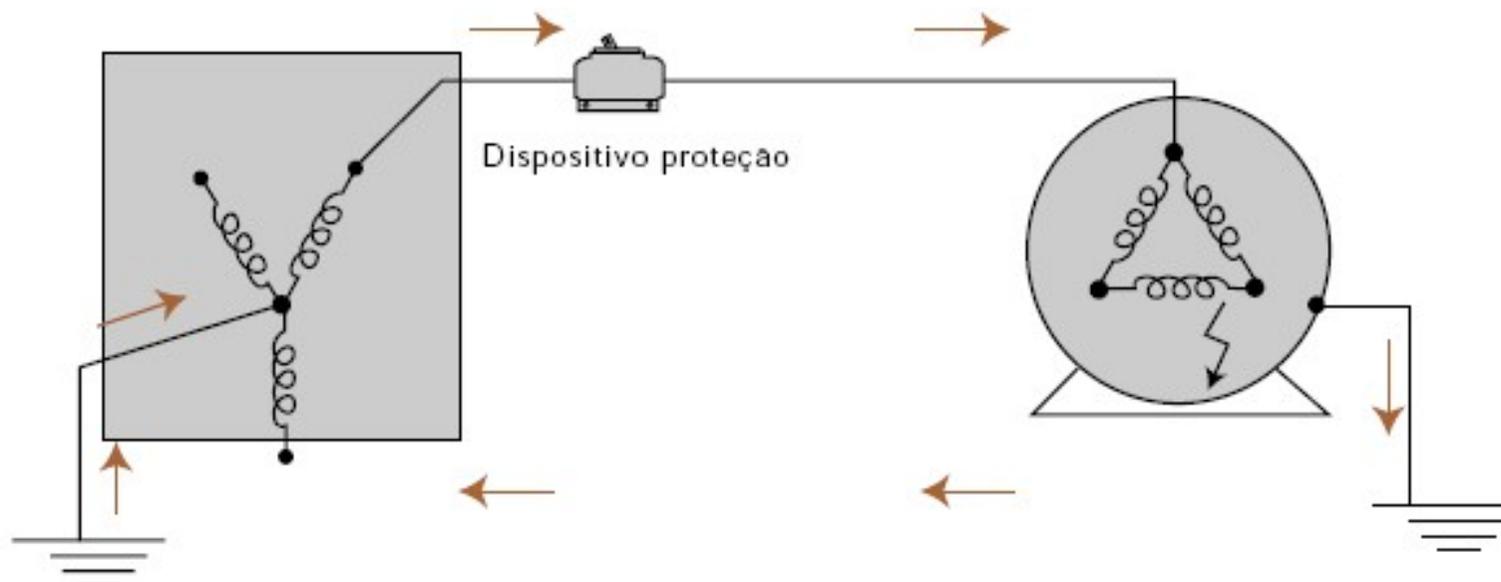
**Figura 3A** - Com aterramento, a corrente praticamente não circula pelo corpo.



**Figura 3B** - Sem aterramento, o único caminho é o corpo.

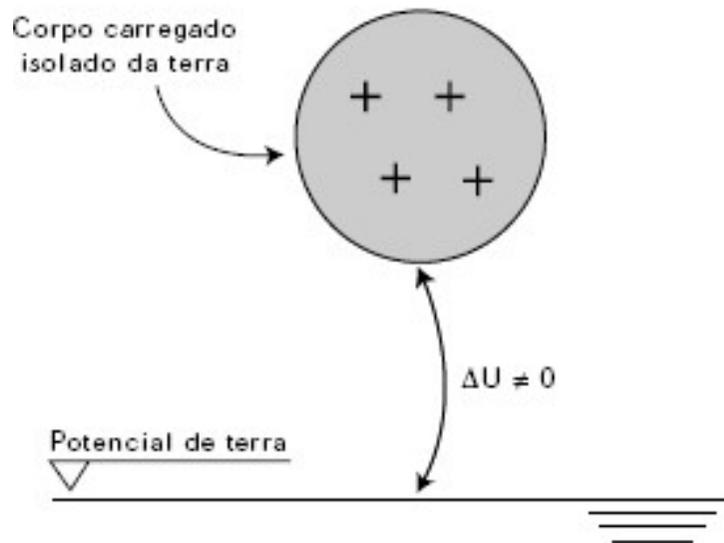
## ✓ desligamento automático,

O sistema de aterramento deve oferecer um percurso de baixa impedância de retorno para a terra da corrente de falta, permitindo, assim, que haja a operação automática, rápida e segura do sistema de proteção.

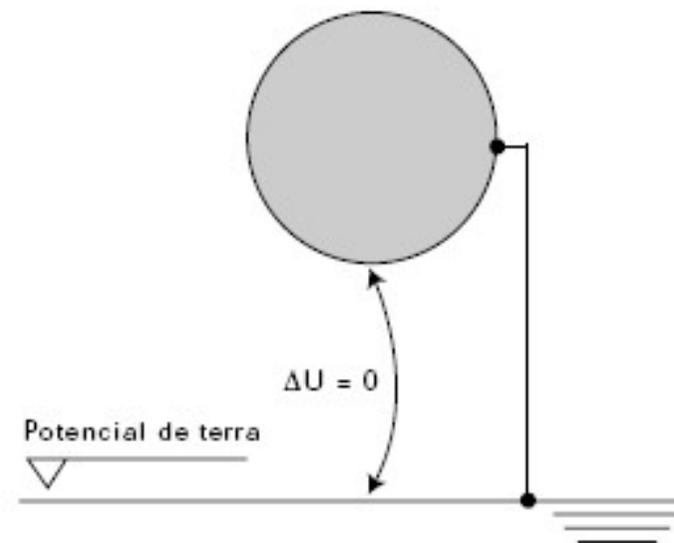


## ✓ cargas estáticas

O aterramento deve escoar cargas estáticas acumuladas em estruturas, suportes e carcaças dos equipamentos em geral.



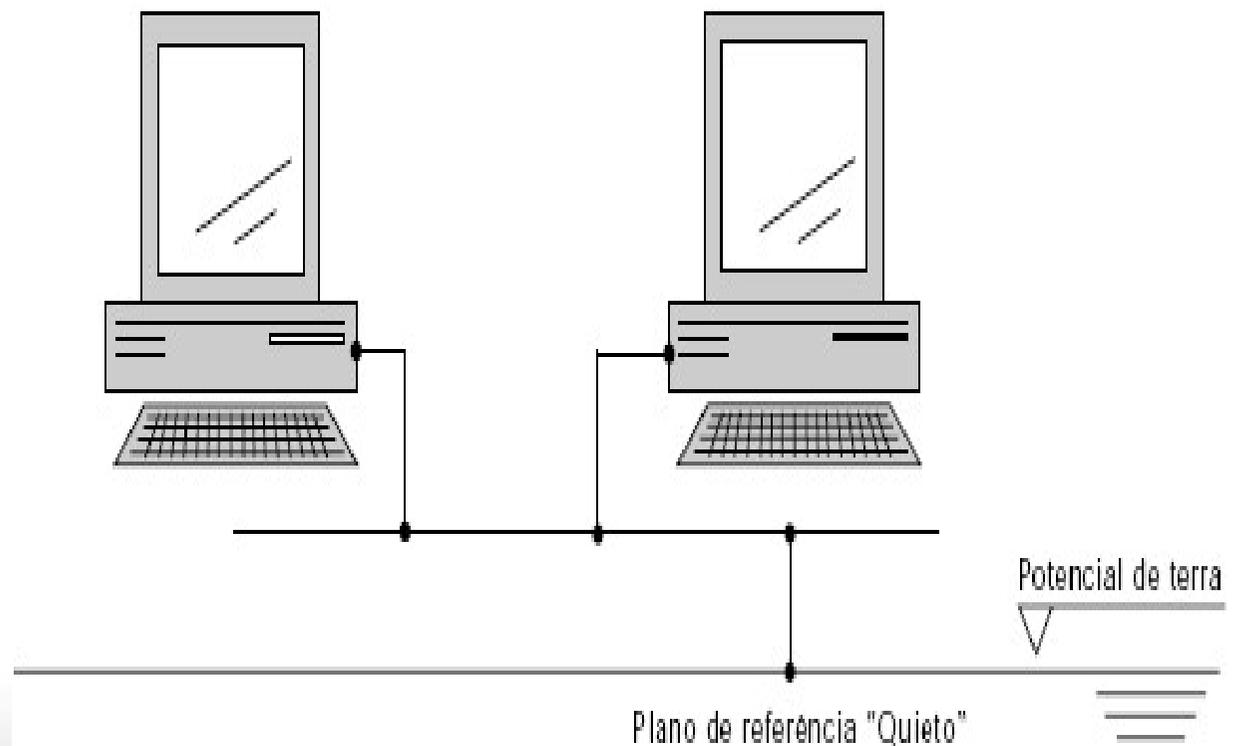
Corpo (estruturas, suportes, carcaças, etc.) isolado da terra, com carga acumulada.



Corpo ligado à terra.

## ✓ equipamentos eletrônicos

Especificamente para os sistemas eletrônicos, o aterramento deve fornecer um plano de referência quieto, sem perturbações, de tal modo que eles possam operar satisfatoriamente tanto em altas quanto em baixas frequências.



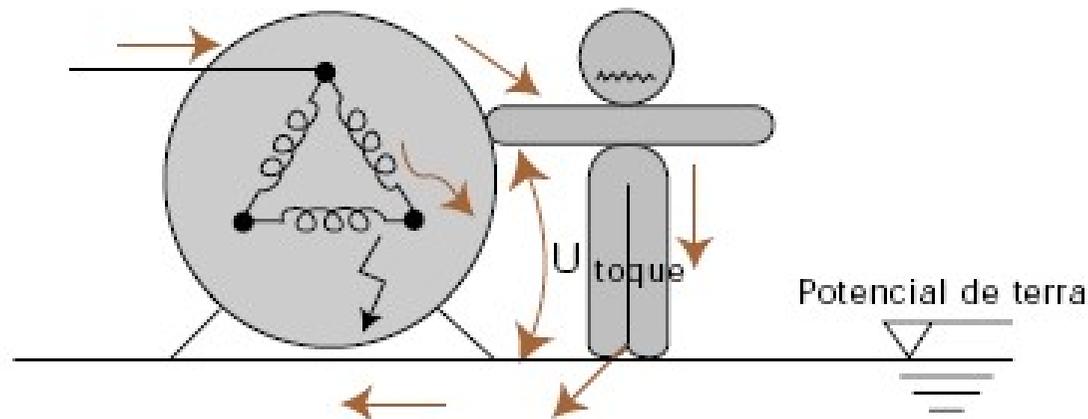
## ✓ controle de tensões

O aterramento permite um controle das tensões desenvolvidas no solo (passo, toque e transferida) quando um curto-circuito fase-terra retorna pela terra para a fonte próxima ou quando da ocorrência de uma descarga atmosférica no local.

### Tensão de toque

Se uma pessoa toca um equipamento sujeito a uma tensão de contato, pode ser estabelecida uma tensão entre mãos e pés, chamada de tensão de toque.

Em consequência, poderemos ter a passagem de uma corrente elétrica pelo braço, tronco e pernas, cuja duração e intensidade poderão provocar fibrilação cardíaca, queimaduras ou outras lesões graves ao organismo.

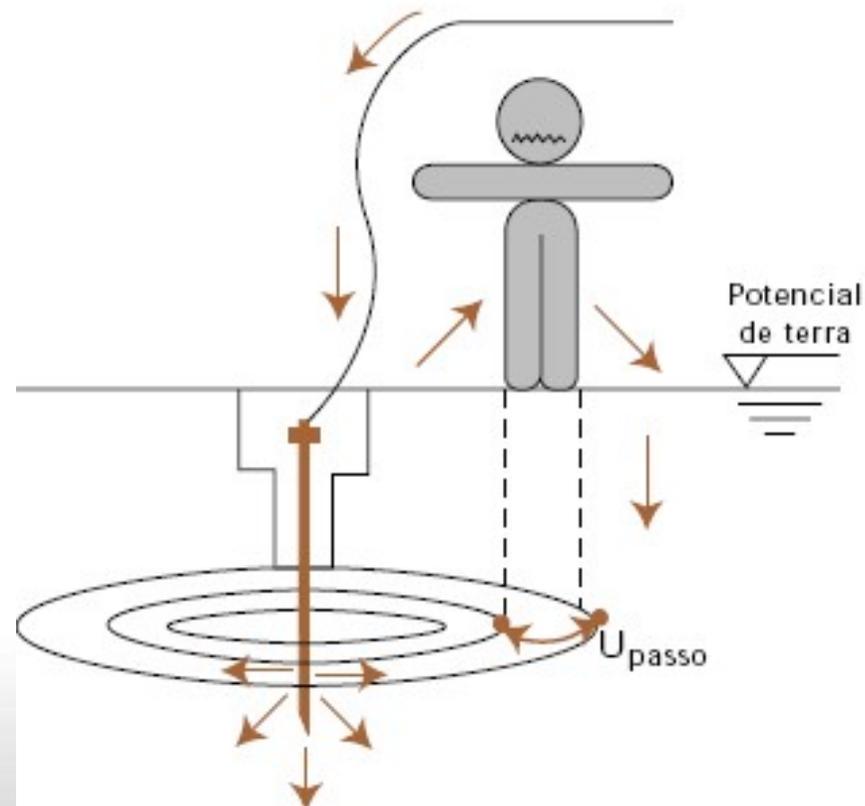


Tensão de toque.

## Tensão de passo

Quando uma corrente elétrica é descarregada para o solo, ocorre uma elevação do potencial em torno do eletrodo de aterramento, formando-se um gradiente (distribuição) de queda de tensão, cujo ponto máximo está junto ao eletrodo e o ponto mínimo muito afastado dele. Se uma pessoa estiver em pé em qualquer ponto dentro da região onde há essa distribuição de potencial, entre seus pés haverá uma diferença de potencial, chamada de tensão de passo, a qual é geralmente definida para uma distância entre pés de 1 metro.

Consequentemente, poderá haver a circulação de uma corrente através das duas pernas, geralmente de menor valor do que aquele no caso da tensão de toque, porém ainda assim desagradável e que deve ser evitada.



## ✓ E ainda: transitórios

O sistema de aterramento estabiliza a tensão durante transitórios no sistema elétrico provocados por faltas para a terra, chaveamentos, etc, de tal forma que não apareçam sobretensões perigosas durante esses períodos que possam provocar a ruptura da isolação dos equipamentos elétricos.

### O TERRA DE REFERÊNCIA SEMPRE SERÁ A TERRA?

Nem sempre. O terra de referência pode ser, às vezes, um condutor metálico de aterramento. Em certas ocasiões, o potencial de terra pode ser muito diferente daquele do condutor de aterramento. É muito importante que as tensões de toque e de passo sejam expressas em relação ao terra de referência mais apropriado. Se assim não fosse, como um avião em vôo possui um terminal de aterramento, sem que haja terra no espaço?



