

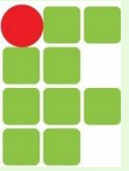


Eletrônica Básica

Professor: Neilor Colombo Dal Pont

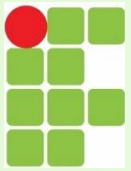
Sistemas Embarcados

Tópicos da Aula



- Dispositivos de proteção
- Projeto da instalação

Diagrama Unifilar



- Em uma instalação elétrica residencial, tem-se dois principais diagramas unifilares: A planta elétrica, e o diagrama do quadro de cargas.
- Exemplo de diagrama do quadro de cargas:

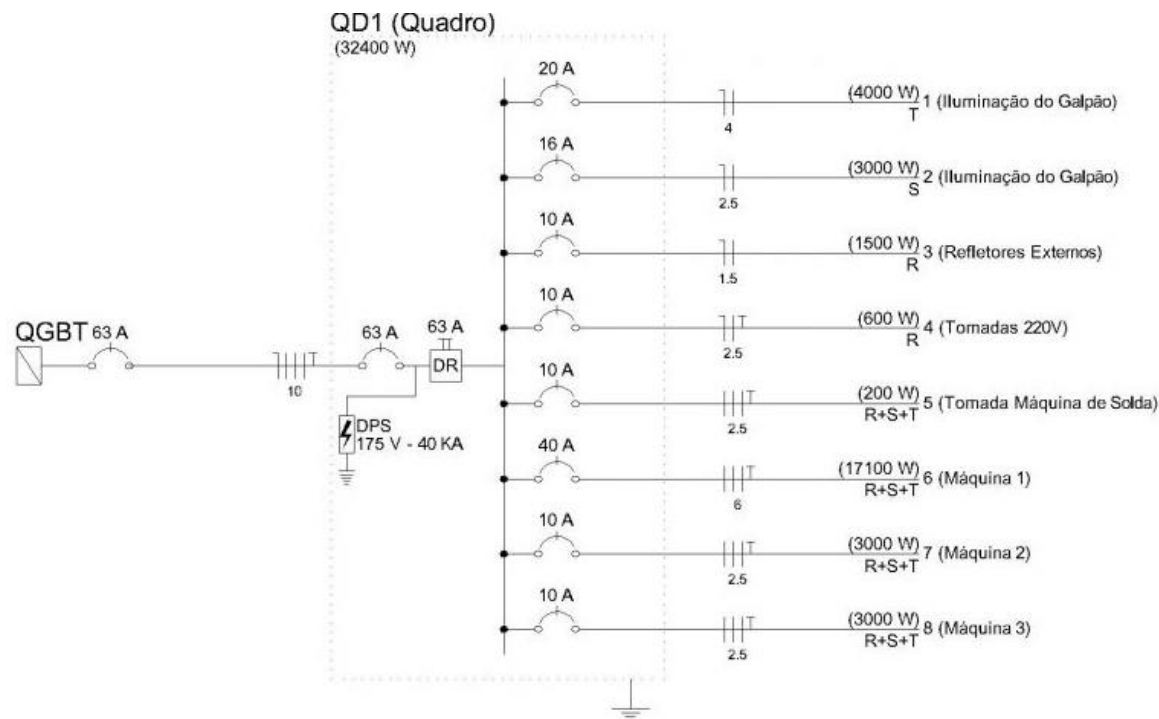
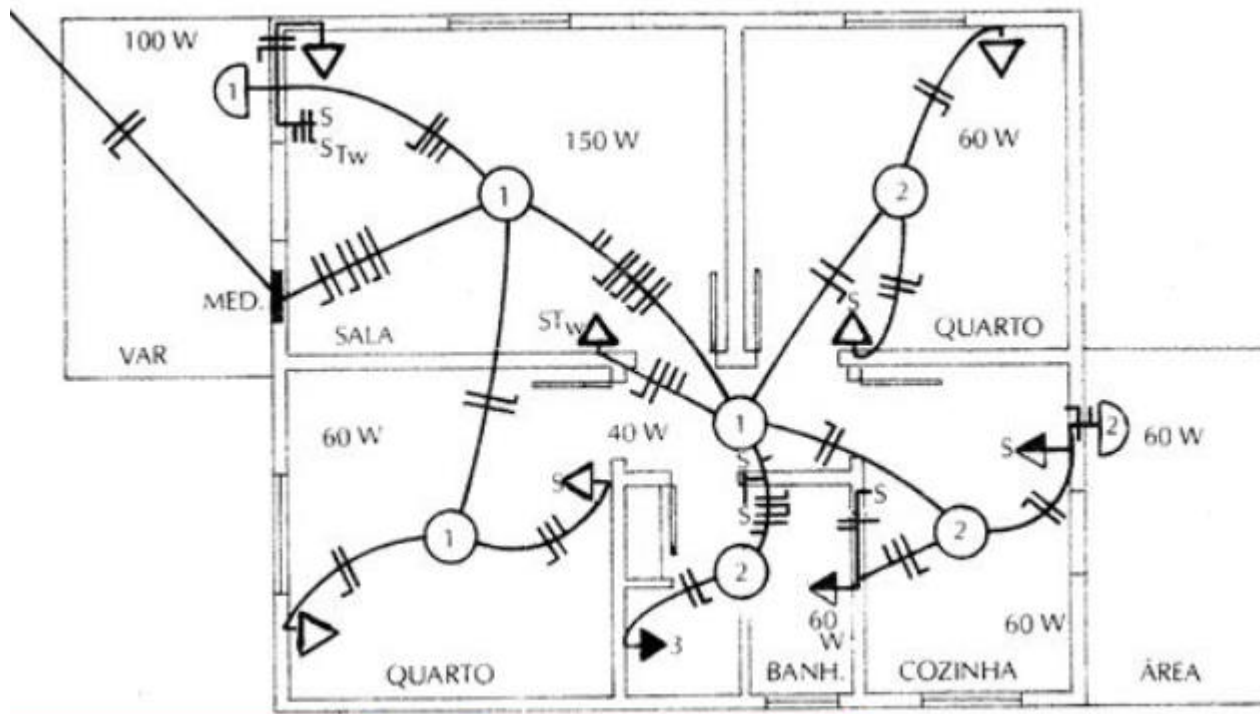


Diagrama Unifilar



- Em uma instalação elétrica residencial, tem-se dois principais diagramas unifilares: A planta elétrica, e o diagrama do quadro de cargas.
- Exemplo de diagrama de uma planta elétrica:



Dispositivos de Proteção



- Os dispositivos de proteção servem, para proteger a instalação elétrica, os equipamentos e as pessoas.
- Eles normalmente são posicionados nos quadros de distribuição, e possuem funções de proteção e seccionamento do circuito.
- Existem basicamente três tipos de dispositivos de proteção:
- O DR (dispositivo Diferencial Residual) protege contra choque elétrico e fugas de corrente.
- O disjuntor termomagnético protege contra sobrecarga e curto circuito nas instalações.
- O DPS (Dispositivo de Proteção Contra Surtos) protege contra surtos de tensão na rede.

Dispositivo de Diferencial Residual



- Fornece proteção ativa contra choque elétrico e fugas de corrente.
- Nele, sempre há a presença do Neutro.
- Normalmente é instalado antes do disjuntor termomagnético.



Dispositivo de Diferencial Residual



➤ Princípio de funcionamento:

F1 – Dispositivo DR de proteção contra correntes de fuga à terra

T – Transformador diferencial toroidal

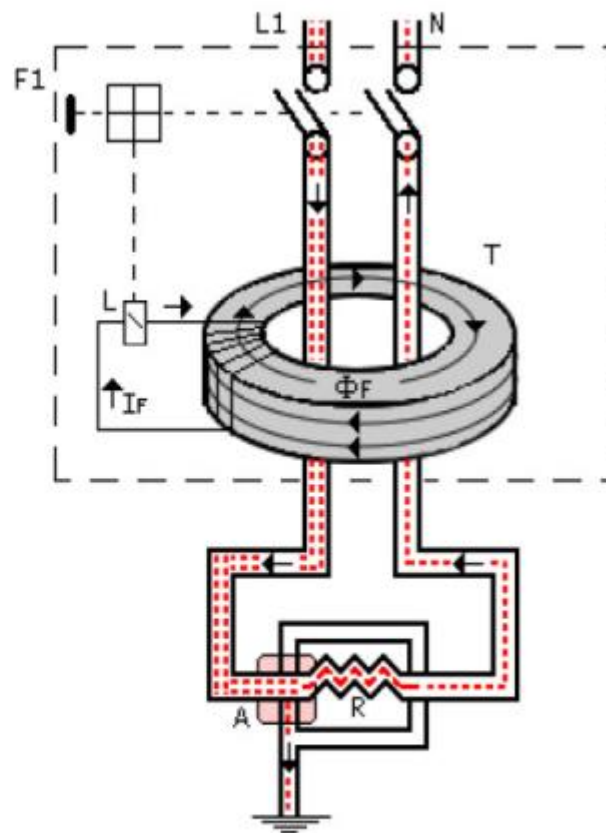
L – Disparador eletromagnético

R – Carga (aparelho consumidor)

A – Ponto de contato Indireto (fuga a terra por falha da isolamento)

ϕ_F – Fluxo magnético da corrente residual

I_F – Corrente secundária residual induzida



Dispositivo de Diferencial Residual



- Conforme NBR 5410:2014, item 5.1.3.2.2, o uso do DR com corrente diferencial residual nominal igual ou inferior a 30 mA é obrigatório em alguns casos específicos, conforme abaixo:
- Em circuitos que sirvam de ponto de utilização situados em locais que contenham chuveiro ou banheira;
- Em circuitos que alimentem tomadas situadas em áreas externas à edificação;
- Em circuitos que alimentem tomadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos nas áreas externas;

Dispositivo de Diferencial Residual



- Conforme NBR 5410:2014, item 5.1.3.2.2, o uso do DR com corrente diferencial residual nominal igual ou inferior a 30 mA é obrigatório em alguns casos específicos, conforme abaixo:
- Em circuitos que sirvam de pontos de utilização situados em cozinhas, copas, lavanderias, áreas de serviço, garagem e demais dependências internas molhadas ou sujeitas à lavagem.
- Além disso, a norma não especifica a obrigatoriedade deste dispositivo por ponto, por circuito ou por grupo de circuito. No entanto: não é recomendada a utilização de apenas um DR para toda instalação elétrica residencial, pois isso provocaria o completo desligamento da instalação em caso de desarmamento do DR e dificultaria o rastreamento do problema.

Dispositivos de Proteção



- **Classes de DR:**
- As classes de um DR dependem da aplicação (tipo de tensão e corrente da instalação).
- Classe AC: Corrente Alternada, utilizado normalmente em instalações elétricas residenciais, comerciais e prediais.
- Classe A: Corrente Alternada e Contínua Pulsante, Essa classe é aplicável em circuitos que contenham recursos eletrônicos que alterem a forma da onda senoidal.



Dispositivo de Diferencial Residual



➤ Classes de DR:

- Classe B: Corrente Contínua, é aplicável em circuitos de corrente alternada normalmente trifásicos, que possuam em sua forma de onda partes senoidais, meia-onda ou ainda formas de ondas de corrente contínua.
- Classe SI: Corrente Alternada e Contínua Pulsante Super Imunizadas, A classe SI foi concebida para manter uma rede de segurança em casos de Condições Atmosféricas Extremas, Cargas Geradoras de Harmônicas, Correntes Transitórias de Manobras.



Dispositivo de Diferencial Residual



➤ Dimensionamento:

- 1º Passo: Definir a classe. Nas aplicações residenciais, usamos o DR classe AC.
- 2º Passo: Definir a sensibilidade, ou corrente residual. Nas aplicações residenciais, usamos DR de 30 mA.
- 3º Passo. Definir a corrente nominal. Deve ser a mesma do disjuntor do circuito o qual ele protege ou maior, para não danificar o DR. Quando um mesmo DR protege vários circuitos, a corrente nominal do DR é igual a do maior circuito.

Disjuntor Termomagnético



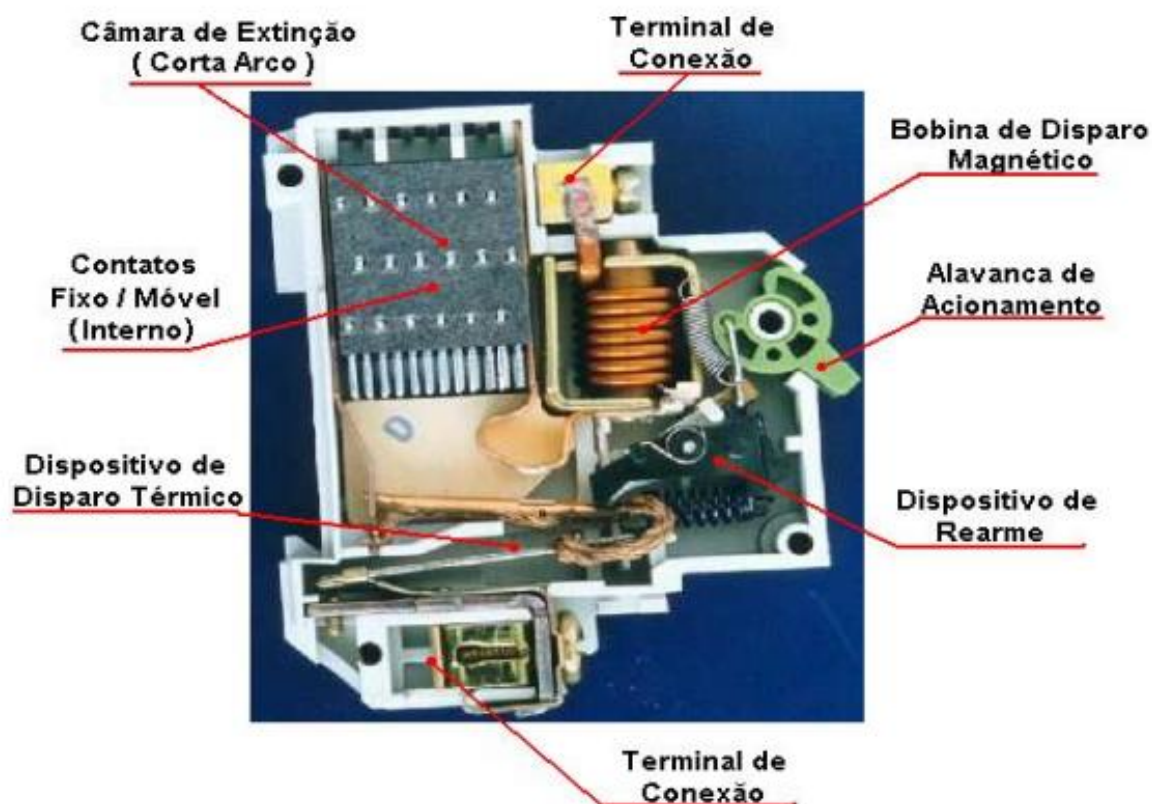
- Fornece proteção ativa contra sobrecarga e curto circuito.
- Sobrecarga significa que o sistema está operando com uma corrente acima do que foi projetado, seja por falha de um equipamento ou por excesso de equipamentos conectados a um mesmo circuito.
- Curto-circuito é a passagem de corrente elétrica acima do normal em um circuito devido à redução abrupta da impedância, causada por contato direto entre duas fases, fase-neutro ou fase-terra.



Disjuntor Termomagnético



➤ Princípio de funcionamento:



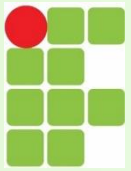
Disjuntor Termomagnético



- **Tipos de Disjuntores:**
- **Curva B:** A curva de ruptura B para um disjuntor estipula, que sua corrente de ruptura esta compreendido entre 3 e 5 vezes a corrente nominal, um disjuntor de 10A nesta curva deve operar quando sua corrente atingir entre 30A a 50A.
- Os disjuntores curva B são usados onde se espera um curto circuito com baixa intensidade, normalmente cargas resistivas, em residências nas tomadas de uso comum, onde a demanda de corrente de partida do equipamento é baixa.



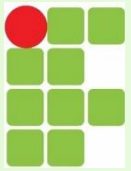
Disjuntor Termomagnético



- **Tipos de Disjuntores:**
- **Curva C:** A curva de ruptura C para um disjuntor estipula, que sua corrente de ruptura esta compreendido entre 5 e 10 vezes a corrente nominal, um disjuntor de 10A nesta curva deve operar quando sua corrente atingir entre 50A a 100A.
- Os disjuntores de curva C são usado onde se espera uma curto circuito de intensidade média e onde a demanda de corrente para partida de equipamentos é mediana, normalmente cargas indutivas, como motores, sistemas de comando e controle, circuitos de iluminação em geral e ligação de bobinas.



Disjuntor Termomagnético



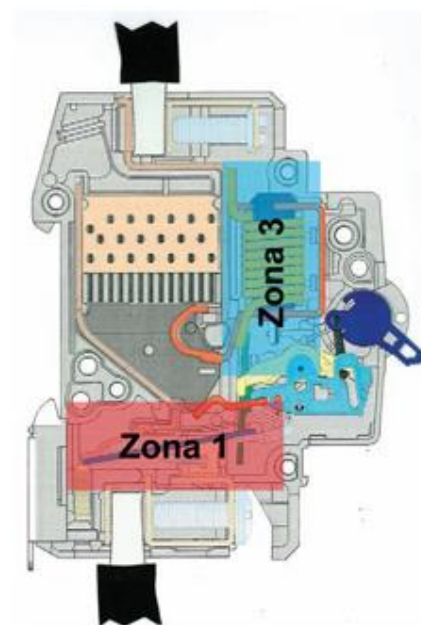
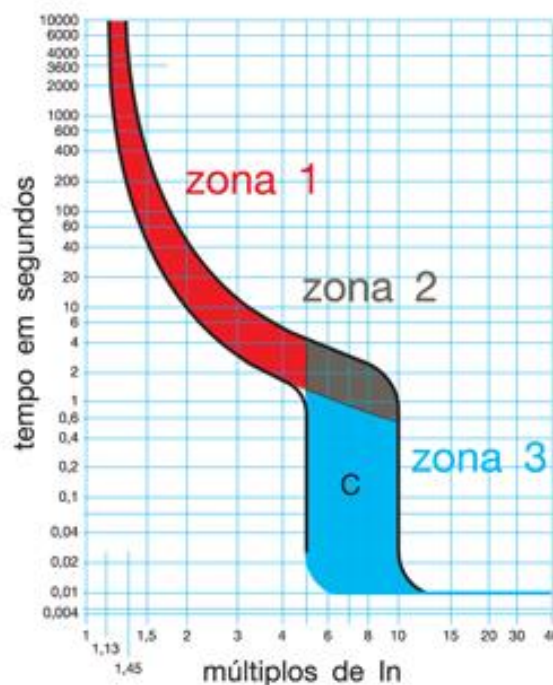
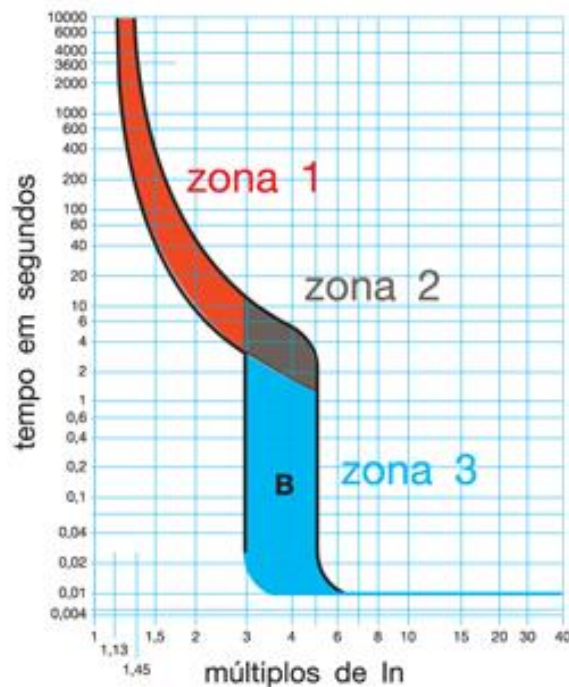
- **Tipos de Disjuntores:**
- **Curva D:** A curva de ruptura D para um disjuntor, estipula que sua corrente de ruptura esta compreendido entre 10 e 20 vezes a corrente nominal, um disjuntor de 10A nesta curva deve operar quando sua corrente atingir entre 100A a 200A.
- Os disjuntores de curva D são usado onde se espera uma curto circuito de intensidade alta e onde a corrente de partida é muito acentuada, sendo muito utilizados em grande motores e grandes transformadores.



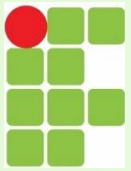
Disjuntor Termomagnético



➤ Curvas de Disjuntores:



Disjuntor Termomagnético



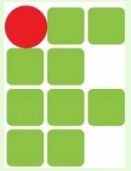
➤ Dimensionamento:

- Em um circuito residencial, depende do diâmetro do fio do circuito e da quantidade de circuitos em um mesmo eletroduto, por questões de dissipação de calor.

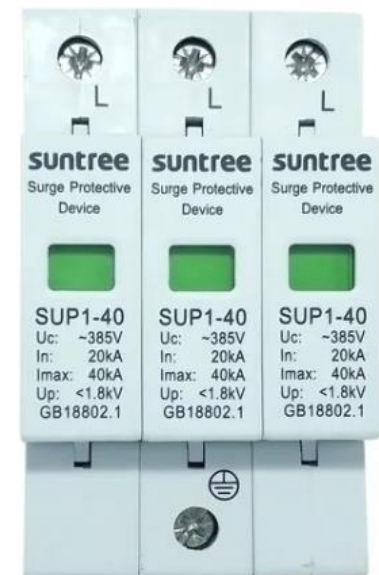
Seção dos condutores (mm ²)	Corrente Nominal do Disjuntor (A)			
	1 circuito por eletroduto	2 circuitos por eletroduto	3 circuitos por eletroduto	4 circuitos por eletroduto
1,5	15	10	10	10
2,5	20	15	15	15
4	30	25	20	20
6	40	30	25	25
10	50	40	40	35
16	70	60	50	40
25	100	70	70	60
35	125	100	70	70
50	150	100	100	90
70	150	150	125	125
95	225	150	150	150
120	250	200	150	150

Série Métrica (mm ²)	Ampères
1,5	15,5
2,5	21
4	28
6	36
10	50
16	66
25	89
35	111
50	134

Dispositivo de Proteção Contra Surtos



- **Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS)**
- Fornece proteção a instalação contra surtos de tensão provenientes da rede externa.
- As causas mais comuns desses surtos são descargas atmosféricas e manobras na rede.