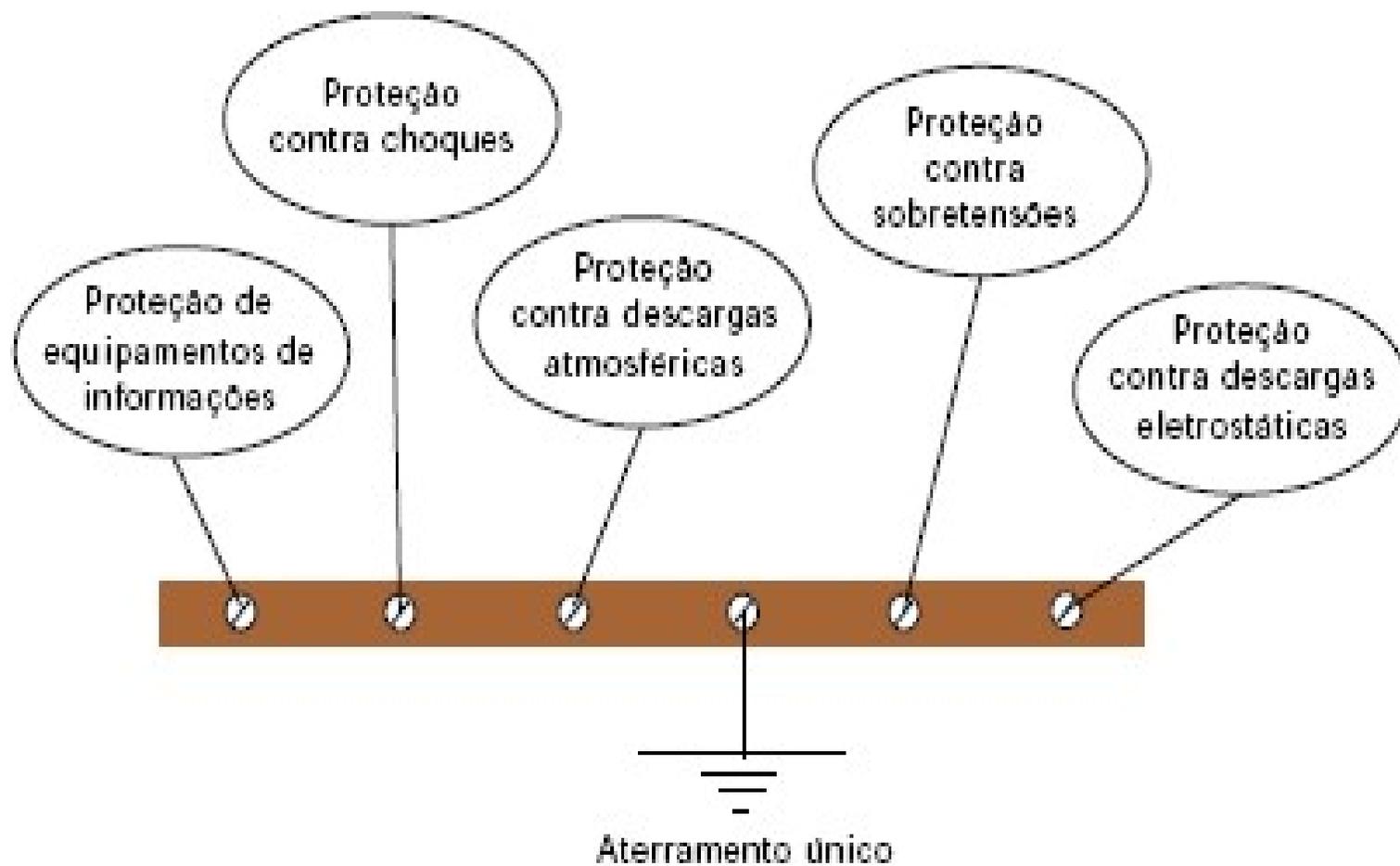
# ATERRAMENTO ÚNICO

O aterramento está presente em diversos sistemas de proteção dentro de uma instalação elétrica: proteção contra choques, contra descargas atmosféricas, contra sobretensões, proteção de linhas de sinais e de equipamentos eletrônicos e proteções contra descargas eletrostáticas.

Normalmente, estuda-se cada proteção mencionada separadamente, o que leva, em alguns casos, a imaginar que tratam-se de sistemas completamente separados de proteção. Isso não é verdade. Para efeito de compreensão, é conveniente separar os casos, porém, na execução dos sistemas, o que existe é um único sistema de aterramento.

Dessa forma, veremos a seguir os principais aspectos de cada item e, no final, iremos reuni-los em um só aterramento.





# ESQUEMAS DE ATERRAMENTO

A NBR-5410 classifica os sistemas de distribuição em baixa tensão em função das ligações à terra da fonte de alimentação (geralmente um transformador) e das massas, de acordo com a seguinte simbologia, constituída de 2 ou 3 ou, eventualmente, 4 letras:

- A primeira letra representa a situação da alimentação em relação à terra:
  - ✓ T = um ponto diretamente aterrado.
  - ✓ I = isolamento de todas as partes vivas em relação à terra ou aterramento de um ponto através de uma impedância;
- A segunda letra representa a situação das massas da instalação elétrica em relação à terra:
  - ✓ T = massas diretamente aterradas, independente do aterramento eventual de um ponto da alimentação.
  - ✓ N = massas ligadas diretamente ao ponto da alimentação aterrado ( em CA o ponto aterrada é normalmente o neutro );



- outras letras indicam a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção:

S = funções de neutro e de proteção asseguradas por condutores distintos;

C = funções de neutro e de proteção combinadas em um único condutor (condutor PEN).

As instalações elétricas de baixa tensão devem ser executadas de acordo com os esquemas TT, TN (podendo ser TN-S, TN-C ou TN-C-S) e IT.

***OBS: NUNCA UTILIZE O NEUTRO DA REDE ELÉTRICA  
COMO TERRA, A NÃO  
SER EM CASOS ESPECÍFICOS – CONDUTOR PEN ( ver 5410)***



# ESQUEMA TN

Este esquema possui um ponto de alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através de condutor de proteção:

- ✓ TN-S, o condutor neutro e o de proteção são distintos;
- ✓ TN-C, o condutor neutro e o de proteção são combinados em um único condutor ao longo de toda a instalação.
- ✓ TN-C-S, o condutor neutro e o de proteção são combinados em um único condutor em uma parte da instalação;

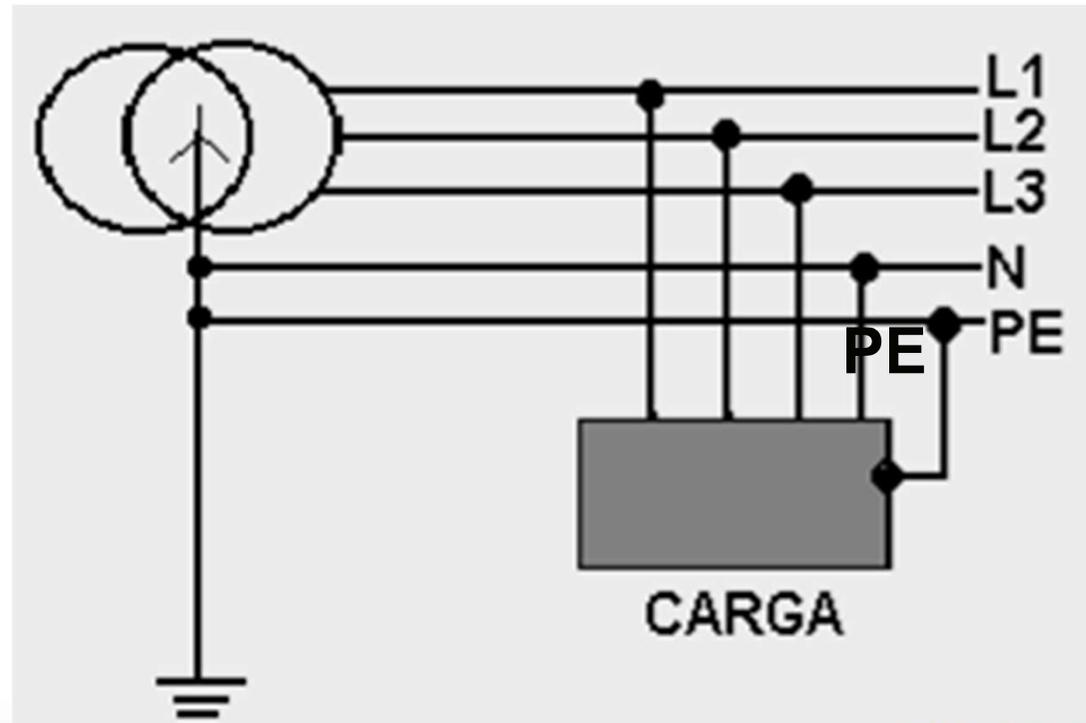


# a) Esquema TN-S

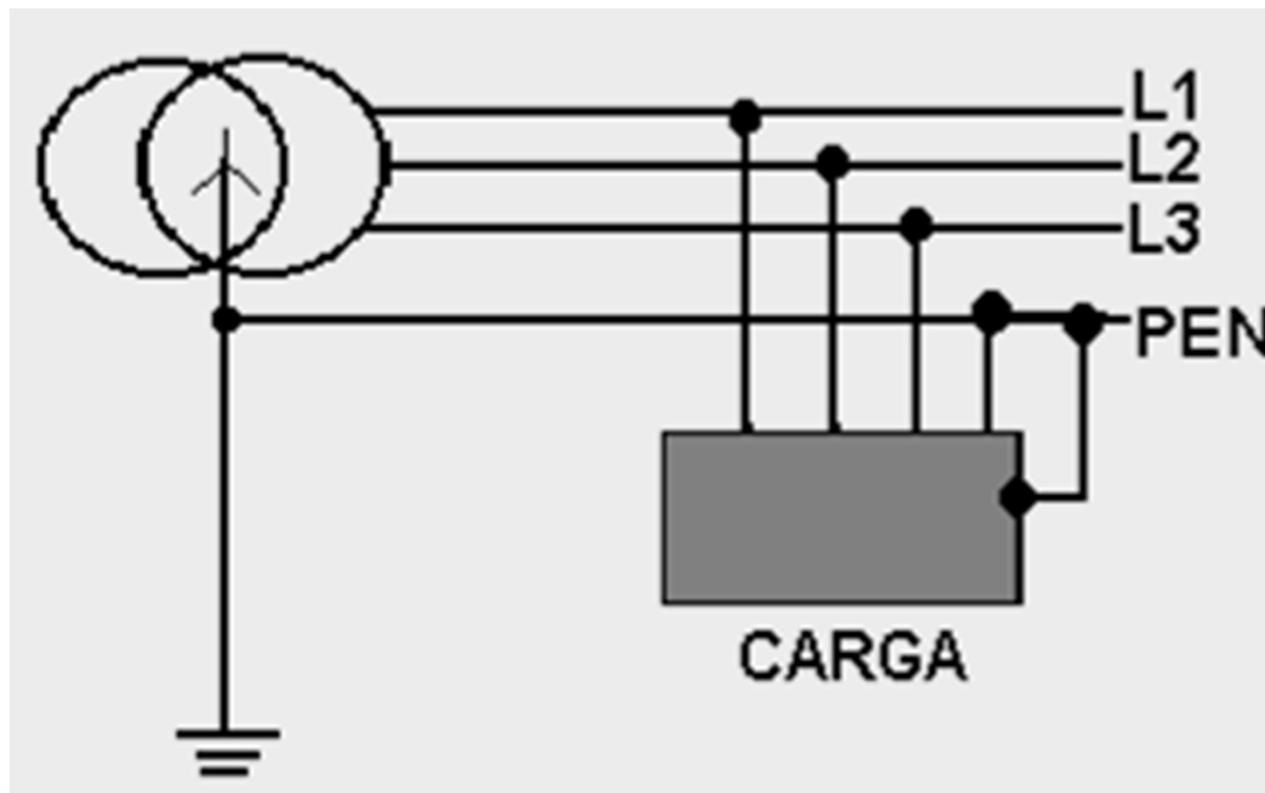
**T N** (as massa são ligadas à terra através do neutro)

→ massas ligadas ao neutro

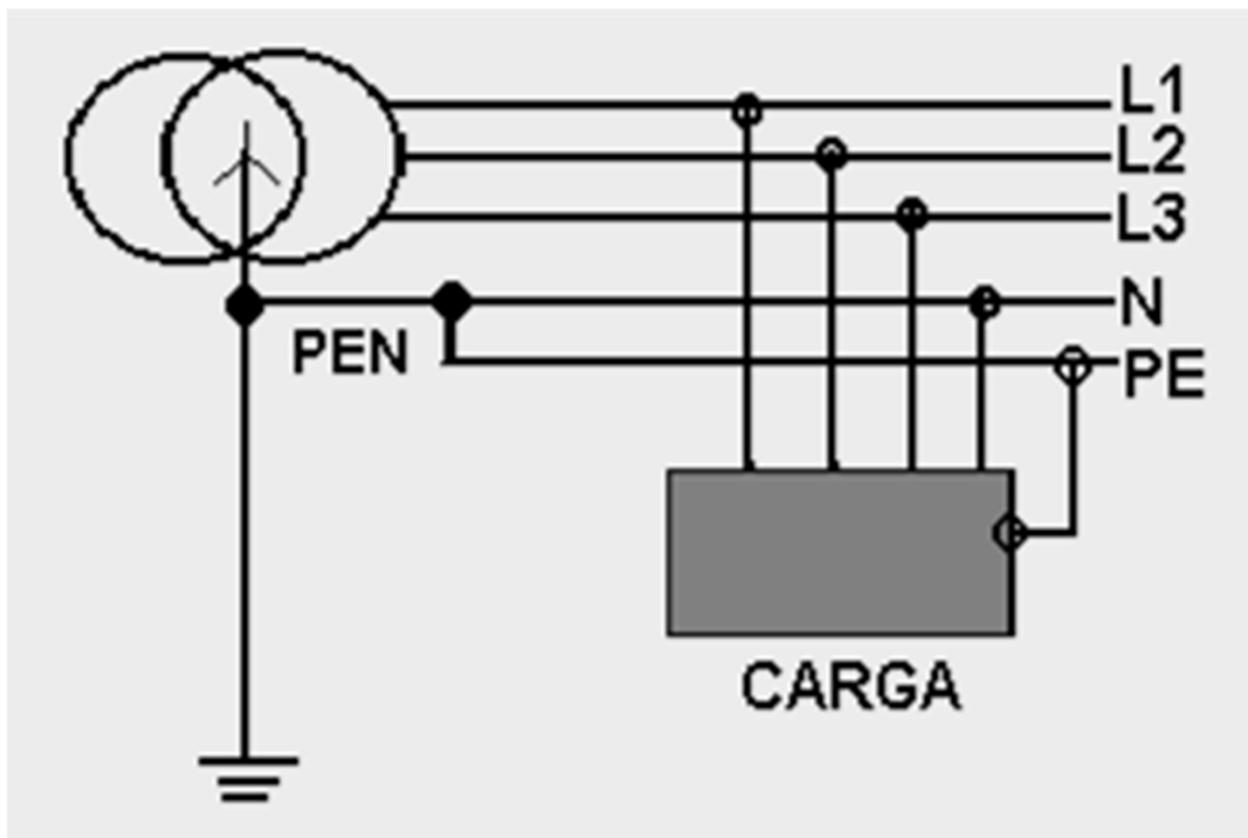
→ ponto neutro ligado à terra



## b) Esquema TN-C



## c) Esquema TN-C-S

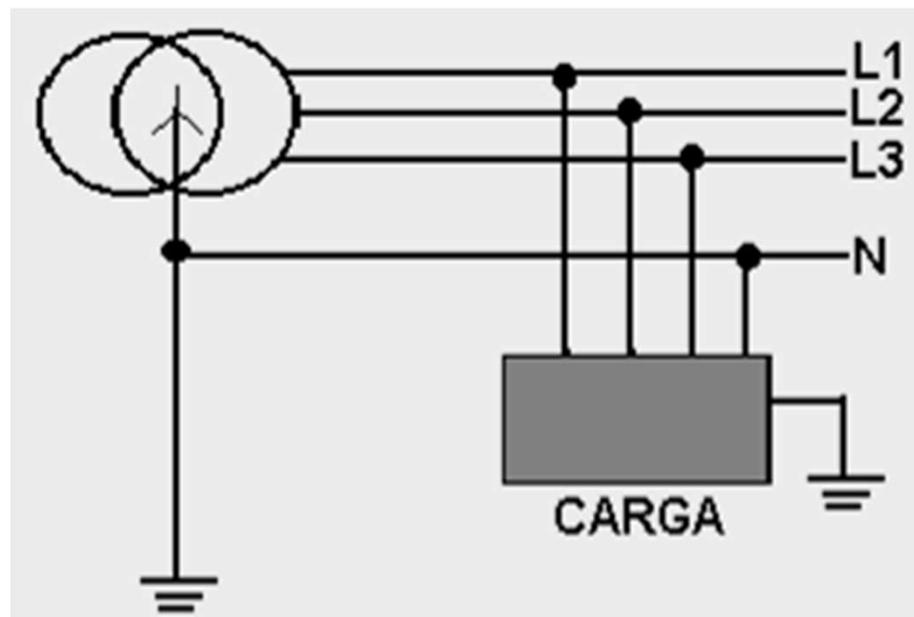
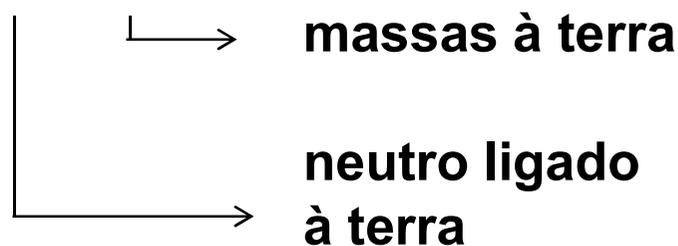




# ESQUEMA TT (neutro aterrado)

Este esquema possui um ponto de alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligado à eletrodos de aterramento eletricamente distintos do eletrodo de aterramento da alimentação.