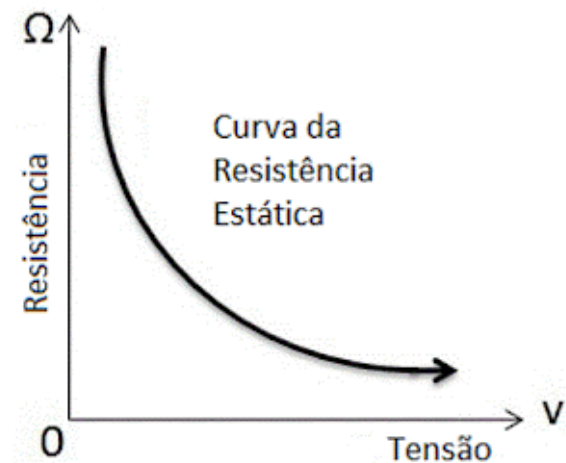


Dispositivo de Proteção Contra Surtos



➤ Princípio de Funcionamento:

➤ Varistor:



Dispositivo de Proteção Contra Surtos



- **5.4.2 Proteção contra sobretensões transitórias (NBR5410)**
- **5.4.2.1 Proteção contra sobretensões transitórias em linhas de energia**
- **5.4.2.1.1 Deve ser provida proteção contra sobretensões transitórias, com o uso dos meios indicados em 5.4.2.1.2, nos seguintes casos:**
 - a) quando a instalação for alimentada por linha total ou parcialmente aérea, ou incluir ela própria linha aérea, e se situar em região sob condições de influências externas AQ2 (mais de 25 dias de trovoadas por ano);
 - b) quando a instalação se situar em região sob condições de influências externas AQ3 (ver tabela 15).

Dispositivo de Proteção Contra Surtos



- **5.4.2.1.2 A proteção contra sobretensões requerida em 5.4.2.1.1 deve ser provida:(NBR5410)**
- a) por dispositivos de proteção contra surtos (DPSs), conforme 6.3.5.2; ou
- b) por outros meios que garantam uma atenuação das sobretensões no mínimo equivalente àquela obtida conforme a alínea a).
- Obs: Quando instalado no quadro de distribuição principal de uma instalação, fazendo o papel de proteção geral, o DPS classe II deve ter uma corrente nominal I_n de no mínimo 5 kA.

Dispositivo de Proteção Contra Surtos



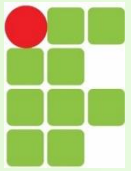
- **6.3.5.2.1 Uso e localização dos DPSs**
- Nos casos em que for necessário o uso de DPS, como previsto em 5.4.2.1.1, e nos casos em que esse uso for especificado, independentemente das considerações de 5.4.2.1.1, a disposição dos DPS deve respeitar os seguintes critérios:
 - a) quando o objetivo for a proteção contra sobretensões de origem atmosférica transmitidas pela linha externa de alimentação, bem como a proteção contra sobretensões de manobra, os DPS devem ser instalados junto ao ponto de entrada da linha na edificação ou no quadro de distribuição principal, localizado o mais próximo possível do ponto de entrada; ou
 - b) quando o objetivo for a proteção contra sobretensões provocadas por descargas atmosféricas diretas sobre a edificação ou em suas proximidades, os DPS devem ser instalados no ponto de entrada da linha na edificação.

Dispositivo de Proteção Contra Surtos

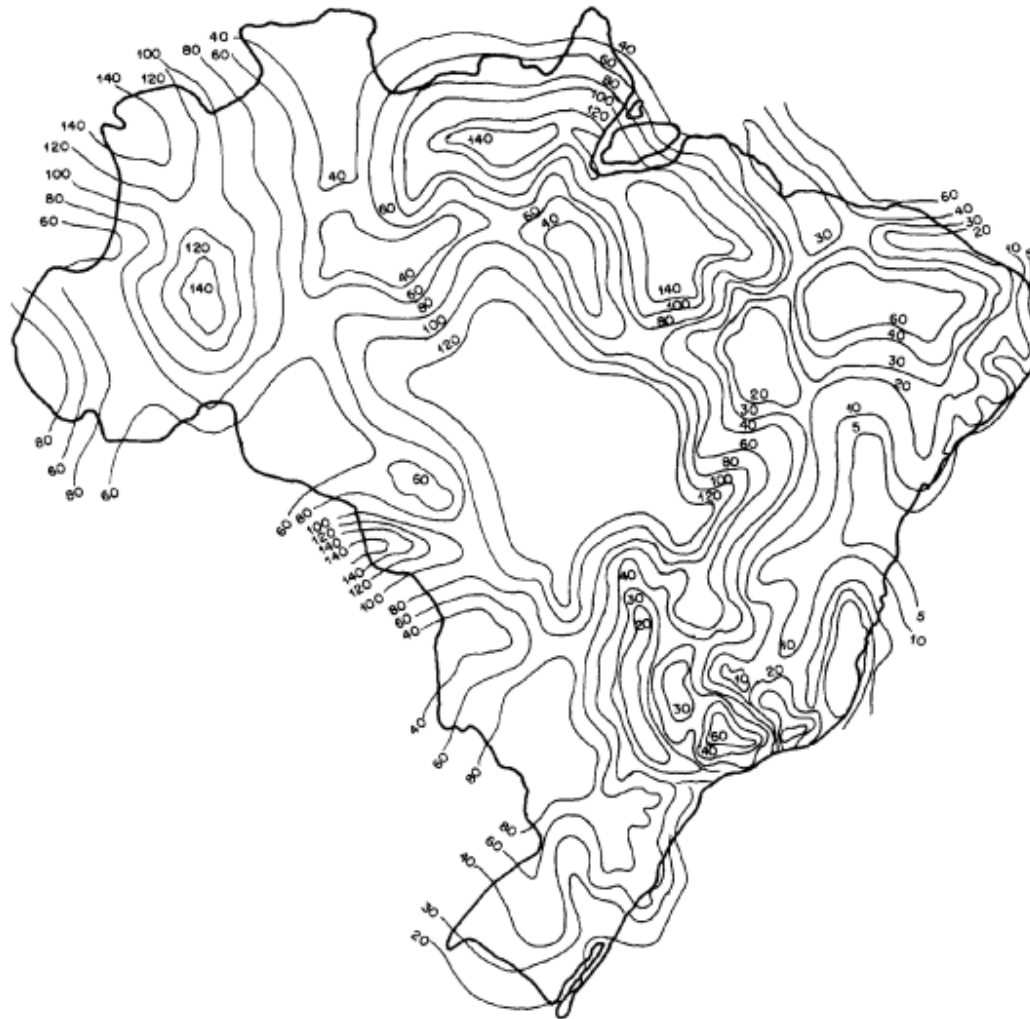


- AQ1: corresponde a um nível ceráunico de no máximo 25 dias de trovoada por ano;
- AQ2: corresponde a um nível ceráunico superior a 25 dias de trovoadas por ano e considera-se que as edificações nessa situação estão sujeitas aos efeitos indiretos dos raios, pelo menos;
- AQ3: edificação exposta aos efeitos diretos dos raios. Na prática, toda estrutura em que os estudos apontam a necessidade ou conveniência do uso de para-raios de SPDA (Sistema de proteção contra descargas atmosféricas) é um local AQ3.

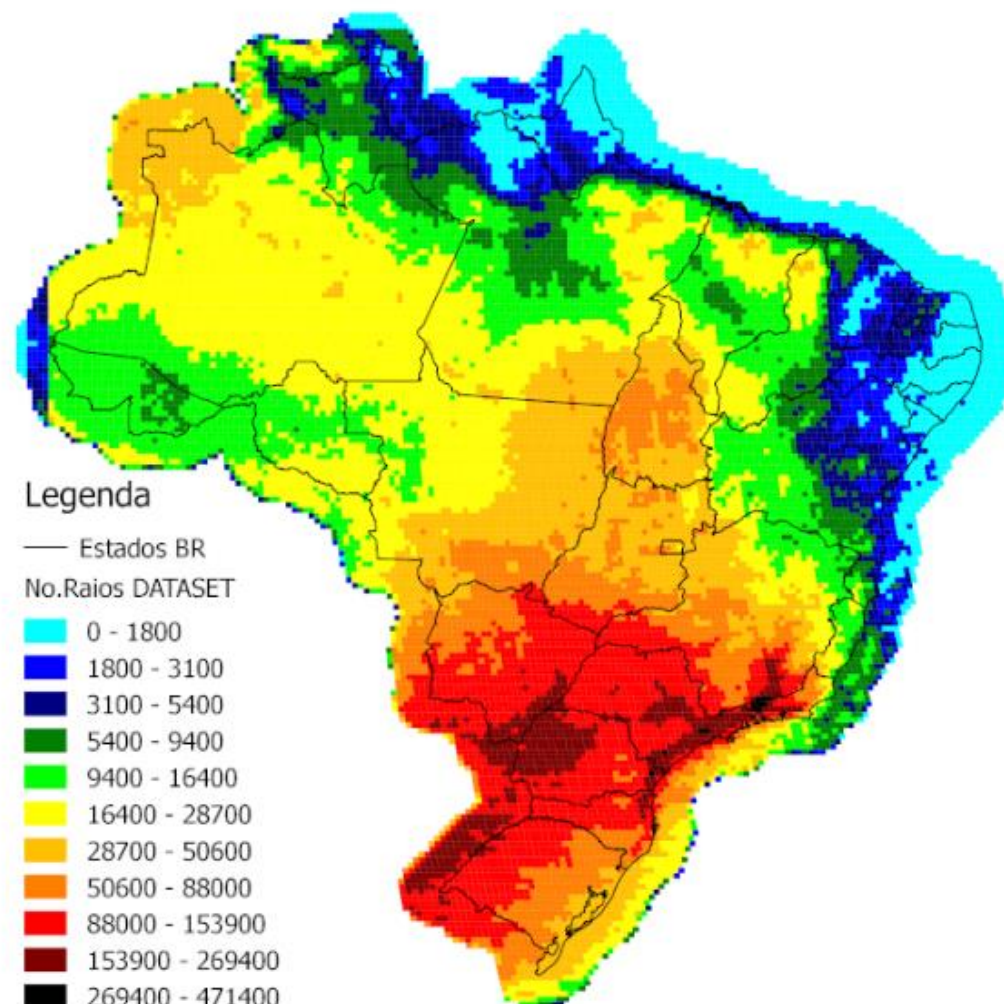
Dispositivo de Proteção Contra Surtos



➤ Mapa Ceuránico do Brasil (NBR 5419)



Dispositivo de Proteção Contra Surtos



Dispositivo de Proteção Contra Surtos



Característica da edificação e da sua alimentação elétrica	Nível ceráunico (T_d) do local	
	$T_d \leq 25$ condição AQ1	$T_d > 25$ condição AQ2
Edificação dotada de SPDA (pára-raios predial) Condição AQ3	Obrigatório	
Alimentação BT por linha total ou parcialmente aérea Condição AQ2	Não obrigatório	Obrigatório
Alimentação BT por linha totalmente subterrânea Condição AQ1	Não obrigatório	Não obrigatório

Dispositivo de Proteção Contra Surtos



➤ Classes de DPS:

- Classe I: são os dispositivos utilizados na proteção contra os efeitos das descargas diretas e sua instalação é feita no ponto de entrada da instalação. Estes modelos são os mais robustos em relação a capacidade de descarga, sendo utilizados em indústrias, imóveis comerciais ou de serviços.