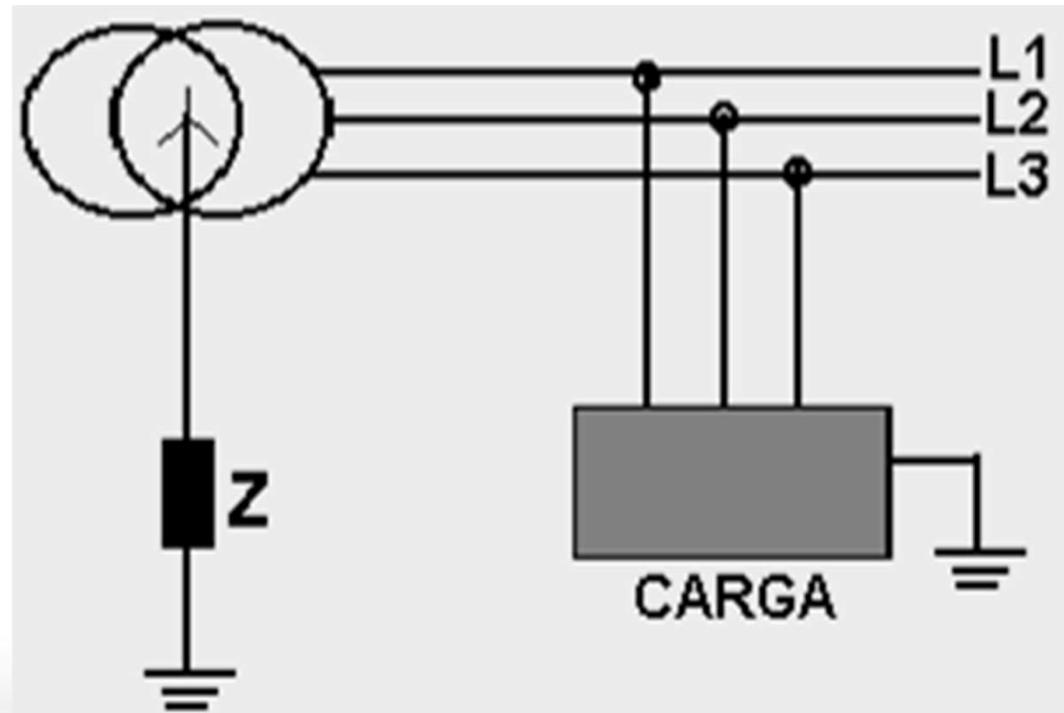
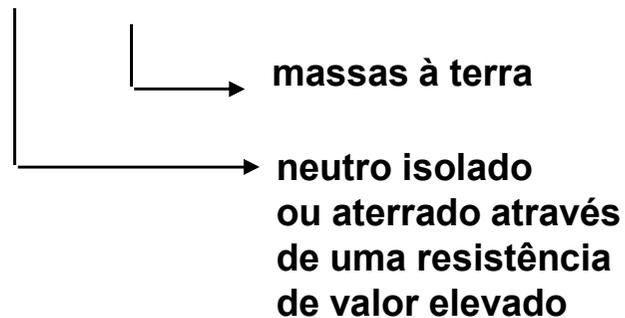
**T T (neutro à terra)**



# Esquema IT (neutro isolado ou aterrado por impedância)

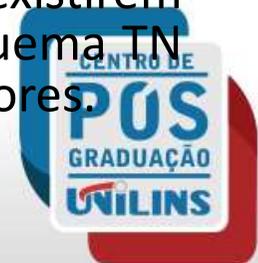
Este esquema não possui nenhum ponto de alimentação diretamente aterrado, somente as massas da instalação são aterradas.

## IT (neutro isolado)



# APLICAÇÃO DOS ESQUEMAS TT, TN E IT

- Quando a instalação possui um transformador ou gerador próprio, como é o caso das indústrias e de certos prédios institucionais e comerciais de porte, via de regra, a opção é pelo esquema TN. Mas, quando o prédio é alimentado por transformador exclusivo de propriedade da concessionária, tem-se que consultar a concessionária a respeito da utilização de seu neutro como condutor PEN.
- Para instalações alimentadas por rede pública de baixa tensão, caso das residências e pequenos prédios de todos os tipos, devido ao aterramento recomendado para o neutro, o esquema IT fica eliminado e o TT é o mais indicado.
- Quando existirem equipamentos com elevado nível de correntes de fuga, o esquema TT não é recomendado, em virtude da possibilidade de disparos intempestivos dos dispositivos DR's e quando existirem equipamentos com elevada vibração mecânica, o uso de um esquema TN não é indicado, devido à possibilidade de rompimento dos condutores.



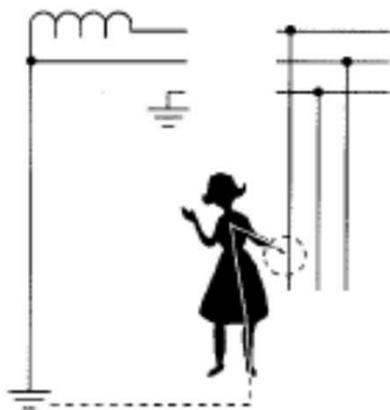
# CHOQUES ELÉTRICOS

Chamamos de choque elétrico a sensação desagradável provocada pela circulação de corrente no corpo humano. As conseqüências de um choque elétrico podem variar de um simples susto até a morte, dependendo da intensidade de corrente e da duração desta.

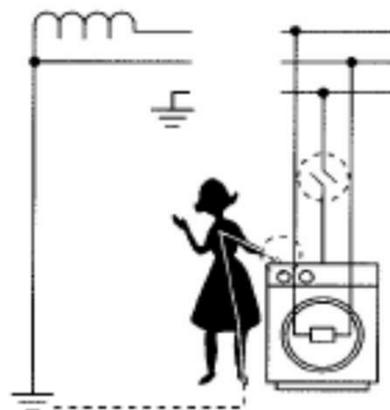
Os choques podem ser por contatos:

- **Diretos:** quando a pessoa toca diretamente um condutor energizado.
- **Indiretos:** quando a pessoa toca a massa de um equipamento que normalmente não está energizada, mas que, por falha da isolação principal, ficou energizada.

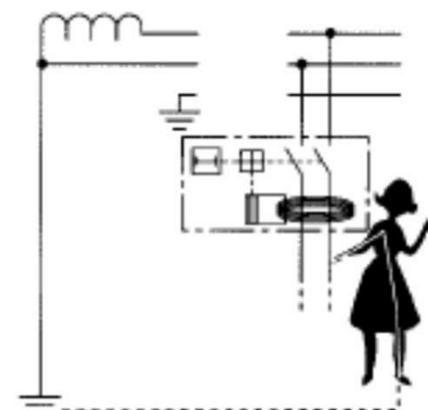




Contato Direto



Contato Indireto

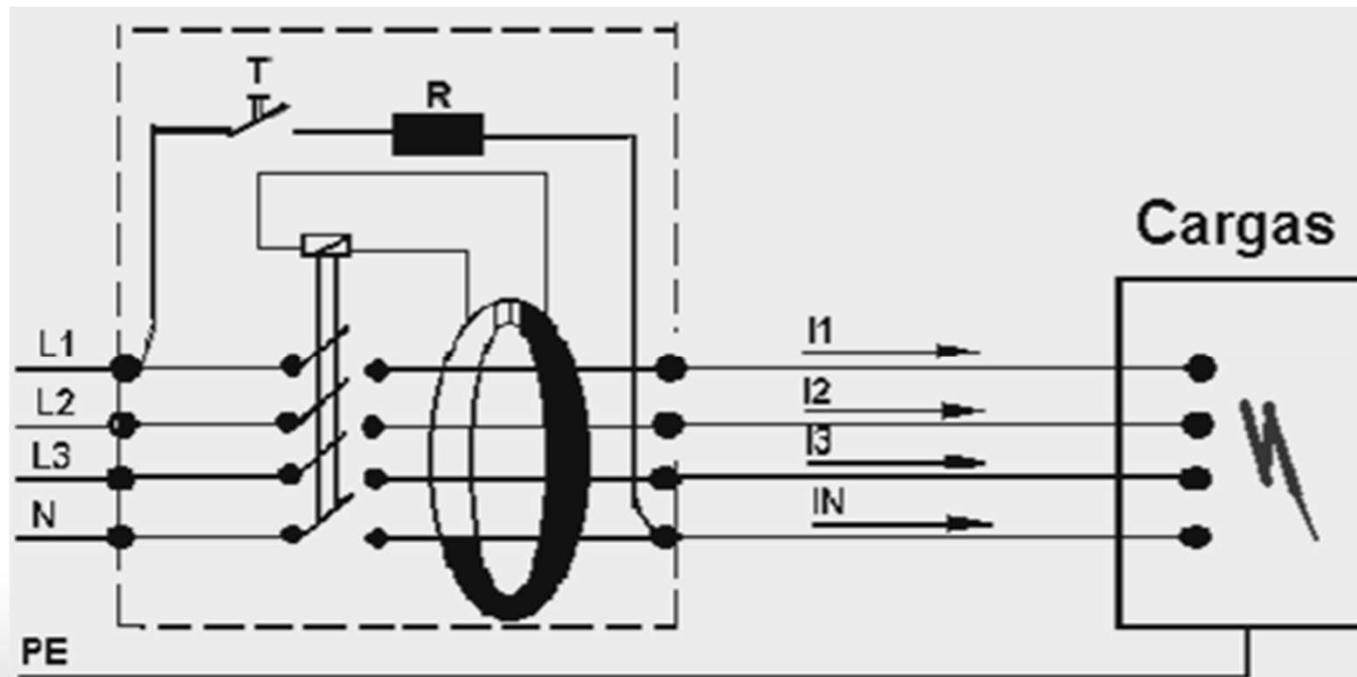


**Causas dos contatos diretos:** ignorância, imprudência ou negligência.

**Características dos contatos indiretos:** imprevisíveis e freqüentes, representam maior perigo e recebem uma importância maior na Norma.

# Dispositivo “DR”

São dispositivos que detectam a soma fasorial das correntes que percorrem os condutores VIVOS de um circuito num determinado ponto. O módulo dessa soma fasorial é a chamada “Corrente Diferencial-Residual”(DR) .



MESMO QUE O CIRCUITO TRIFÁSICO SEJA DESEQUILIBRADO, NA AUSÊNCIA DE FUGAS:

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_N = 0$$

- COM FUGA DE CORRENTE (CORRENTE DE FUGA = IDR):

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_N = I_{DR}$$

- IDEAL → IDR = 0
- REAL → IDR ≠ 0 (CORRENTES DE FUGA - NATURAIS)
- ATUAÇÃO → IDR = I<sub>Δn</sub> (CORRENTE DIFERENCIAL- RESIDUAL NOMINAL DE ATUAÇÃO)

$$\Sigma I_{DR} \leq 0,5 \cdot I_{\Delta n}$$



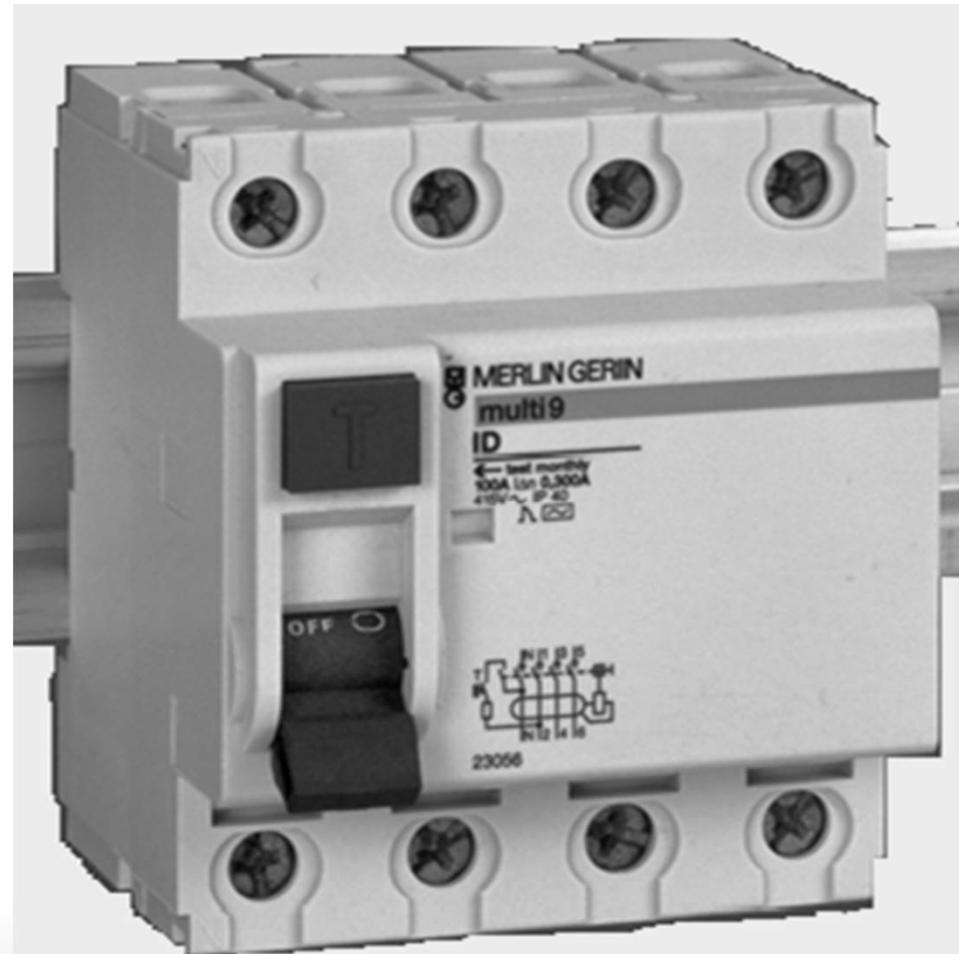
**ATENÇÃO:** dispositivos DR não limitam a corrente do choque elétrico a valores inferiores a  $I_{\Delta n}$ , mas apenas o tempo que a corrente circula nas pessoas. Sua ação é a de interromper o circuito tão mais rapidamente quanto maior for a corrente diferencial-residual.

**Tabela 8.8**  
**Tempo Máximo de Atuação dos DR's (conforme IEC)**

Valor de $I_{DR}$	Tempo [s]
$I_{DR} = I_{\Delta N}$	0,5
$I_{DR} = 2 I_{\Delta N}$	0,2
$I_{DR} = 5 I_{\Delta N}$	0,04
$I_{DR} = 10 I_{\Delta N}$	0,03

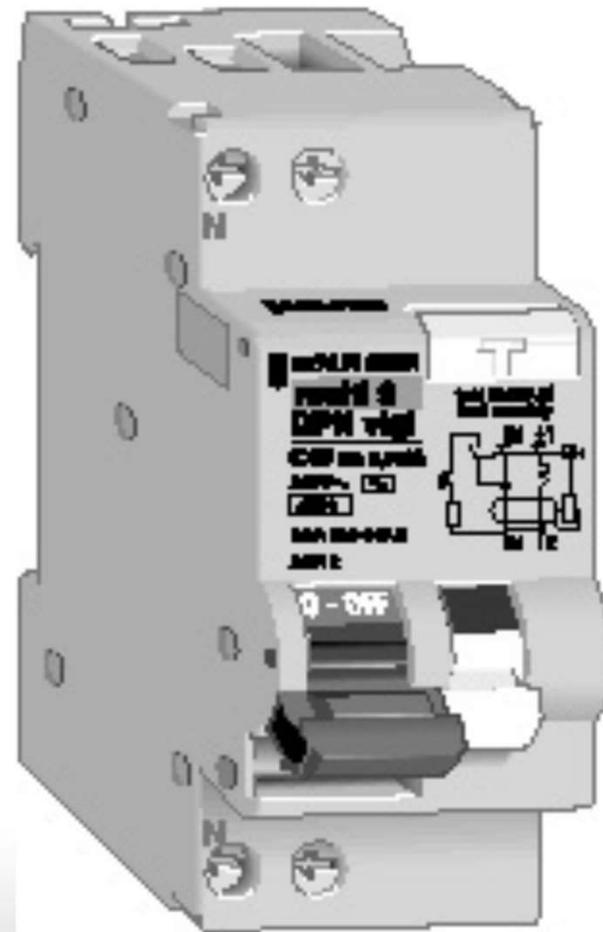
# Dispositivo “DR” (IDR)

- **Especificação:**
  - ✓  $I_n$  (A)
  - ✓  $I_{\Delta n}$  (mA ou A)
  - ✓  $U_n$  (V)
  - ✓  $I_{int}$  (A ou kA)
  - ✓  $f$  (Hz)
  - ✓ N° pólos

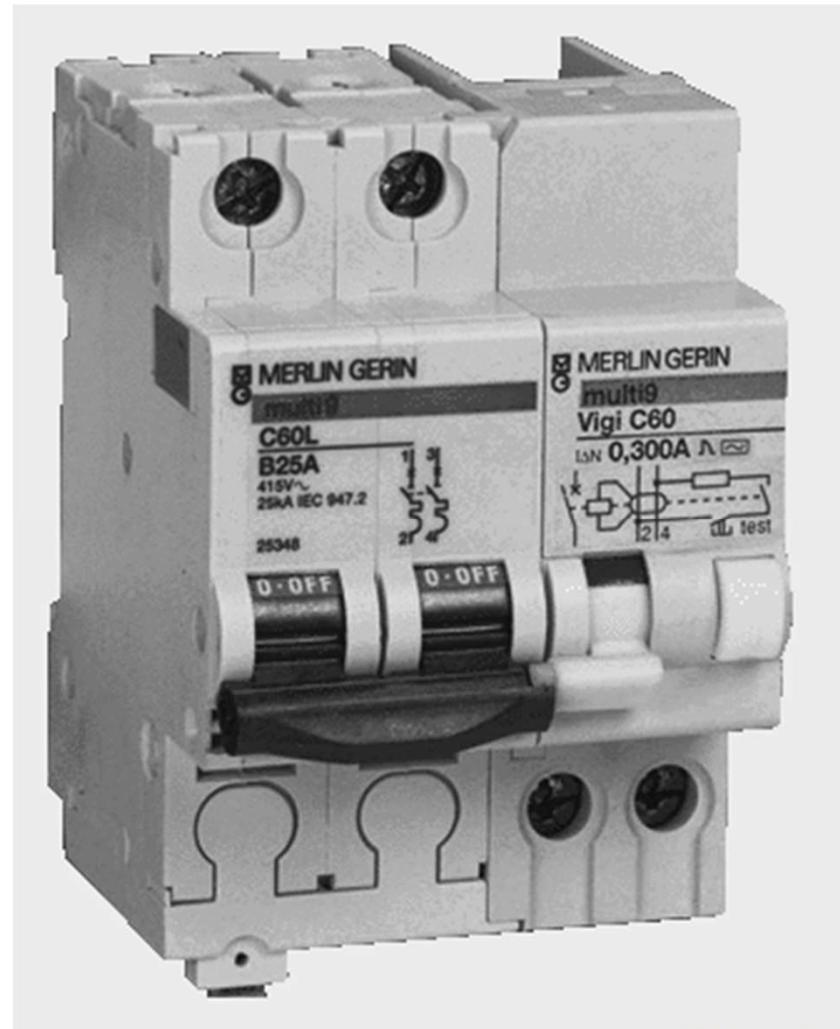


# Dispositivo DR (DDR)

- Especificação:
  - Interruptor DR
  - +
  - Disjuntor



**Disjuntor**  
**+**  
**Bloco Diferencial**

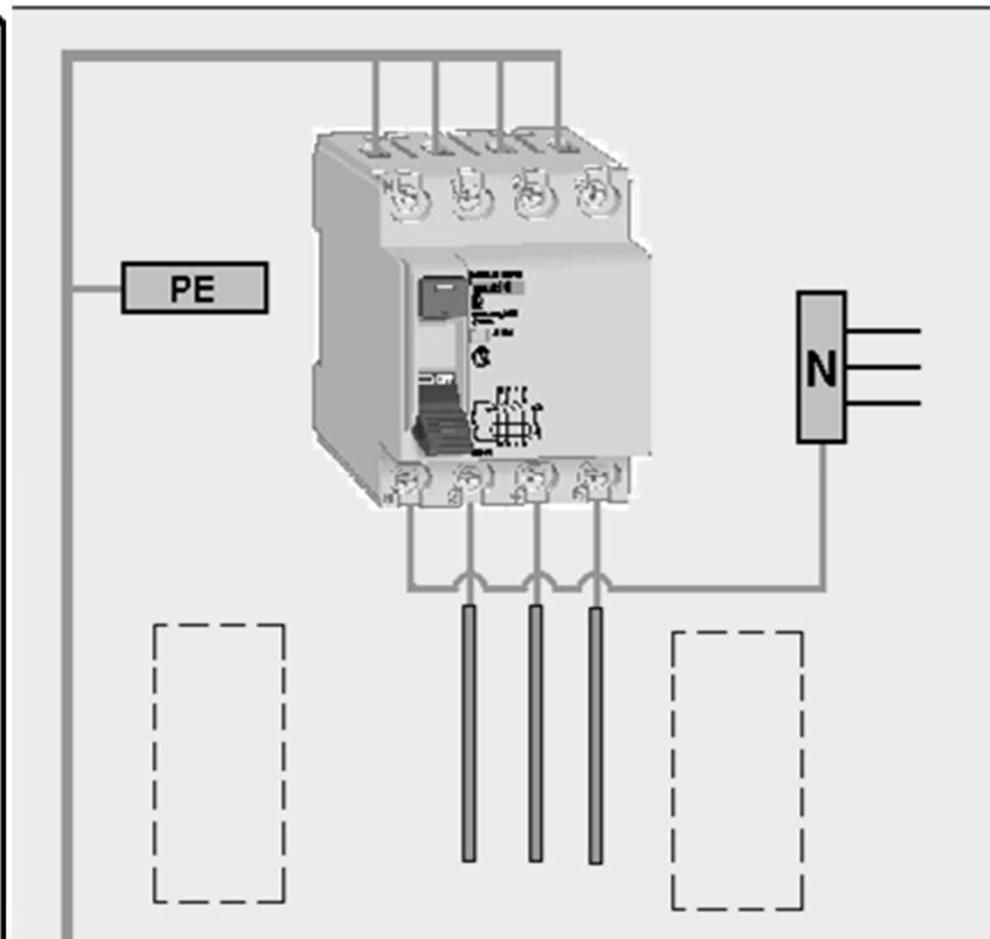
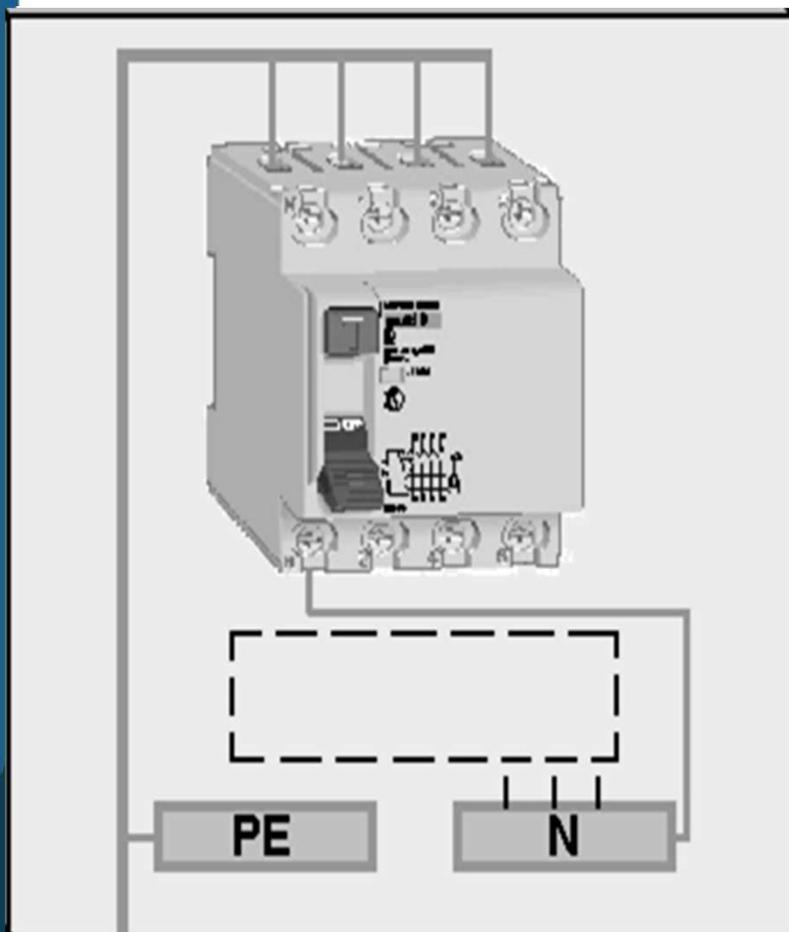


# Dispositivo “DR”: recomendações

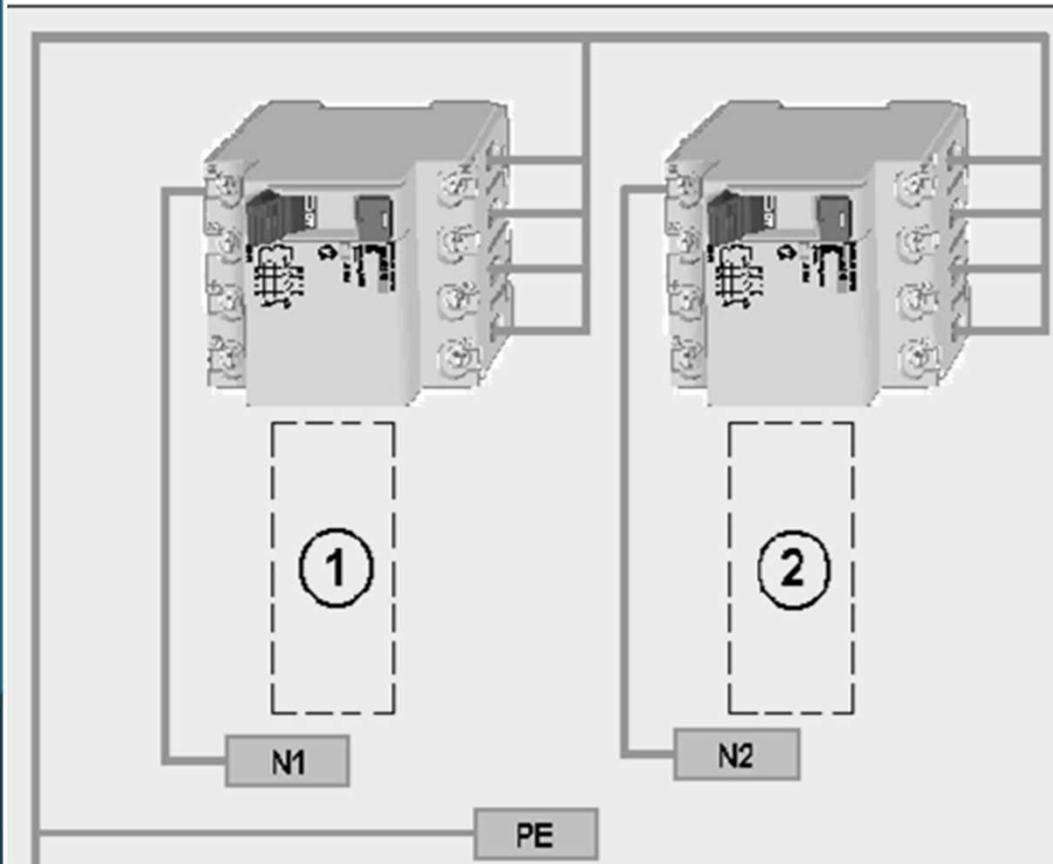
- quando utilizado apenas os IDR's, a proteção contra sobrecorrentes tem que ser assegurada por dispositivo específico, atendendo às prescrições da NBR 5410, e o IDR terá que suportar as solicitações térmicas e mecânicas provocadas por correntes de falta depois (a jusante) de sua posição no circuito;
- ao serem instalados DR's na proteção geral e dos circuitos terminais, a seletividade de atuação tem que ser bem coordenada. Para isto, obedecidos os limites fixados na norma, o DR de menor sensibilidade (menor  $ID N$ ) deve ser instalado no circuito terminal e, conseqüentemente, o de maior sensibilidade no circuito de distribuição;
- dependendo dos níveis das correntes de fuga do sistema para a instalação, a escolha da sensibilidade dos DR's tem que ser cuidadosa, pois, principalmente quando instalados na proteção geral, poderão seccionar intempestivamente a alimentação de toda a instalação.



# Detalhes de Ligação de “DR”



# Detalhes de Ligação “DR”



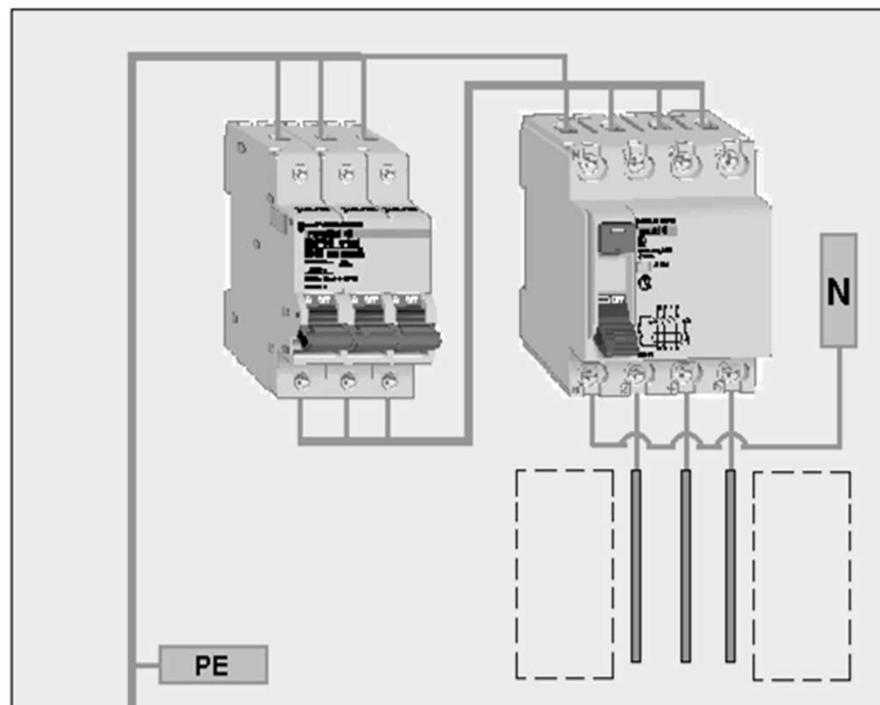
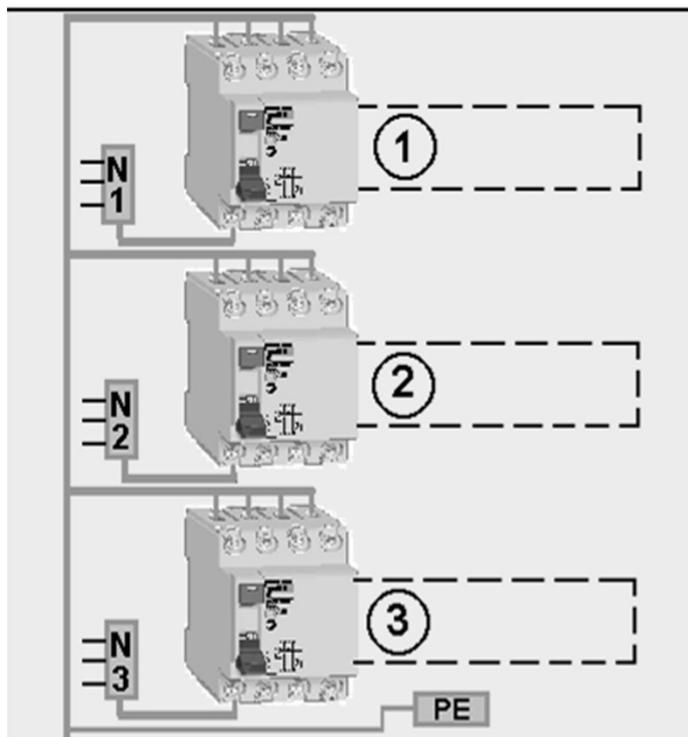
Notas:

1) Cada setor / DR possui o seu próprio neutro não devendo misturá-los.