Dispositivo de Proteção Contra Surtos



➤ Classes de DPS:

- Classe II: são os dispositivos adequados à proteção contra os efeitos das descargas indiretas, sendo que sua instalação normalmente é feita no quadro de distribuição. Estes modelos são os mais utilizados em residências e pequenos imóveis comerciais ou de serviços, na proteção de descargas indiretas, como complemento ao trabalho dos modelos classe I, ou ainda na prevenção contra sobretensões de manobra.

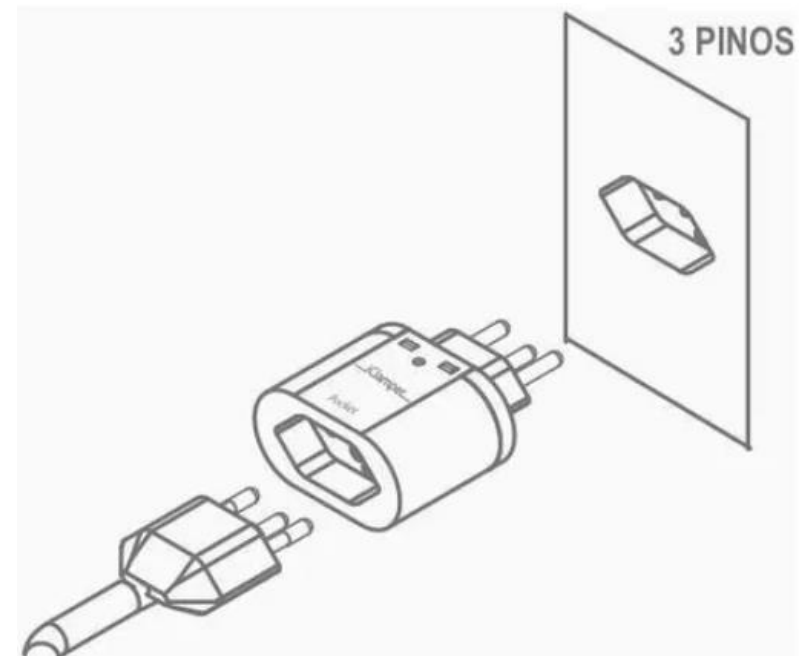


Dispositivo de Proteção Contra Surtos



➤ Classes de DPS:

- Classe III: são os dispositivos instalados para uma proteção complementar. São utilizados em níveis internos de proteção, sendo instalados próximo aos equipamentos para garantir uma maior proteção.

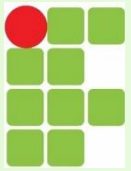


Dispositivo de Proteção Contra Surtos



- **Dimensionamento:**
- Em aplicações residenciais e prediais, o DPS usado normalmente é o classe II.
- Tensão nominal: Deve ser maior que a tensão na rede na qual ele é utilizado. Níveis típicos: 175 V, 275 V e 460 V.
- Corrente máxima de descarga: É a máxima corrente que o DPS consegue suportar com segurança. Pela norma, o mínimo é 5 kA.
- Obs: O neutro só é protegido com DPS caso ele não seja aterrado.

Dispositivo de Proteção Contra Surtos



- **Dimensionamento:**
- Área urbana com prédios: DPS de 8 – 20 kA.
- Área urbana residencial: DPS de 20 – 40 kA.
- Zonas Rurais: DPS de 40 kA ou superior.

Dimensionamento dos Circuitos

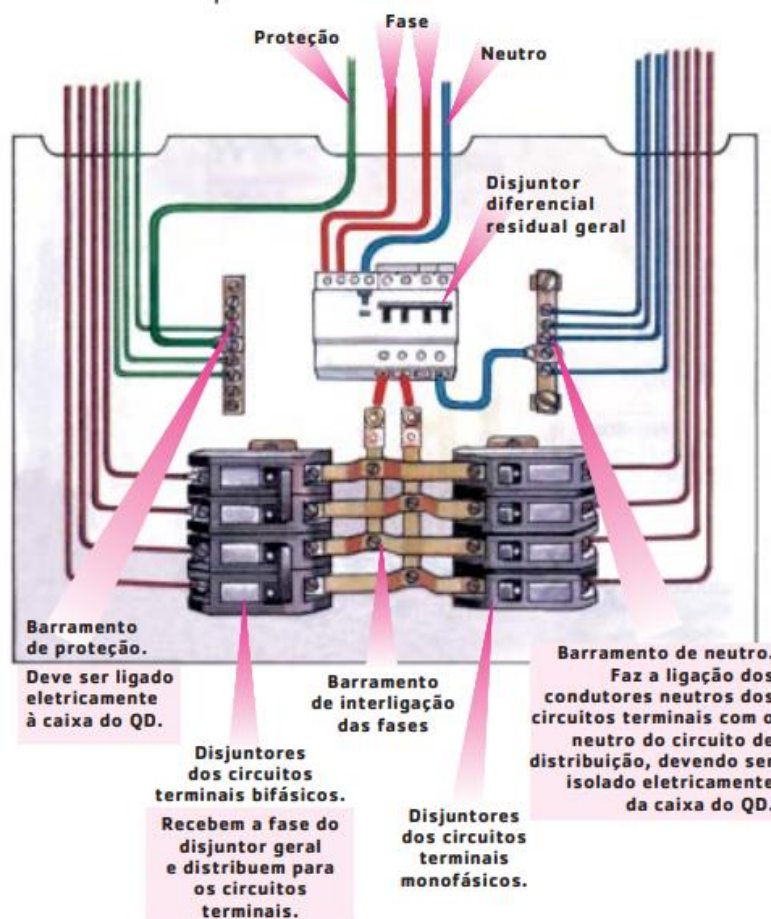


- Em instalações elétricas residenciais, existem basicamente três tipos de circuitos;
- Circuito de iluminação
- Tomadas de uso geral
- Tomadas de uso específico
- Em cada um dos circuitos, devem ser dimensionados os condutores e a proteção (DR, disjuntores e DPS).
- A norma NB5410 estabelece as recomendações para projeto dos circuitos.

Principais Componentes de uma Instalação



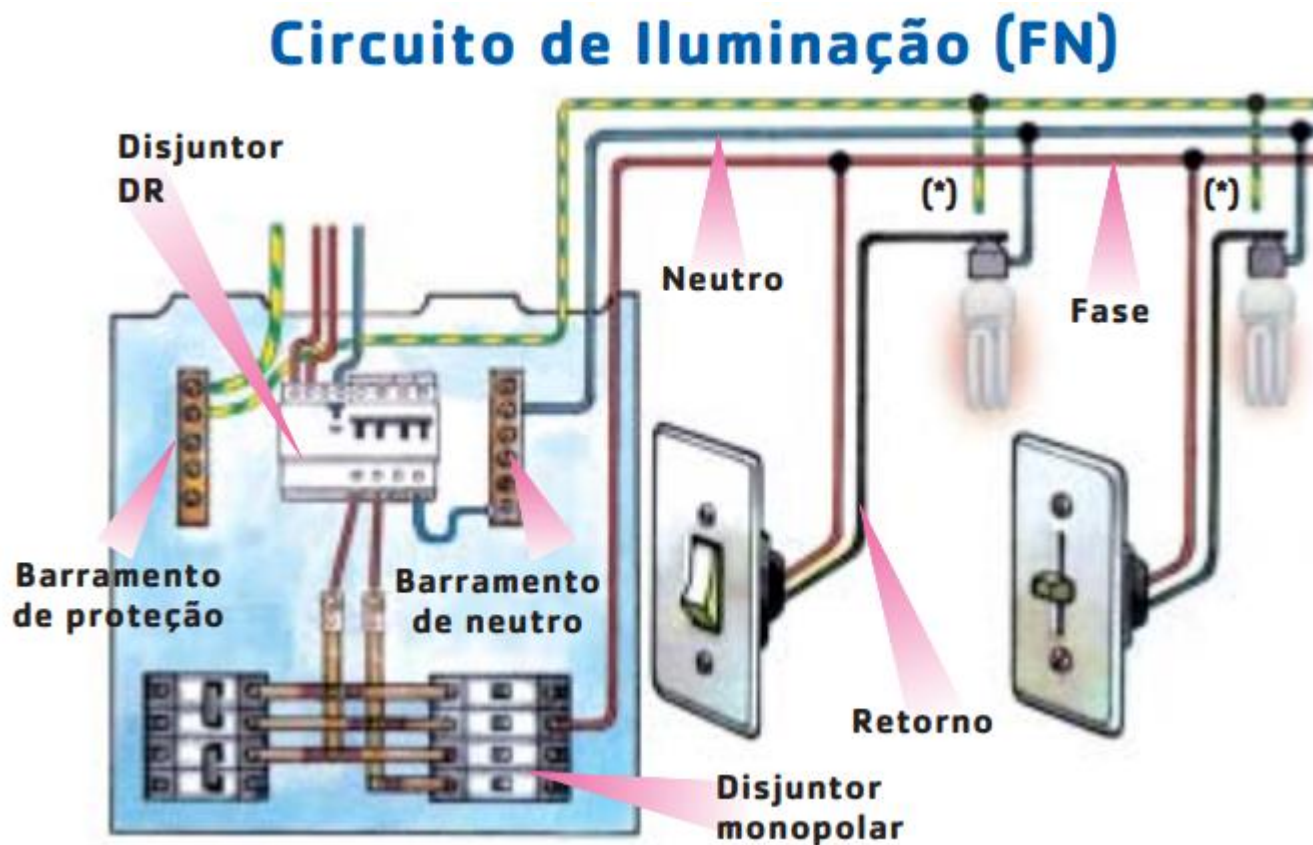
- **Quadro de distribuição:**
- Local que contém os dispositivos de proteção, e no qual são distribuídos os circuitos para o restante da instalação.



Principais Componentes de uma Instalação



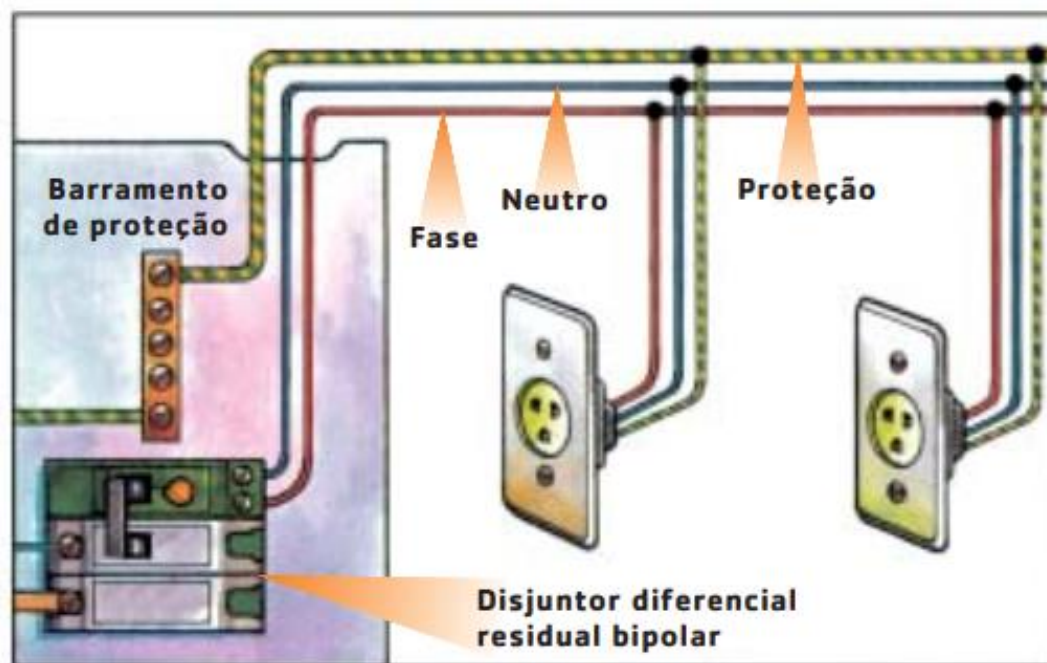
➤ Circuitos de iluminação:



Principais Componentes de uma Instalação



- **Tomadas de uso geral (TUGs):**
- São circuitos de tomadas com corrente prevista de até 10 A (2200 VA para a tensão de 220 V)

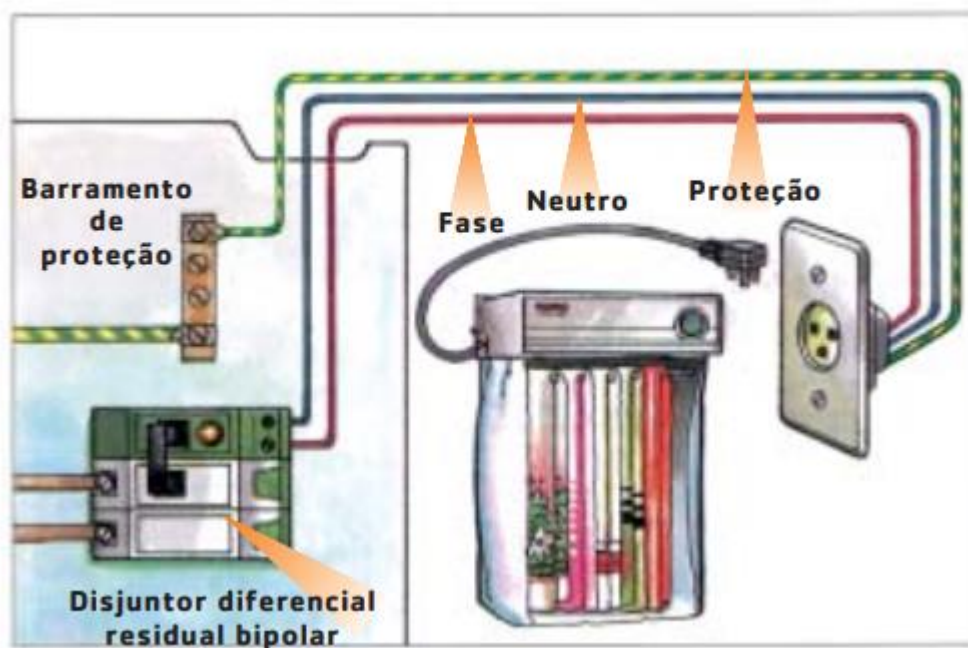


Principais Componentes de uma Instalação



- **Tomadas de uso específico (TUEs):**
- São circuitos de tomadas com corrente prevista maior que 10 A. Essas tomadas tem circuito e disjuntor próprio.

Circuito de Ponto de Tomada de Uso Específico (FN)

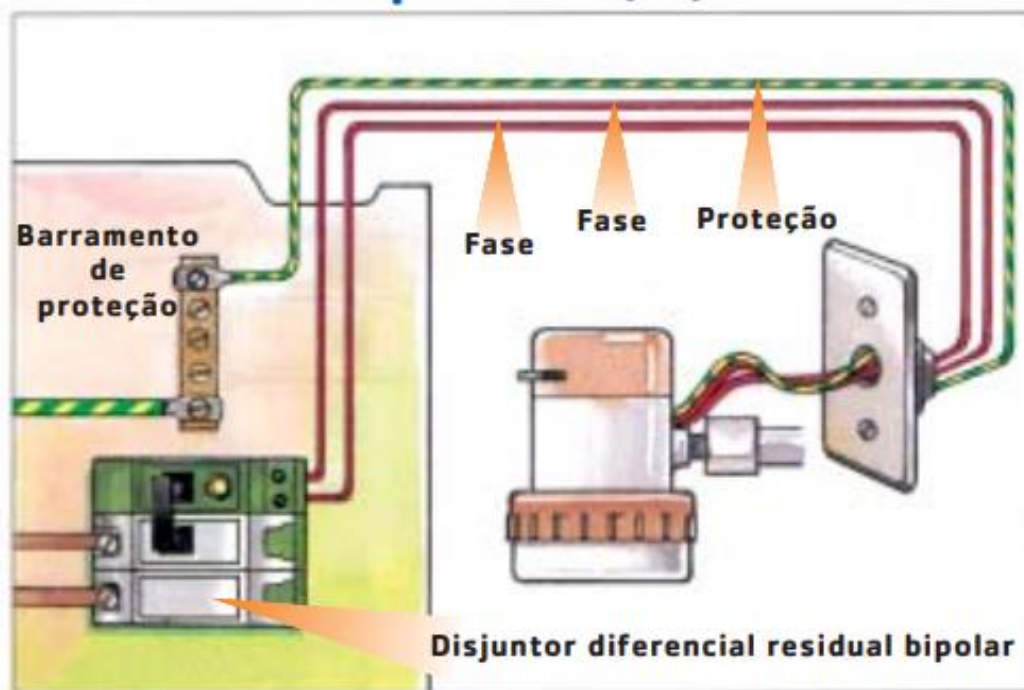


Principais Componentes de uma Instalação



- **Tomadas de uso específico (TUEs):**
- Aparelhos para aquecimento de água não podem ter tomadas, sendo usada conexão direta ou por conectores.

Circuito de Ponto de Tomada de Uso Específico (FF)

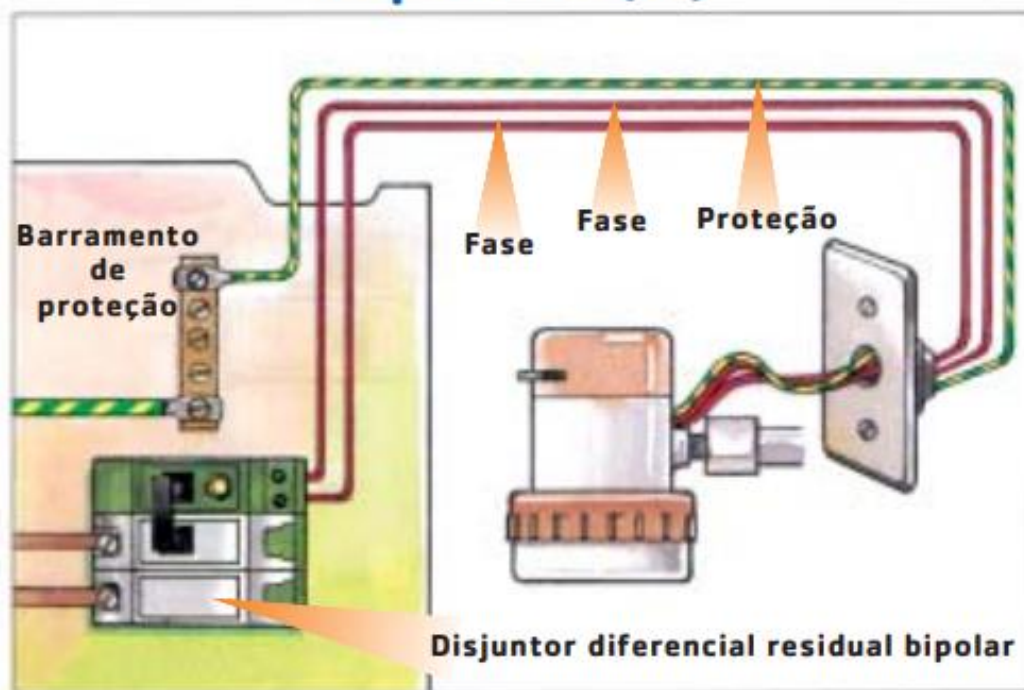


Principais Componentes de uma Instalação



- Tomadas de uso específico (TUEs):
- Aparelhos para aquecimento de água não podem ter tomadas, sendo usada conexão direta ou por conectores.

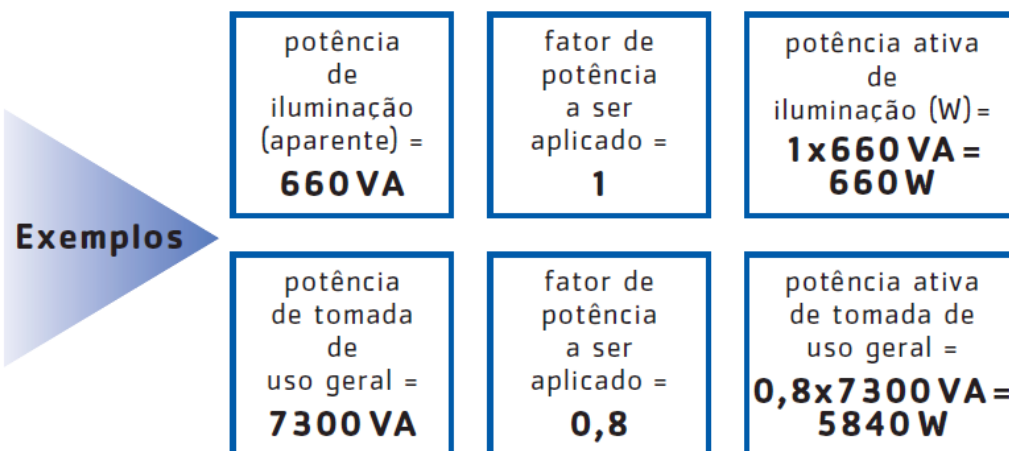
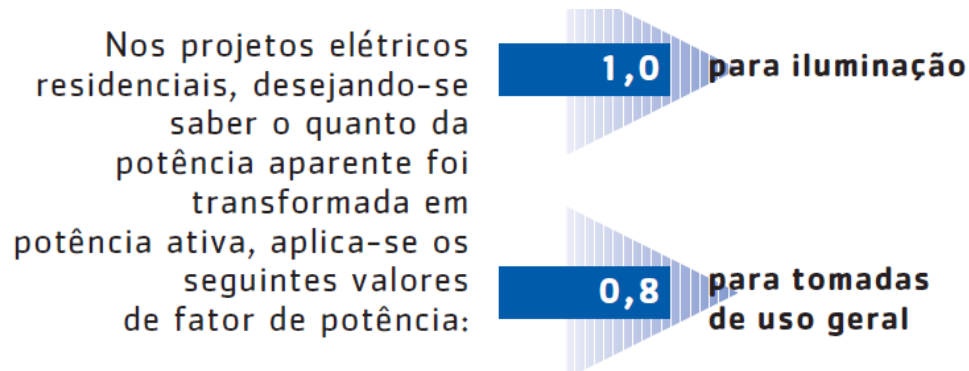
Circuito de Ponto de Tomada de Uso Específico (FF)



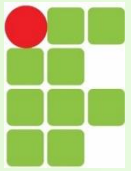
Potência e Fator de Potência



- No dimensionamento das instalações, deve-se considerar o seguinte fator de potência para os circuitos:



Dimensionamento do Circuito de Iluminação



- Condições para estabelecer a quantidade mínima de pontos de luz para cada cômodo:

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.