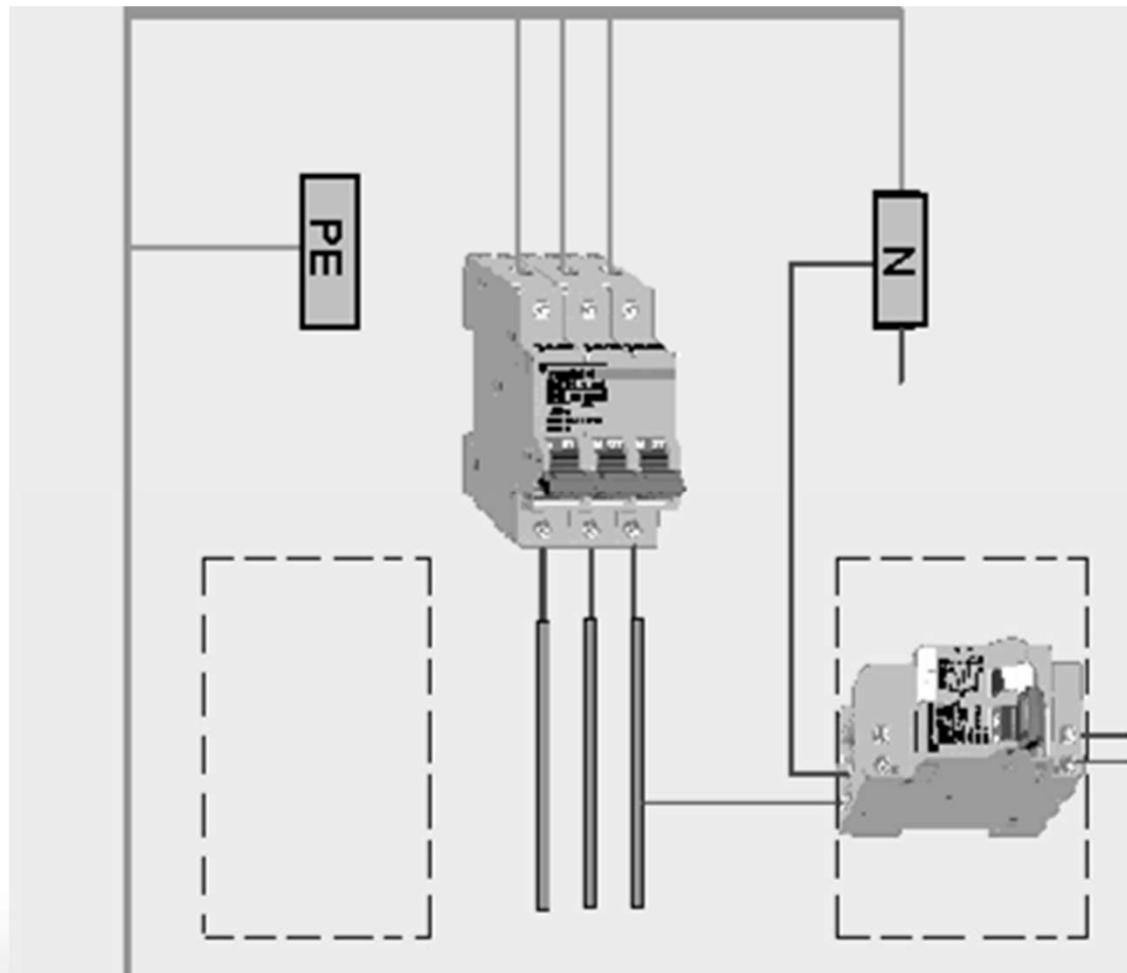
2) O condutor de proteção é comum

3) Os interruptores diferenciais, têm que ser protegidos contra curtos-circuitos.

# Detalhes de Ligação “DR”



# Detalhes de Ligação “DR”



## Resumo das prescrições-choque elétrico (NBR 5410)

- Proteção contra contatos diretos
  - Proteção contra contatos indiretos
  - Proteção complementar (contra contato direto) por dispositivo "DR" de alta sensibilidade ( $I\Delta n \leq 30\text{mA}$ )
  
  - Deve ser objeto da proteção complementar:
    - a) circuitos em locais contendo banheira ou chuveiro
    - b) tomadas em áreas externas
    - c) tomadas em áreas internas → equip. externos
    - d) tomadas em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviços, garagem (local interno molhado ou sujeito a lavagens).
- Exclusões:
- ✓ luminárias em altura > 2,5m
  - ✓ tomadas para refrigeradores e congeladores;



**Tabela 8.5**  
**Resistência Elétrica do Corpo Humano conforme as**  
**Condições de Umidade da Pele e**  
**Respectivas Correntes de Choque para Alguns Valores de Tensão de Contato**

Tensão de Contato [V]	Condições de Umidade da Pele							
	BB1		BB2		BB3		BB4	
	R [ $\Omega$ ]	I [mA]	R [ $\Omega$ ]	I [mA]	R [ $\Omega$ ]	I [mA]	R [ $\Omega$ ]	I [mA]
10	6500	1,6	3200	3	1200	8	500	20
25	5000	5	2500	10	1000	25	400	50
50	4000	12,5	2000	25	875	57	300	165
100	2200	45	1500	70	730	140	260	370
250	1000	230	1000	230	650	500	200	1000

**Definição dos Códigos BB1 a BB4**

**BB1:** resistência elétrica do corpo elevada; característica de condições secas; típica de circunstâncias nas quais a pele está seca, sem nenhuma umidade, inclusive suor.

**BB2:** resistência elétrica do corpo normal; característica de condições úmidas; típica de passagem da corrente elétrica de uma mão à outra ou de uma mão a um pé, com a pele úmida (suor) e a superfície de contato sendo significativa (por exemplo, um elemento está seguro dentro da mão).

**BB3:** resistência elétrica do corpo fraca; característica de condições molhadas, típica de passagem da corrente elétrica entre as duas mãos e os dois pés, estando as pessoas com os pés molhados ao ponto de se poder desprezar a resistência da pele e dos pés.

**BB4:** resistência elétrica do corpo muito fraca, característica de condições imersas, típica de pessoas imersas n'água, por exemplo em banheiras e piscinas.

## JUSTIÇA

# Condenados fabricantes de chuveiro defeituoso

O juiz da 7ª Vara Criminal, Fernando Cirillo, condenou por homicídio culposo dois engenheiros e o dono da

Indústria e Comércio Ltda., fabricante da ducha [REDACTED]. Há três anos, esse produto da empresa causou a morte de Paula de Castro Esposto, de 13 anos. Ela recebeu uma descarga de 220 volts e morreu eletrocutada durante o banho, em sua casa, na Rua da União, 420, apartamento 41, na Vila Mariana. A perícia constatou que a ducha tinha defeito.

O engenheiro [REDACTED], de 47 anos, foi condenado a um ano de detenção. O engenheiro [REDACTED], 42, e o dono da [REDACTED], de 30, receberam penas de 1 ano e 4 meses. Os três foram responsabilizados pela

tragédia por terem lançado o produto no mercado sem fazer teste de qualidade.

Os réus ainda não tomaram conhecimento oficialmente da sentença. Estão sendo intimados por carta precatória remetida à comarca de Avaré, onde moram. O juiz concedeu aos três o benefício da suspensão condicional da pena, pelo prazo de três anos, mas determinou que, no primeiro ano, prestem serviços à comunidade, ainda a ser estabelecidos.

Paula foi encontrada caída no box ainda segurando o tubo de desvio da água, por onde recebeu a descarga elétrica. A perícia apurou que o registro de aquecimento da ducha, recém-instalada na residência, entrava em curto-circuito com a carcaça, quando a água passava.



# Instalação de chuveiro

A morte da jovem Stella Pessoa Alves, de 17 anos, por uma descarga elétrica, pode ter sido causada pela instalação irregular do chuveiro em sua residência

De Editoria Local

Os aparelhos elétricos, adquiridos para o conforto das pessoas em seus lares, consistem em verdadeiras armas brancas. Os usuários não têm a menor idéia sobre os riscos causados pelos equipamentos quando estes não são instalados de acordo com as normas de segurança. No caso de chuveiros, as precauções são ainda maiores, já que a água também é um condutor elétrico.

Exemplos tristes como o da estudante Stella Pessoa Alves, de 17 anos, que faleceu após receber uma descarga elétrica do chuveiro na última segunda-feira, podem ocorrer por falta de um sistema adequado de instalações elétricas, com um subdimensionamento da rede.

O Instituto Médico Legal (IML) registra anualmente três casos de mortes por descargas elétricas provocadas por aparelhos domésticos.

De acordo com explicações do engenheiro elétrico José Andrade Nobre, da empresa Instel, o chuveiro é o equipamento que traz mais riscos ao usuário, já que para aquecer a água são usadas resistências submersas.

**Aterramento** — Por isso, para evitar acidentes fatais é importante que o aparelho esteja conectado com um fio terra, que absorva eventuais descargas, como em um curto-circuito.

Pelas normas de segurança, todo aparelho elétrico tem que ser aterrado, principalmente os chuveiros, geladeiras, freezers, microondas e máquinas de lavar roupa.

A falta de um fio terra ligado ao sistema de aterramento do prédio, pode fazer com que

humano é formado basicamente por 70% de água, um dos elementos condutores de energia.

Entretanto, tudo depende da qualidade do sistema de aterramento dos edifícios e residências. Nobre informou que as pessoas, tendo certeza das condições da fiação dos prédios, podem até ligar chuveiros e equipamentos elétricos na fiação trovoadada.

Para eliminar dúvidas, o engenheiro explicou que devem ser identificados três sistemas de aterramento em uma mesma construção: o de para-raios e os aterramentos de massa (para eletrodomésticos) e telefônico. Nos edifícios comerciais, os condutores devem ser certificados pela existência de aterramento e ligação que elimina os riscos de danos em computadores e aparelhos de fax.

**Perigo à vista** — O primeiro sinal de problemas na instalação de um chuveiro é quando outras torneiras da casa começam a promover descargas elétricas, os chamados "choquinhos". Os modelos nacionais mais comuns colocam as resistências em contato direto com a água, enquanto os chuveiros fabricados na Europa revestem o sistema de aquecimento com cobre, tornando-os blindados.

O principal problema verificado em apartamentos é o não dimensionamento da fiação do banheiro para a instalação de chuveiros mais potentes.

Mas, diante de produtos que garantam um aquecimento melhor e jatos de água mais fortes, as pessoas optam por aparelhos como o da marca Cardal, que atingem de 5.200 a 8.500 watts, enquanto a fiação atende aos tradicionais chuveiros, que variam



Nobre alerta para risco

car uma lâmpada", pondera o engenheiro.

Mesmo os modelos mais modernos de chuveiros precisam de manutenção, no mínimo. Ao trocar uma resistência, portanto, é importante fixar os pólos de cobre, geralmente, ficam com uma camada de lodo; nunca conectar o fio do chuveiro ao cano de esgoto, como uma solução mais barata e aterrar as tomadas da casa.

O proprietário da empresa Instel, Delson Canargo, ressaltou que nos Estados Unidos os chuveiros devem ser instalados em tomadas triplas, onde uma das tomadas é de fio terra.

**Circuito** — A contagem de engenheiros ou técnicos especializados em eletricidade é dispensável para que o profissional avalie o circuito a que o chuveiro está ligado.

No caso da estudante Stella Pessoa Alves, o disjuntor não ter desarmado o circuito que alimenta a ducha, fazendo com que a descarga continuasse transmitida, levando-a à morte.

Nobre explicou que o aparelho de oito mil watts, o correto seria instalar um disjuntor de 40 a 45 ampères e uma lâmpada fluorescente de

# Frentista morre eletrocutado em posto de S. Bernardo

**Graciela Andrade**

Da Redação

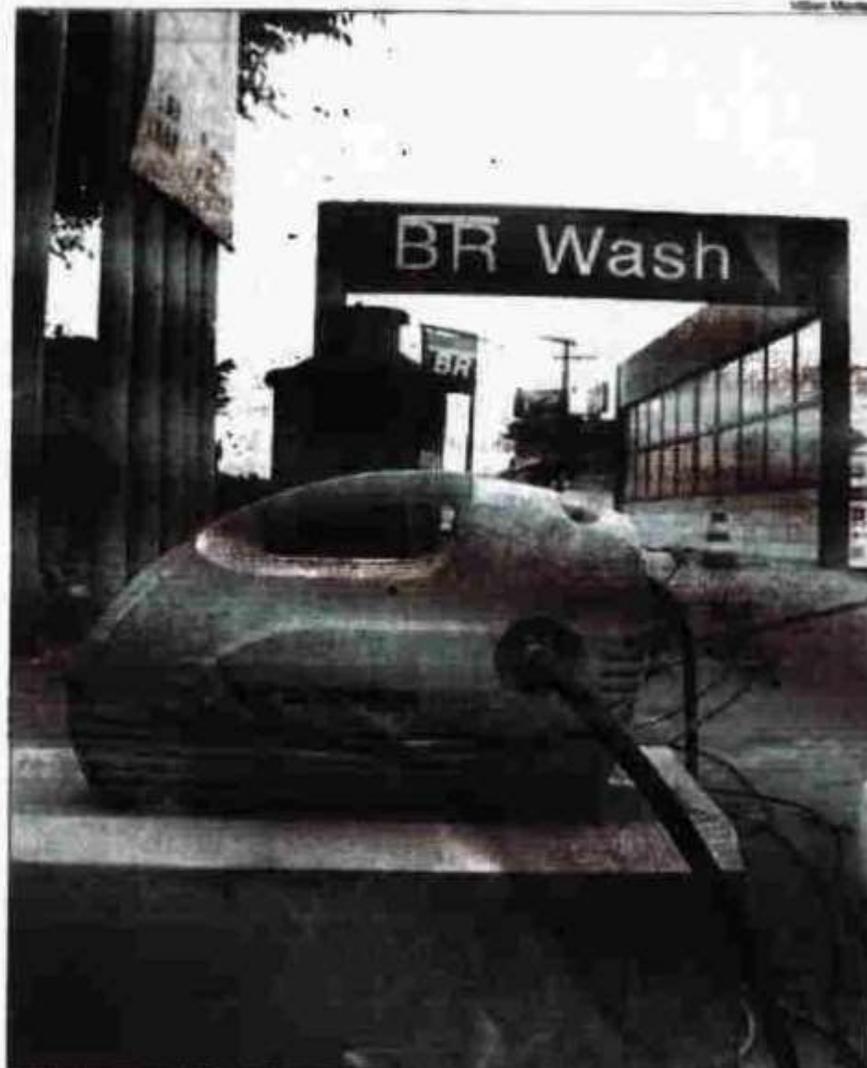
■ O frentista Adjailson Moraes de Oliveira, 25 anos, morreu na manhã de ontem quando trabalhava no Posto Avenida Antártico, no Jardim do Mar, em São Bernardo.

De acordo com informações do BO 9.683, registrado no 1º DP de São Bernardo, por volta das 8h15, Adjailson estava lavando um carro, quando foi mexer na máquina de lavar veículos, da marca Karcher, e sofreu um choque elétrico.

Os colegas de trabalho chamaram o resgate. O frentista foi socorrido e levado ao Pronto-Socorro Central da cidade, onde não resistiu aos ferimentos e morreu.

O gerente do posto, Dimas Rodrigues de Oliveira, não soube dizer ao Diário o que teria acontecido, já que não estava no momento do incidente. Segundo ele, Adjailson trabalhava no posto havia cerca de um mês.

De acordo com o delegado Nelson Neves de Oliveira, antes da perícia é difícil afirmar o que realmente aconteceu. "Somente as investigações vão poder dizer se houve negligência ou não por parte dos proprietários do posto", explicou. □



Máquina de lavar veículos na qual Adjailson sofreu choque elétrico

Macaé (RJ), terça-feira, 2 de março de 1999

# Operário leva choque em rede de esgoto

O operário Ailton Antônio Moreira, 49 anos, levou um choque ontem ao desentupir uma rede de esgoto na Rua Teixeira de Gouveia, esquina com Rua Conde de Araruama. O fato ocorreu por volta das 15 horas. Ailton foi socorrido pelo 9º Grupo de Bombeiros Militar (9º GBM) e levado para o Pronto Socorro Municipal, onde foi medicado.

Segundo informações, Ailton

desentupia a rede de esgoto de uma loja situada na rua, quando ao mexer com o cano recebeu o choque. Testemunhas contam que, apesar do socorro ser prestado de forma rápida, Ailton ficou eletrocutado pelo choque durante algum tempo.

O operário foi levado para o Pronto Socorro, onde ficou em observação. Até o fechamento desta edição, Ailton estava fora de perigo.

02/12/98

O ESTADO DE S. PAULO - C11

## Percussionista morre após levar choque

SALVADOR – O percussionista do grupo Olodum José Nilton Teixeira de Souza, de 22 anos, conhecido como *Zoião*, morreu de parada cardíaca na tarde de ontem. Ele passou mal em casa em decorrência, provavelmente, de choque elétrico provocado por um freezer. De acordo com os colegas, ele tomou banho de manhã e encostou-se, ainda molhado, no freezer, recebendo a descarga elétrica. Mais tarde, foi levado para o hospital, onde teve a parada cardíaca.



■ são paulo

# Argentino de 7 anos morre em hotel na BA

CHRISTIANNE GONZÁLEZ  
da Agência Folha, em Salvador

O garoto argentino Farid Affad, 7, morreu eletrocutado, anteontem à tarde, na piscina do Praia do Forte Eco Resort, um dos mais luxuosos do país.

O acidente ocorreu quando o menino nadava na piscina infantil, acompanhado de recreadores do hotel, localizado na praia do Forte (litoral norte da Bahia).

Segundo funcionários, Affad colocou a mão em um fio desencapado em um refletor localizado a meio metro da borda da piscina.

O menino foi levado ainda com vida à enfermaria, onde morreu após ser atendido por um médico.

O assessor de imprensa do resort, Oldack Miranda, negou que

a causa do acidente tenha sido um fio desencapado. Ele disse que o hotel vai aguardar a perícia.

O pai do menino, Falman Affad, a mãe, Ana Narcui (grávida de 6 meses), e outro filho deixaram o resort e foram para Salvador.

Além desse acidente, o hotel registrou pelo menos mais duas ocorrências envolvendo crianças na semana passada. As duas escorregaram na borda de outra piscina e tiveram que ser atendidas no centro médico.

A Agência Folha apurou que os hóspedes do Praia do Forte Eco Resort têm reclamado das condições inadequadas da área infantil.

Juntamente com o Club Med, em Itaparica, e com o Transamérica (ambos na BA), o Praia do Forte é considerado um dos me-

lhores hotéis de lazer do Brasil. A diária varia de R\$ 411 (apartamento duplo standard) a R\$ 614 (suite master). As reservas estão esgotadas até o próximo dia 12.

O hotel é um dos preferidos de políticos e artistas. Um de seus hóspedes mais assíduos é o presidente do Senado, Antonio Carlos Magalhães (PFL-BA).

# ATERRAMENTO / NBR-5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão

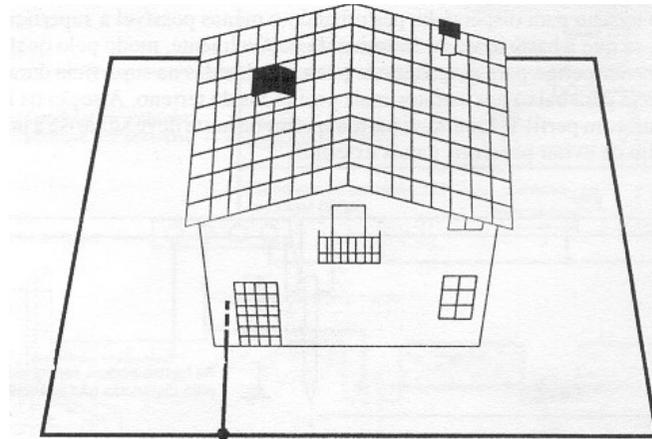
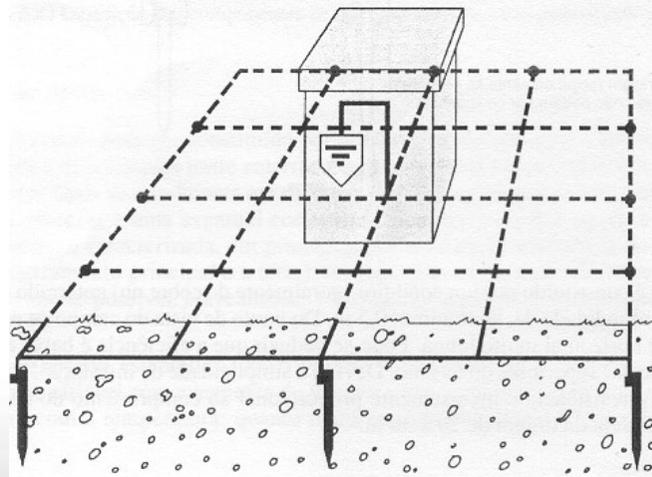


Fig. 3.25 Eletrodo em anel.



# INTEGRAÇÃO DOS ATERRAMENTOS

- **PELAS NORMAS NBR-5410 E NBR-5419 INTERLIGAM-SE:**
  - neutro e condutores de proteção da rede de energia
  - aterramentos do sistema de proteção contra raios
  - ferragens e estruturas metálicas
  - aterramentos de instalações especiais



# NBR-5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão

- aterramento principal integrado à estrutura da edificação
- entradas de energia e sinais localizadas próximas entre si e junto ao aterramento comum
- aterramento do neutro feito somente na entrada da instalação



## NBR-5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão

- entradas de energia e de sinais com dispositivo de proteção contra sobretensões
- a cabeaço de um circuito de energia deve formar um grupo compacto, incluindo o condutor de aterramento
- bitola mínima do cabo de cobre nu enterrado – 50mm<sup>2</sup>



## NBR-5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão

- exigência do anel de aterramento
- ênfase no uso de ferragens estruturais como descida e aterramento
- teste de continuidade
- **10 ohms passa a ser recomendação e não exigência**



# BENEFÍCIOS da INTEGRAÇÃO dos ATERRAMENTOS

- equipotencialização de massas metálicas
- unificação das referências de terra
- redução das resistências de aterramento



# ELEMENTOS COMPONENTES

- **ELETRODOS DE ATERRAMENTO**
- **CONDUTORES de LIGAÇÃO EQUIPOTENCIAL e de ATERRAMENTO**
- **CONDUTORES DE PROTEÇÃO**



# ELETRODOS de ATERRAMENTO

## NBR-5419

### • ARRANJOS DE ELETRODOS

- **A - RADIAL** - dimensões mínimas dos condutores
  - horizontais – 5,0 m
  - verticais -- 2,5 m - melhores para descargas impulsivas
- **B - ANEL** - enterrado no solo ou embutido nas fundações
- **CONFIGURAÇÃO MISTA**



# ELETRODOS DE ATERRAMENTO

## - dimensões mínimas -

TIPO DE ELETRODO	DIMENSÕES MÍNIMAS
tubo de aço zincado (1)	2,4m x Ø25mm
perfil de aço zincado (1)	cantoneira de 2,4m x 20x20x3mm
haste de aço zincado (1)	2m x Ø15mm
haste de aço cobreada (1)	2m x Ø15mm
haste de cobre (1)	2m x Ø15mm
fita de cobre (2)	10m x 2mm x 25mm <sup>2</sup>
fita de aço galvanizado (2)	10m x 3mm x 100mm <sup>2</sup>
cabo de cobre (3)	10m x 50mm <sup>2</sup>
cabo de aço zincado (3)	10m x 95mm <sup>2</sup>

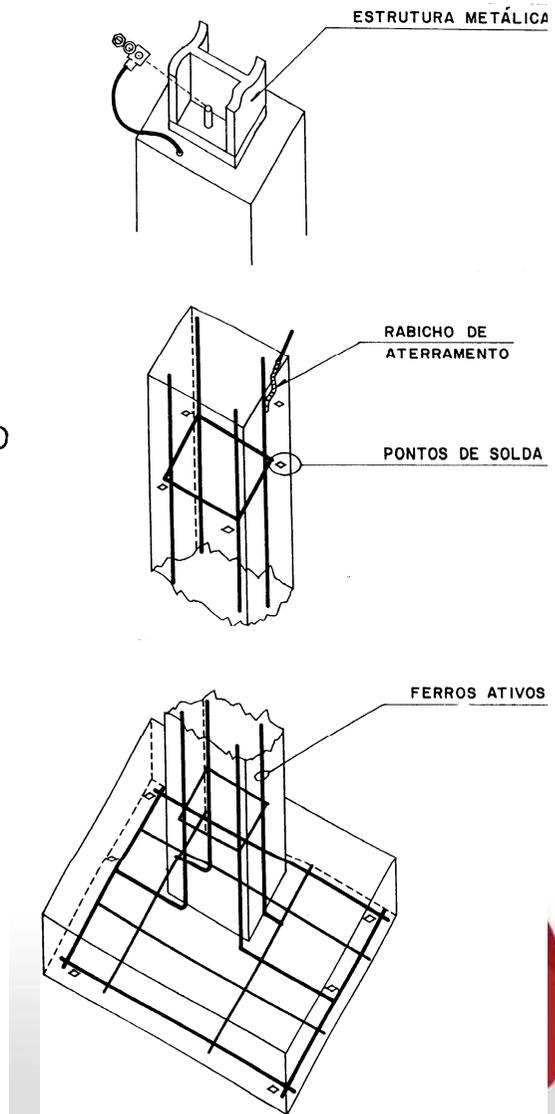
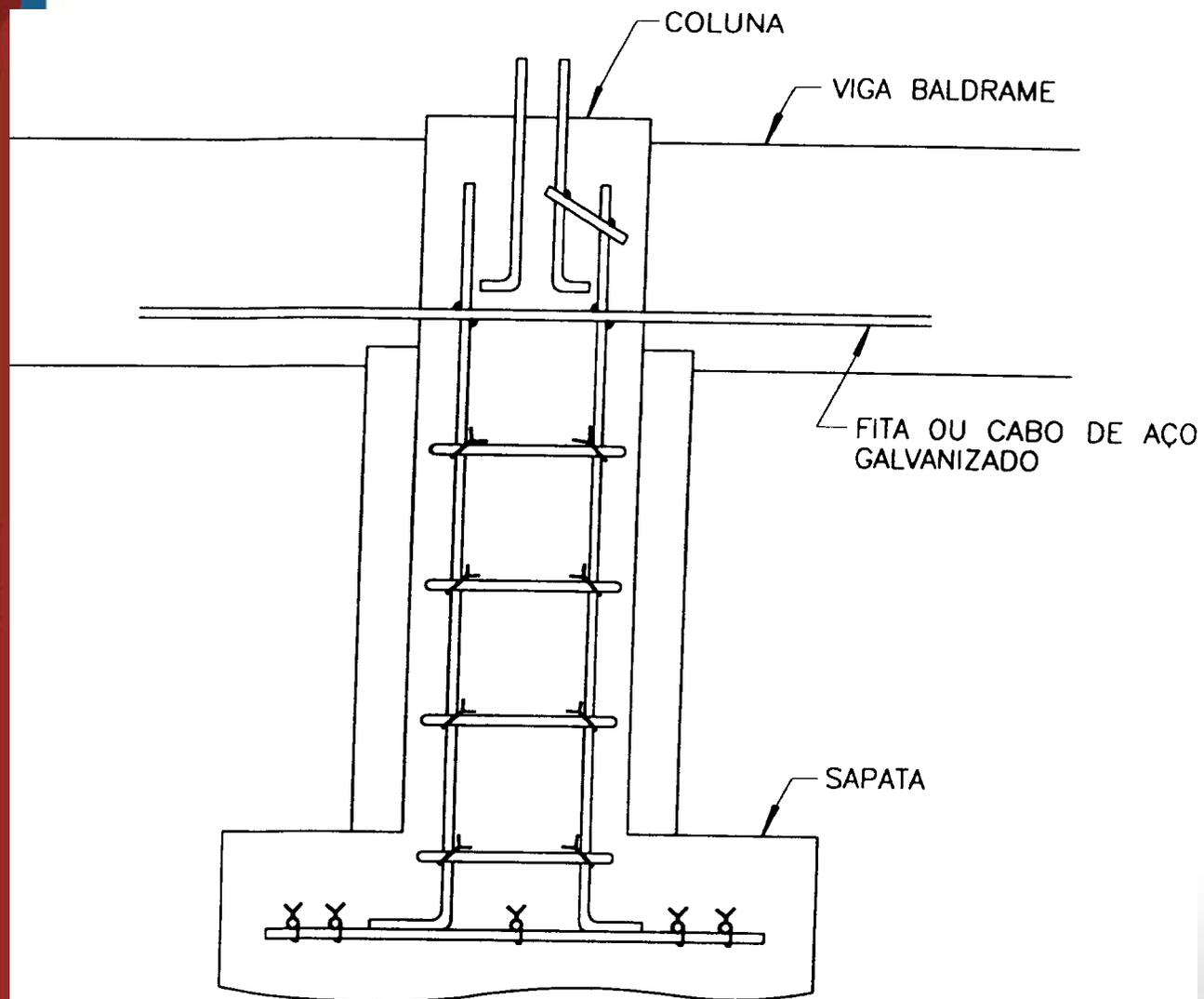
# ATERRAMENTO DE FUNDAÇÃO

- **VANTAGENS**

- menor custo de instalação
- vida útil compatível com a da instalação
- resistência de aterramento mais estável
- maior proteção contra seccionamentos e danos mecânicos