- Condições para estabelecer a quantidade mínima de pontos de iluminação:

para área igual ou inferior a 6 m²

atribuir um mínimo de 100 VA

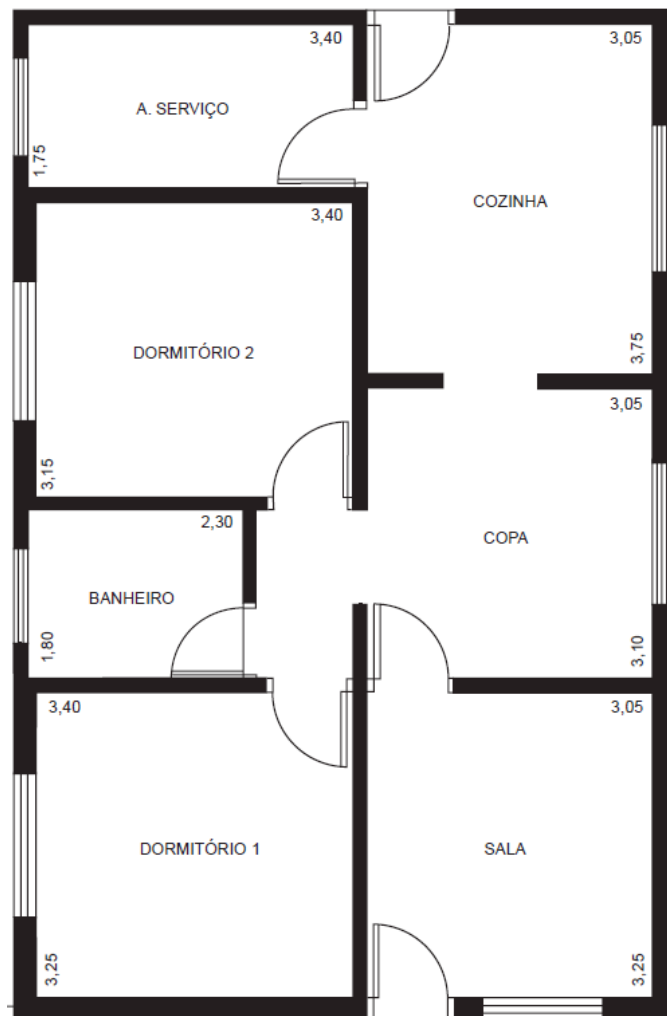
para área superior a 6 m²

atribuir um mínimo de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescido de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.

Dimensionamento do Circuito de Iluminação



➤ Exemplo:

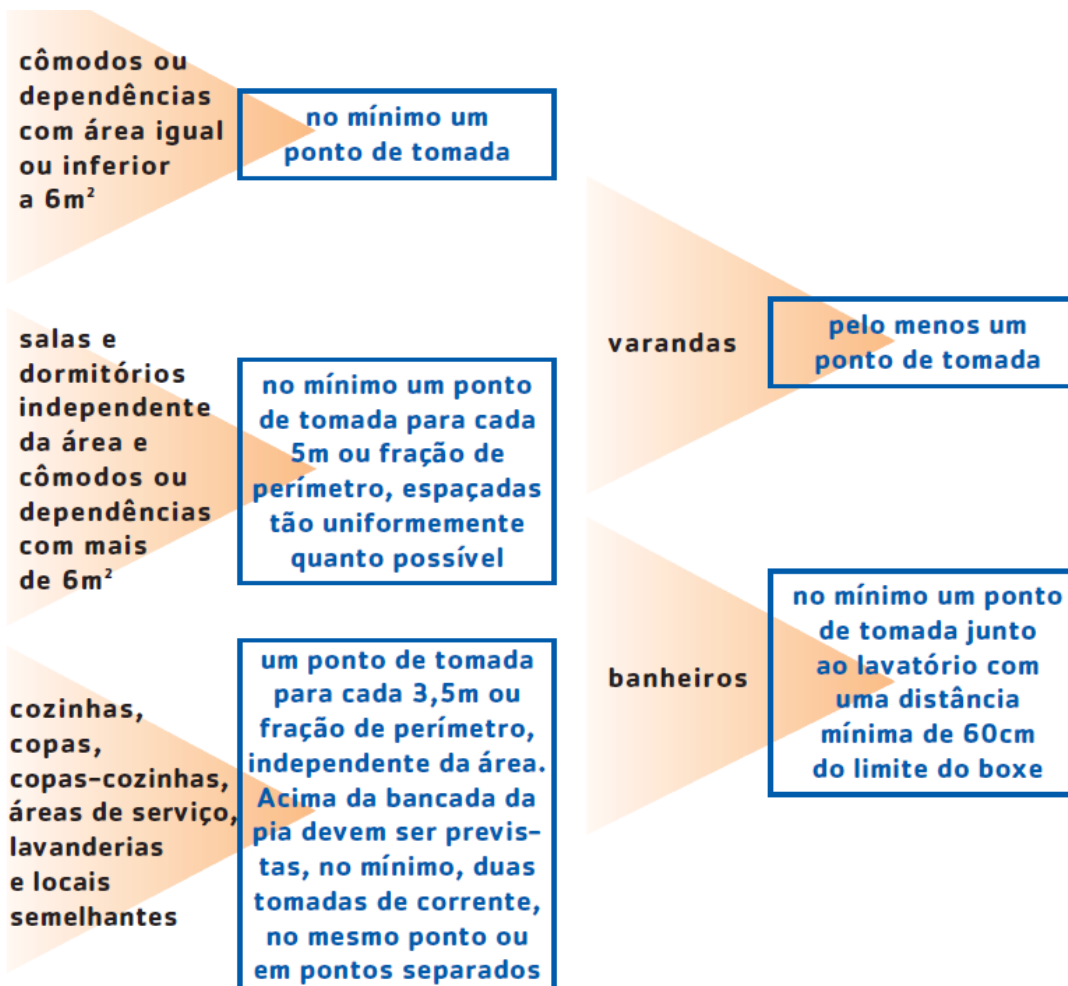


Dependência	Dimensões área (m²)	Potência de iluminação (VA)	
sala	$A = 3,25 \times 3,05 = 9,91$	$9,91\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + \cancel{3,91\text{m}^2}$ 100VA	100 VA
copa	$A = 3,10 \times 3,05 = 9,45$	$9,45\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + \cancel{3,45\text{m}^2}$ 100VA	100 VA
cozinha	$A = 3,75 \times 3,05 = 11,43$	$11,43\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + \cancel{1,43\text{m}^2}$ 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

Dimensionamento dos Circuitos de Tomadas



- 1) Condições para estabelecer a quantidade mínima de pontos de tomadas de uso geral:



Dimensionamento dos Circuitos de Tomadas de Uso Geral (TUGs)



- 2) Condições para estabelecer a potência mínima de pontos de tomada de uso geral:

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

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

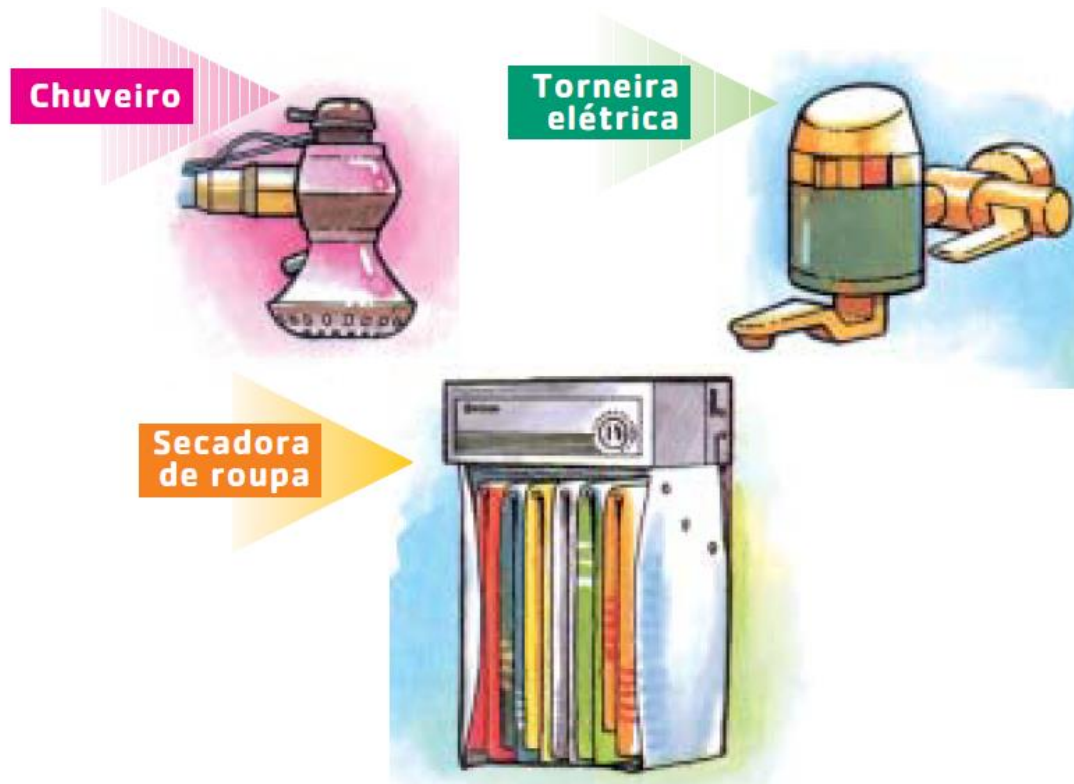
**demais
cômodos
ou
dependências**

**- atribuir, no mínimo,
100 VA por
ponto de tomada.**

Dimensionamento dos Circuitos de Tomadas



- 3) Condições para estabelecer a quantidade de tomadas de uso específico: Depende do número de aparelhos.



Dimensionamento dos Circuitos de Tomadas



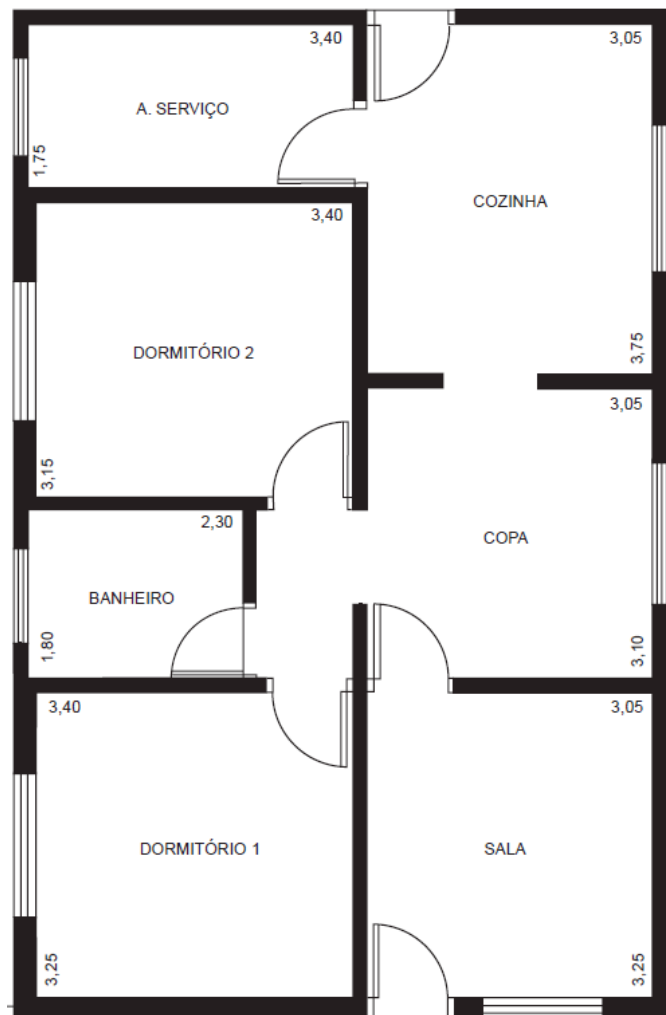
- 4) Condições para estabelecer a potência de tomadas de uso específico: Depende da potência do aparelho
- Obs: Aquecedores de água não são conectados através de tomada, deve ser usada conexão direta ou conector apropriado.
- Obs: Equipamentos estacionários muitas vezes usam uma TUE.