# ATERRAMENTO DE FUNDAÇÃO



# ATERRAMENTO DE FUNDAÇÃO

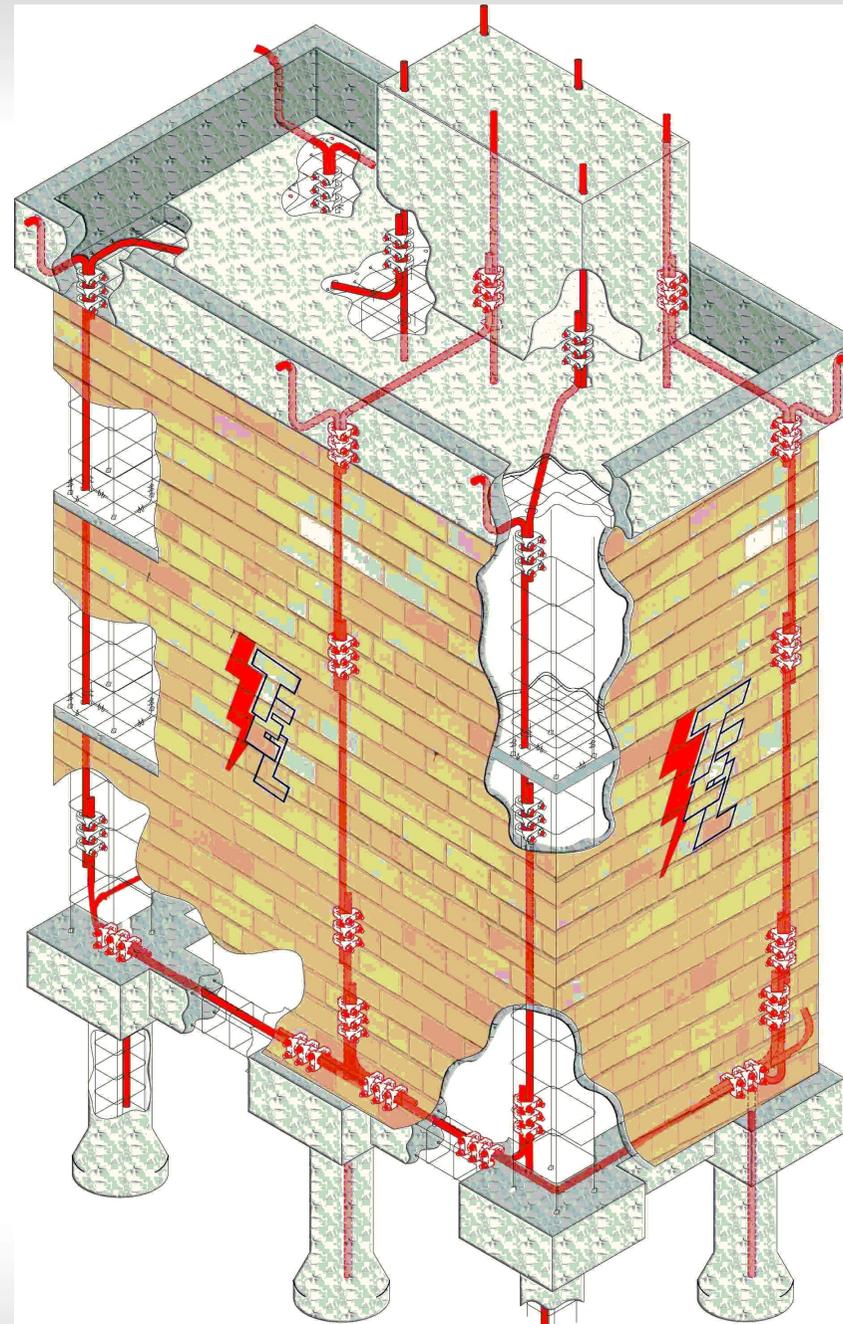
- **ELEMENTOS COMPONENTES**

- unitários - blocos e sapatas ( $R$  típica de  $50\Omega$ )
- contínuos - estacas, tubulões e vigas baldrame

- **ALTERNATIVAS DE IMPLANTAÇÃO**

- armações de aço das estacas, blocos de fundações e de vigas baldrame
- cabo ou fita de aço embutida no radier da construção





# ATERRAMENTO DE FUNDAÇÃO

- **NEC** - ferragens com dimensões mínimas de 2" x 20 pés e 2" acima do fundo da fôrma (*NEC National Electrical Code*)
- **VDE/DIN** - volume mínimo concreto – 5 m<sup>3</sup> (*DIN Deutsche Industrie Normen e VDE Verband Deutscher Elektrotechniker*)
- **NBR-5419** - duas alternativas
  - fita ou cabo de aço amarrados à ferragem mais profunda
  - amarrações em 50% dos cruzamentos e sobreposição dos ferros de 20 diâmetros



# ATERRAMENTO DE FUNDAÇÃO

- ferros soldados eletricamente devem garantir a continuidade entre diferentes componentes da fundação e da estrutura
- boa continuidade entre diferentes pontos nas ferragens -  $R < 0,1\Omega$
- integração com o SPDA
- previsão de acessos por placas ou rabichos



# ATERRAMENTO DE FUNDAÇÃO

- R pode ser estimado em função da área da edificação ou do volume da fundação
- apresenta valores próximos para baixa e alta frequências em fundações de concreto armado
- importante o envolvimento da empresa de construção civil



## ESTIMATIVA DE RESISTÊNCIAS DE ATERRAMENTO DE FUNDAÇÃO

$$R = \frac{\rho}{\pi \times 1,57 \times \sqrt[3]{V}}$$

$$R = \frac{0,55 \times \rho}{\sqrt{A}}$$

# ELEMENTOS METÁLICOS CONSTRUTIVOS

- **estrutura metálica de cobertura**
- **ferragens estruturais**
  - colunas
  - vigas
  - lajes
- **ferragens das fundações**
  - radier
  - sapatas
  - tubulões

# ASPECTOS POLÊMICOS

- o concreto é poroso e o processo de corrosão das ferragens, na maioria das obras começa a se manifestar em poucos anos
- o recobrimento dos pilares na maioria das vezes não consegue proteger a ferragem contra os agentes agressivos
- a norma de concreto armado não exige nenhum tipo de amarração entre as ferragens de pilares/pilares e pilares/lages, ficando a critério do armador que está executando tal serviço



# ASPECTOS POLÊMICOS

- a tecnologia de estruturas e fundações civis tem sofrido muitas inovações, é comum encontrar blocos de fundação sem ferragens e sem vigas baldrame, sendo que a cada momento novas tecnologias vão sendo importadas
- as estruturas de concreto protendido ou com cabos engraxados não possuem obrigatoriamente continuidade elétrica



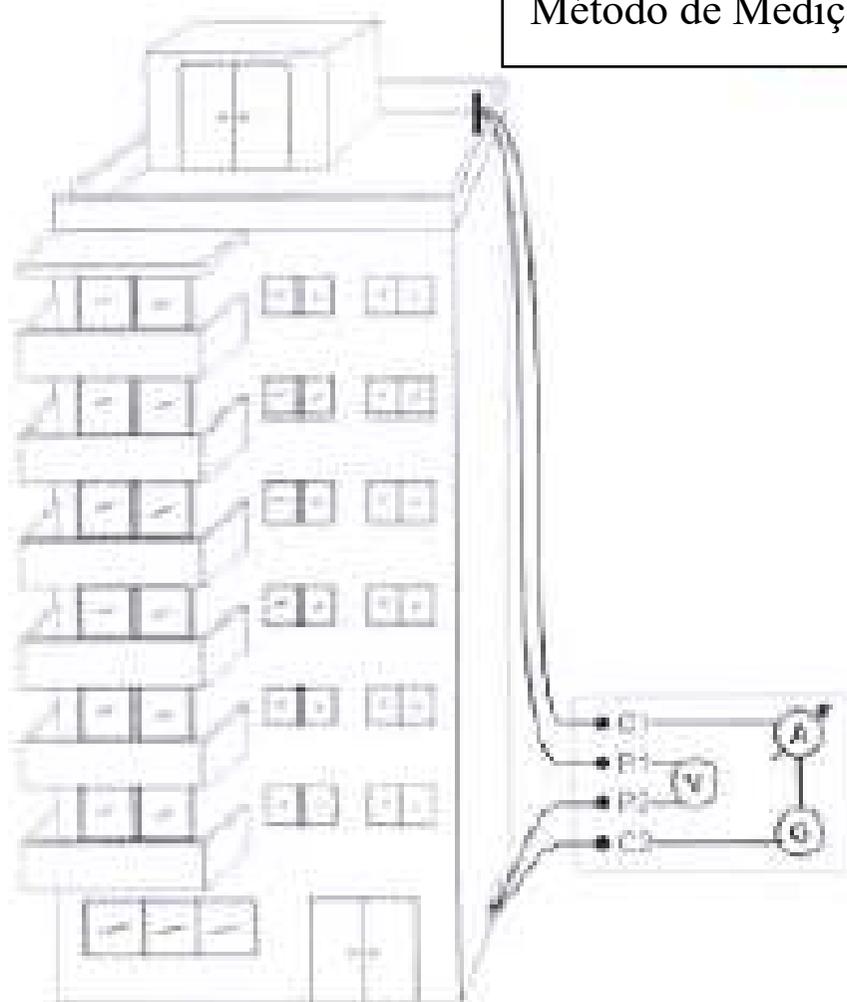
# TESTES DE CONTINUIDADE

- entre topo de base das colunas, e entre topos e entre bases de colunas contíguas, no caso de implantação de sistema de proteção contra descargas atmosféricas diretas; ou
- entre barras de terra das entradas de energia e de telefonia;
- entre entrada de energia e pontos de terra nos “shafts” de energia e em salas técnicas; e
- entre entrada de telefonia e pontos de terra nos “shafts” de comunicações.



# TESTES DE CONTINUIDADE

Método de Medição



# Barramento de Equipotencialidade Funcional (BEF) – ligado à barra TAP

- blindagens e proteções metálicas dos cabos e equipamentos de sinais
- condutores de equipotencialidade dos sistemas de trilho
- condutores de aterramento dos dispositivos de proteção contra sobretensões secundários
- condutores de aterramento de torres e de antenas de radiocomunicação
- condutor de aterramento do pólo terra do sistema de corrente contínua
- TAS – Terminais de Aterramento Secundário – em locais onde houverem vários ETI
- os elementos normalmente ligados ao TAP da edificação

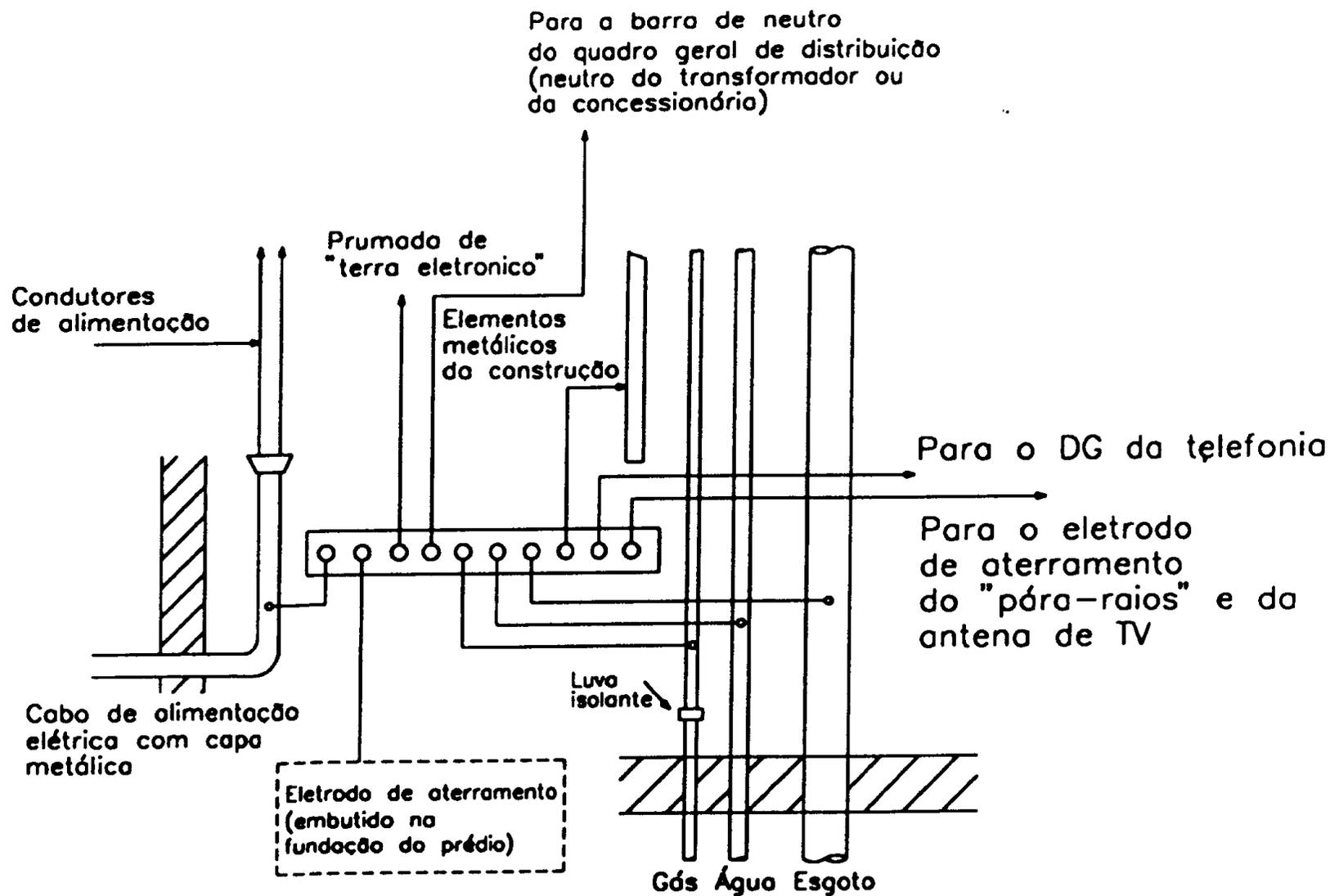


# LIGAÇÕES EQUIPOTENCIAIS

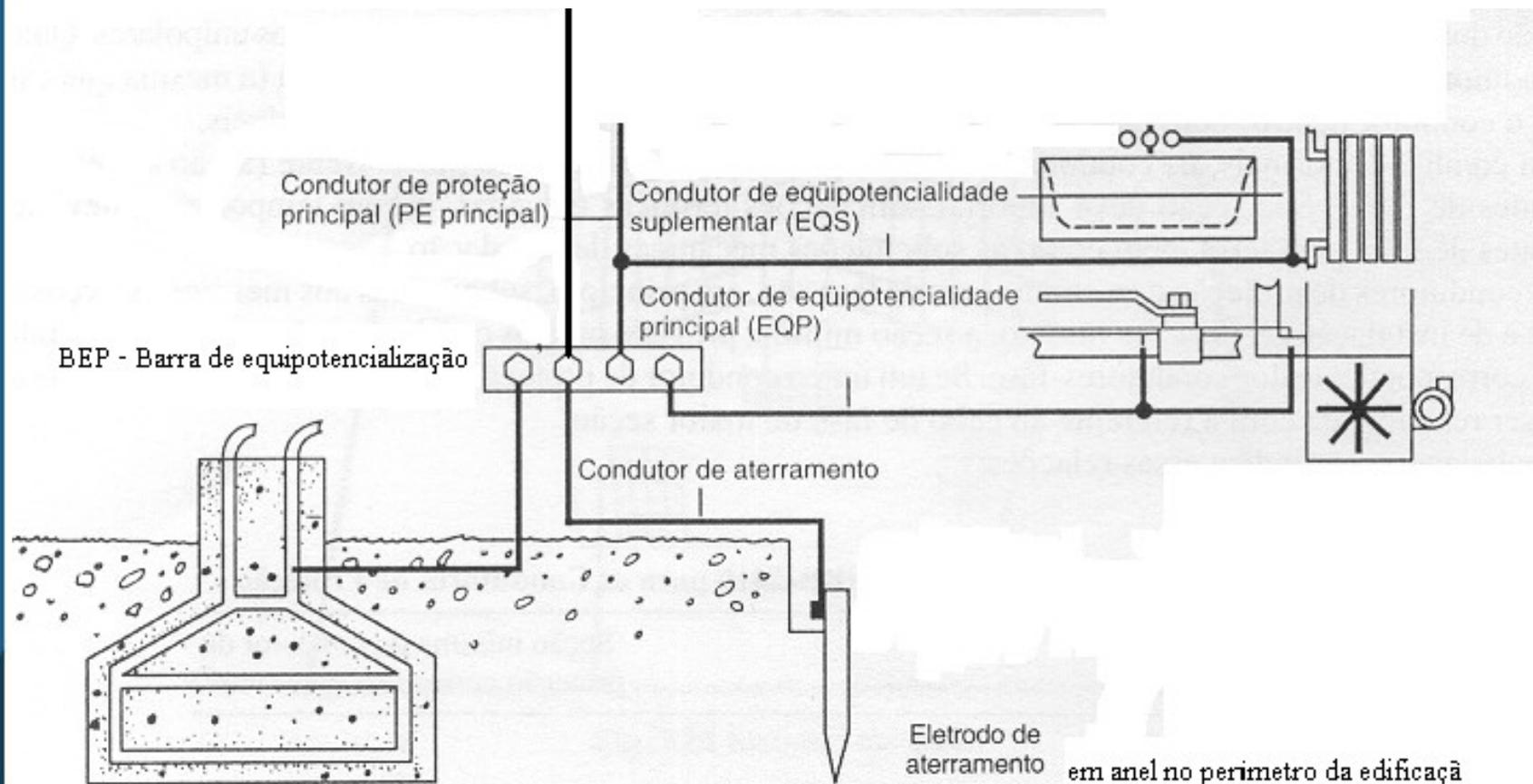
- **BARRA DE ATERRAMENTO PRINCIPAL**
  - rabicho dos eletrodos de aterramento
  - condutores de proteção e “terra eletrônico”
  - blindagens/proteções de cabos de telecomunicações
  - spda e mastros de antenas
  - elementos metálicos da construção (inclusive canalizações e ferragens estruturais)
  - neutro da rede de energia