Dimensionamento do Circuito de Tomadas



➤ Exemplo: Pontos de tomadas

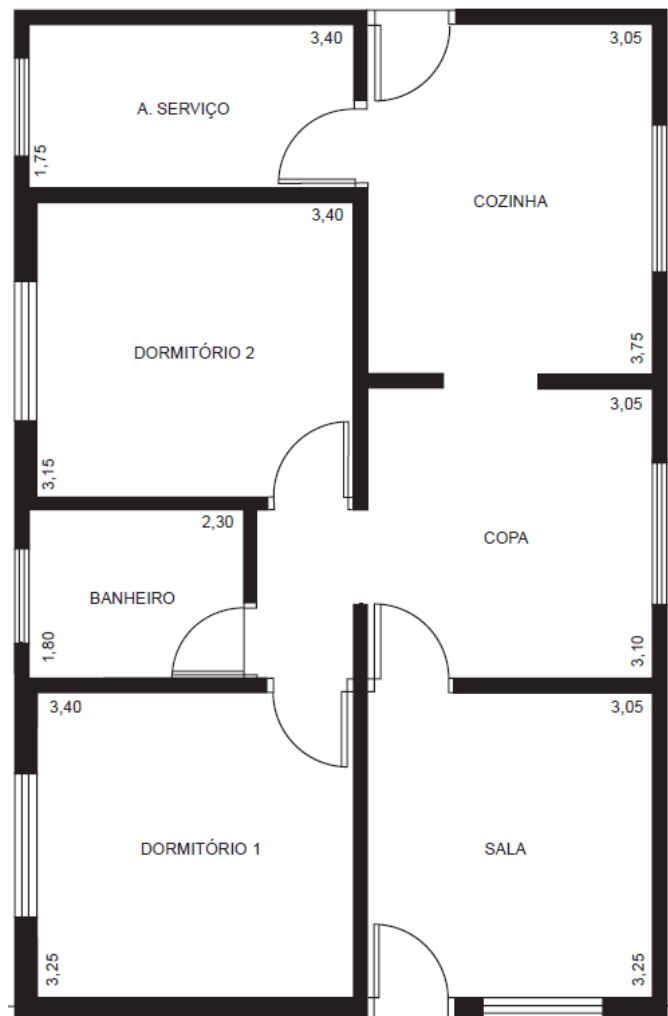


Dependência	Dimensões		Quantidade mínima	
	Área (m²)	Perímetro (m)	PTUG's	PTUE's
sala	9,91	$3,25 \times 2 + 3,05 \times 2 = 12,6$	$\begin{matrix} 5 & + & 5 & + & 2,6 \\ (1 & 1 & 1) \end{matrix} = 3$	—
copa	9,45	$3,10 \times 2 + 3,05 \times 2 = 12,3$	$\begin{matrix} 3,5 & + & 3,5 & + & 3,5 & + & 1,8 \\ (1 & 1 & 1 & 1) \end{matrix} = 4$	—
cozinha	11,43	$3,75 \times 2 + 3,05 \times 2 = 13,6$	$\begin{matrix} 3,5 & + & 3,5 & + & 3,5 & + & 3,1 \\ (1 & 1 & 1 & 1) \end{matrix} = 4$	1 torneira elétr. 1 geladeira
dormitório 1	11,05	$3,25 \times 2 + 3,40 \times 2 = 13,3$	$\begin{matrix} 5 & + & 5 & + & 3,3 \\ (1 & 1 & 1) \end{matrix} = 3$	—
dormitório 2	10,71	$3,15 \times 2 + 3,40 \times 2 = 13,1$	$\begin{matrix} 5 & + & 5 & + & 3,1 \\ (1 & 1 & 1) \end{matrix} = 3$	—
banho	4,14	OBSERVAÇÃO Área inferior a 6m²: não interessa o perímetro	1	1 chuveiro elétr.
área de serviço	5,95		2	1 máquina lavar roupa
hall	1,80		1	—
área externa	—	—	—	—

Dimensionamento do Circuito de Tomadas



➤ Exemplo: Potência das tomadas

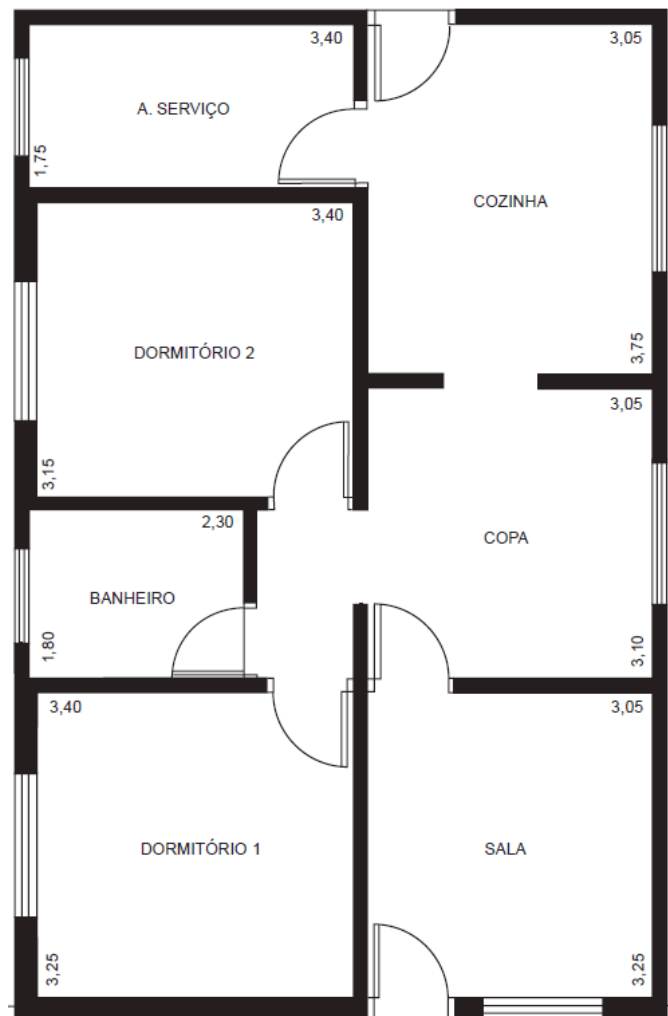


Dependência	Dimensões		Quantidade		Previsão de Carga	
	Área (m²)	Perímetro (m)	PTUG's	PTUE's	PTUG's	PTUE's
sala	9,91	12,6	4*	—	4x100VA	—
copa	9,45	12,3	4	—	3x600VA 1x100VA	—
cozinha	11,43	13,6	4	2	3x600VA 1x100VA	1x5000W (torneira) 1x500W (geladeira)
dormitório 1	11,05	13,3	4*	—	4x100VA	—
dormitório 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	—	—	—	—	—	—

Dimensionamento do Circuito



➤ Exemplo: Potência das total da instalação

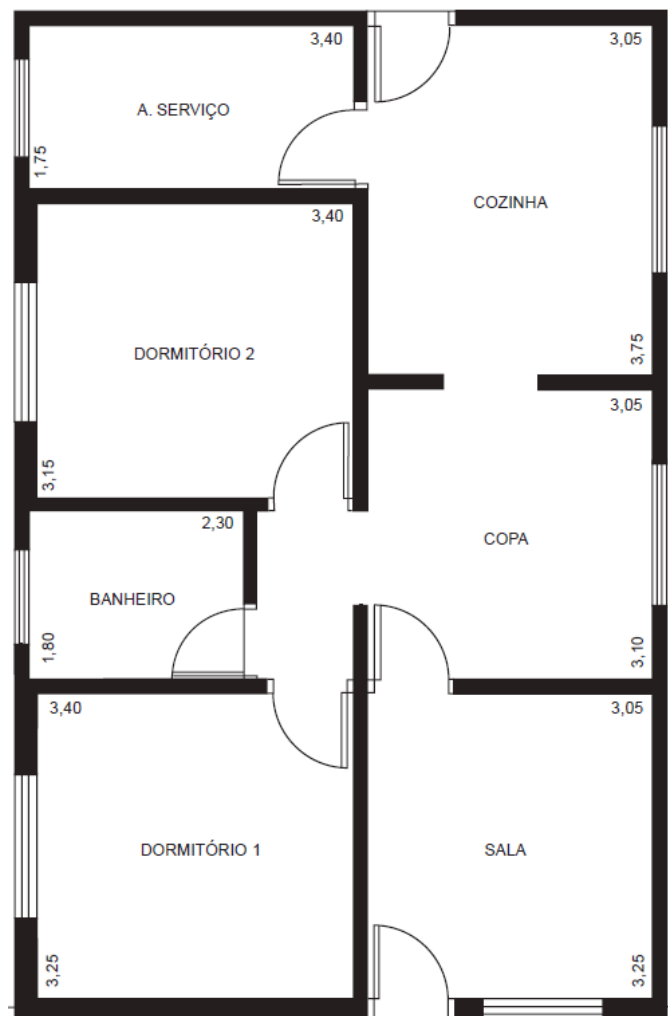


Dependência	Dimensões		Potência de iluminação (VA)	PTUG's		PTUE's	
	Área (m²)	Perímetro (m)		Quantidade	Potência (VA)	Discriminação	Potência (W)
sala	9,91	12,6	100	4	400	—	—
copa	9,45	12,3	100	4	1900	—	—
cozinha	11,43	13,6	160	4	1900	torneira geladeira	5000 500
dormitório 1	11,05	13,3	160	4	400	—	—
dormitório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

Dimensionamento do Circuito



➤ Exemplo: Potência das total da instalação



**Cálculo da
potência ativa
de iluminação
e pontos de
tomadas
de uso geral
(PTUG's)**

**Potência de iluminação
1080 VA**

**Fator de potência a ser
adotado = 1,0**

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

**Potência de pontos de
tomadas de uso geral (PTUG'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 PTUG's: 5520 W**

**potência ativa
de PTUE's: 12100 W
18700 W**

Dimensionamento do Circuito



➤ Exemplo: Tensão e tipo de alimentação

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

Potência de iluminação
1080 VA

Fator de potência a ser
adotado = 1,0

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

Potência de pontos de
tomadas de uso geral (PTUG's)
- 6900 VA

Fator de potência a ser
adotado = 0,8

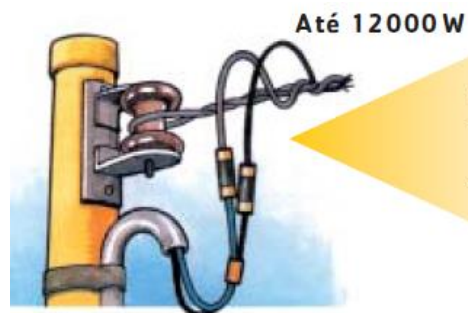
$$6900 \text{ VA} \times 0,8 = 5520 \text{ W}$$