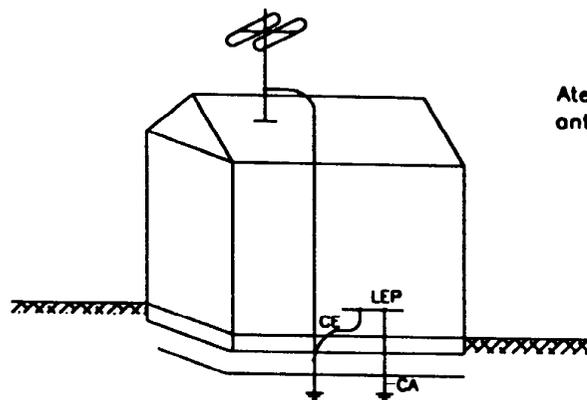
# LIGAÇÃO EQUIPOTENCIAL PRINCIPAL



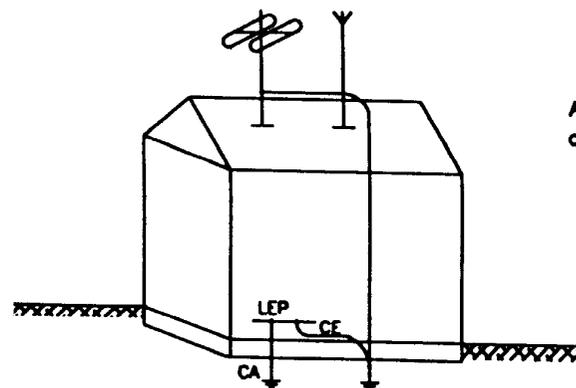
# LIGAÇÃO EQUIPOTENCIAL PRINCIPAL



# LIGAÇÕES EQUIPOTENCIAIS



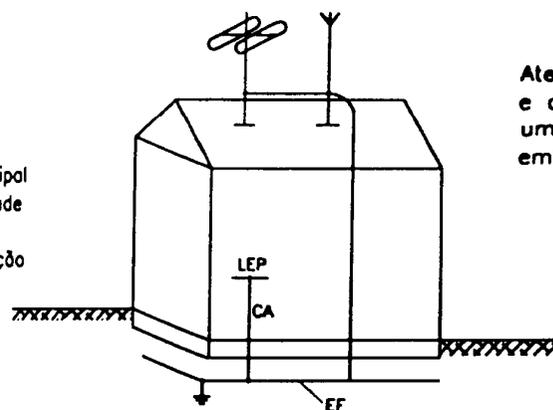
Aterramento exclusivo da antena, sem pára-raios



Aterramento de antena utilizando a descida do pára-raios

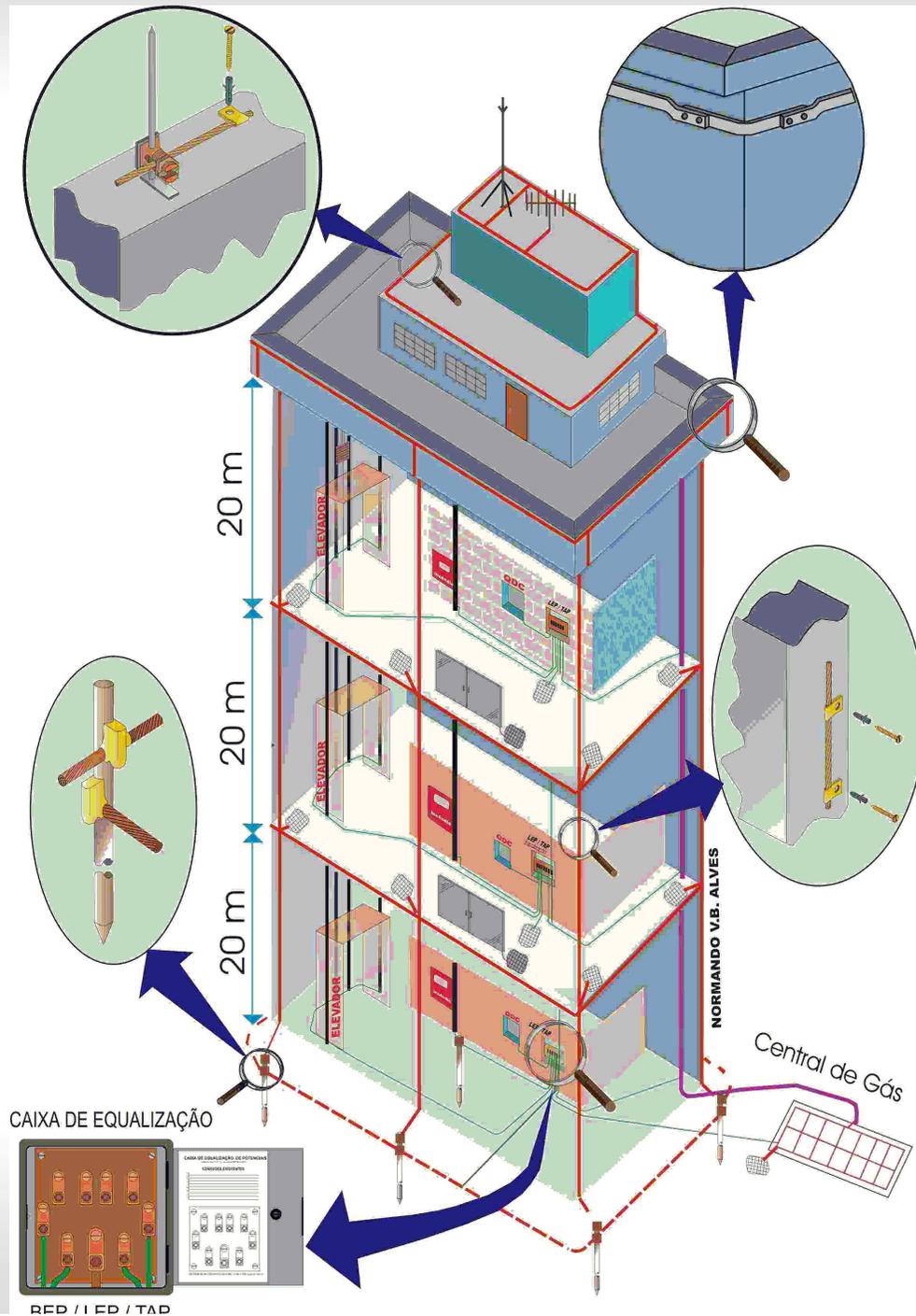
## LEGENDA:

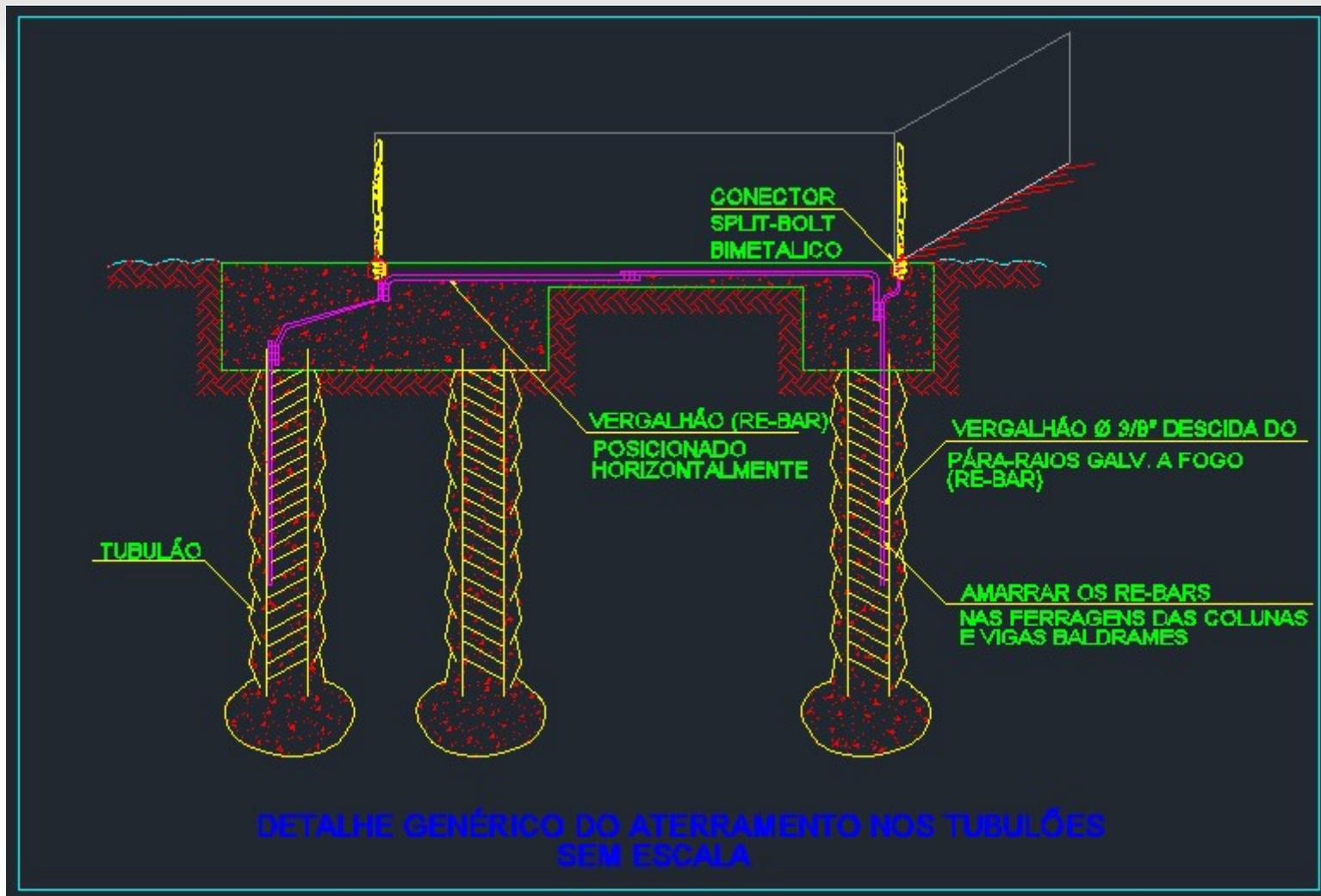
LEP = Ligação equipotencial principal  
CE = Condutor de equipotencialidade  
CA = Condutor de aterramento  
EF = Eletrodo embutido na fundação

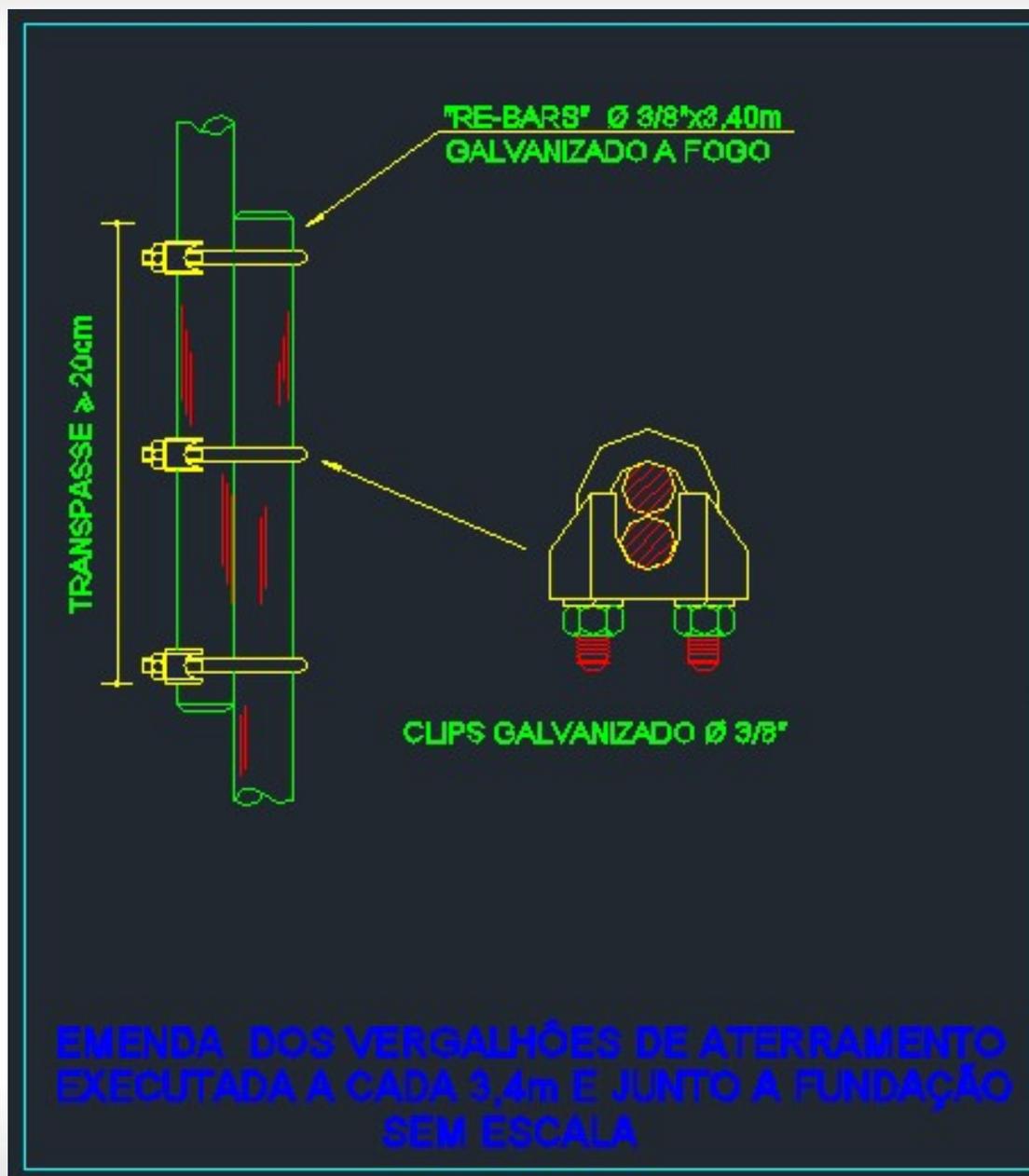


Aterramento da antena, do pára-raios e da instalação elétrica utilizando um eletrodo comum (por exemplo, embutido na fundação)

# Equalização externa







# LIGAÇÕES EQUIPOTENCIAIS

- **SEÇÕES MÍNIMAS**

- metade da bitola do maior condutor de proteção
- para condutores de cobre -  $6\text{mm}^2 < S < 25\text{mm}^2$

- **ALTERNATIVAS DE LIGAÇÃO**

- condutores de proteção ligados às barras PEN nos quadros de distribuição
- interligação entre diferentes massas metálicas
- conexão direta à malha de aterramento

- massas metálicas externas ao tempo devem ser ligadas diretamente à malha de aterramento



*obrigado*



# CONTATOS

GIULIANO PIERRE ESTEVAM

[electreonge@electroenge.com.br](mailto:electreonge@electroenge.com.br)

[giuliano.estevam@fatec.sp.gov.br](mailto:giuliano.estevam@fatec.sp.gov.br)

[www.electroenge.com.br](http://www.electroenge.com.br)

Celular: (18) 981125043