Cálculo
da
potência
ativa
total

potência ativa
de iluminação: 1080 W

potência ativa
de PTUG's: 5520 W

potência ativa
de PTUE's: 12100 W
18700 W



Até 12000 W

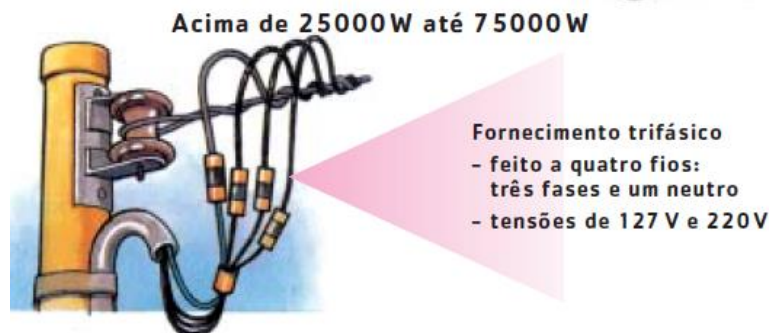
Fornecimento monofásico

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



Acima de 12000 W até 25000 W

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



Acima de 25000 W até 75000 W

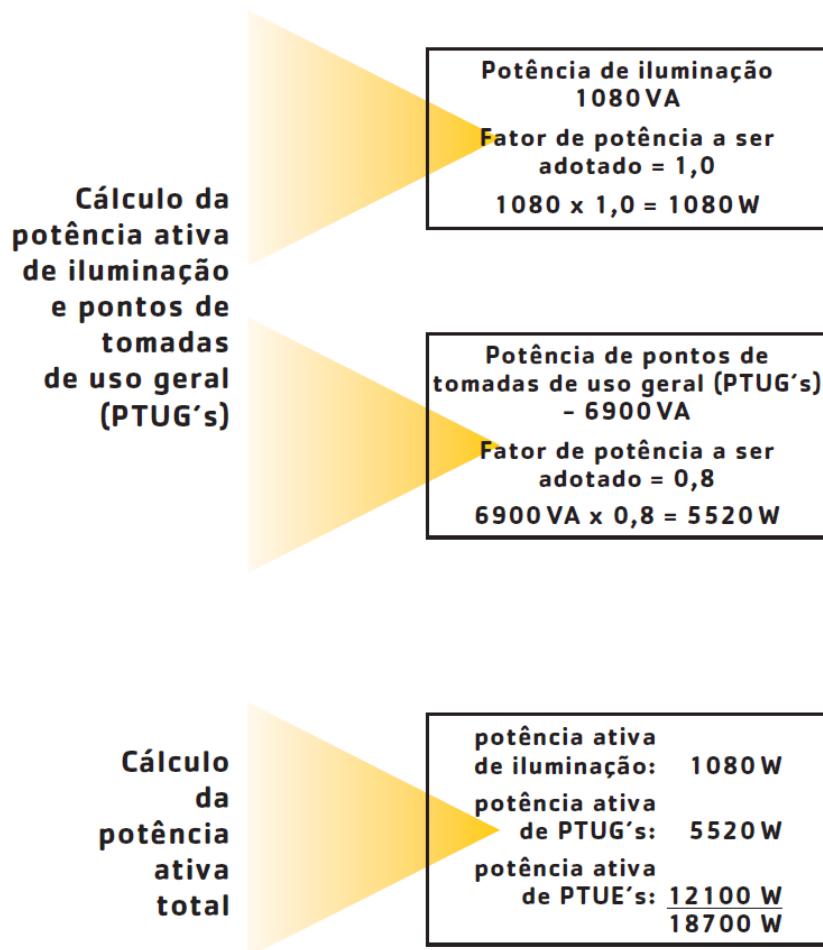
Fornecimento trifásico

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

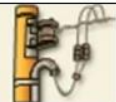



Dimensionamento do Circuito



➤ Exemplo: Tensão e tipo de alimentação (Celesc)



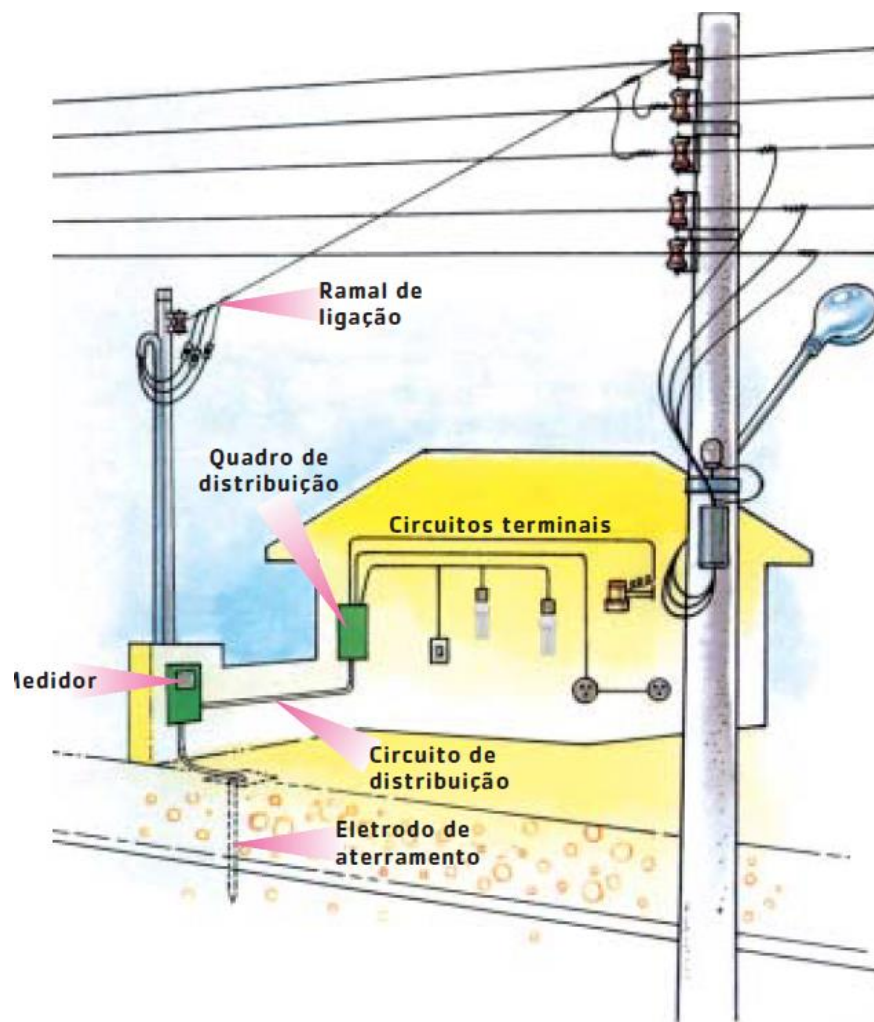
- 5.3.2.1. Tipo Monofásico a Dois Fios
- Unidade consumidora com carga instalada até 11kW.
- 5.3.2.3. Tipo Bifásico a Três Fios
- Unidade consumidora com carga instalada acima de 11 e até 22kW ou que possua equipamento bifásico.
- 5.3.2.4. Tipo Trifásico a Quatro Fios
- Unidade consumidora com carga instalada acima de 22 e até 75kW ou que possua equipamento trifásico.

CONCESSIONÁRIA	TENSÕES DE FORNECIMENTO E TIPO DO CIRCUITO					
						
	MONOFÁSICO		BIFÁSICO		TRIFÁSICO	
	TENSÃO	CONDUTORES	TENSÃO	CONDUTORES	TENSÃO	CONDUTORES
	220	F-N	380/220	F-F-N	380/220	F-F-F-N
	-	-	220	F-F	220	F-F-F

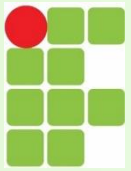
Dimensionamento do Circuito



➤ Entrada de energia

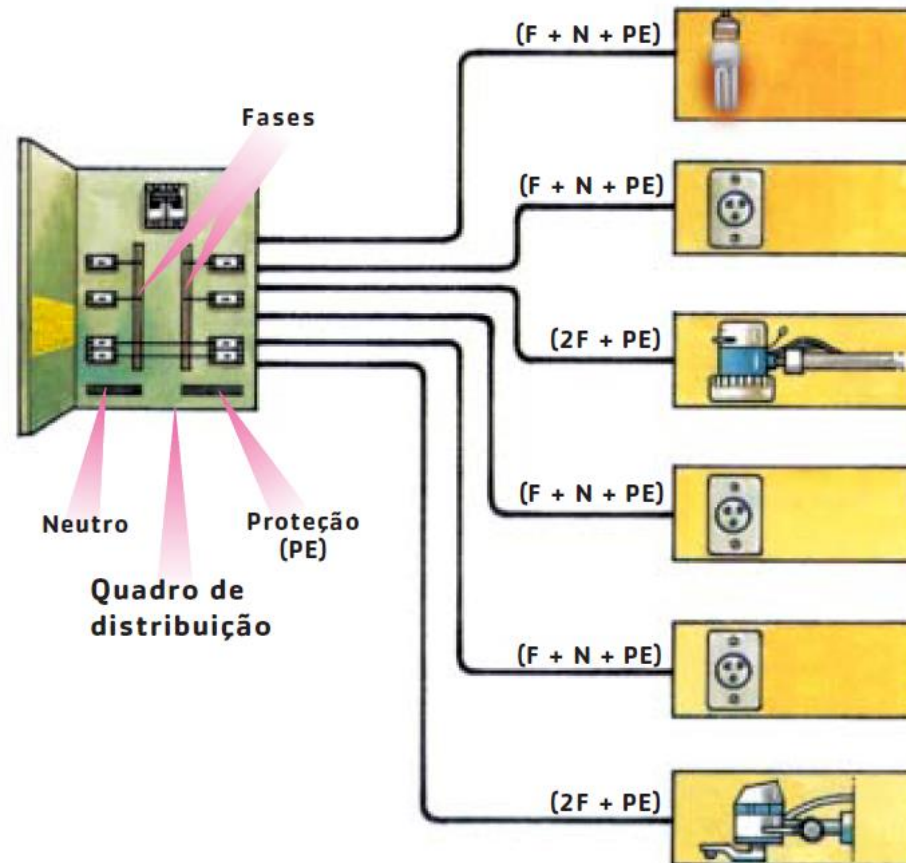


Dimensionamento do Circuito



➤ Exemplo: Circuitos

A instalação elétrica de uma residência deve ser dividida em circuitos terminais. Isso facilita a manutenção e reduz a interferência.



Dimensionamento do Circuito



➤ Circuitos: NBR 5410

- prever circuitos de iluminação separados dos circuitos de pontos de tomadas de uso geral (PTUG's).
- prever circuitos independentes, exclusivos para cada equipamento com corrente nominal superior a 10A. Por exemplo, equipamentos ligados em 127V com potências acima de 1270VA ($127V \times 10A$) devem ter um circuito exclusivo para si.
- os pontos de tomadas de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviços, lavanderias e locais semelhantes devem ser alimentados por circuitos destinados unicamente a estes locais.


Dimensionamento do Circuito



➤ Circuitos:

Além desses critérios, o projetista considera também as dificuldades referentes à execução da instalação.

Se os circuitos ficarem muito carregados, os condutores adequados para suas ligações irão resultar numa seção nominal (bitola) muito grande, dificultando:

- 
- a instalação dos condutores nos eletrodutos;
 - as ligações terminais (interruptores e tomadas).

Para que isto não ocorra, uma boa recomendação é, nos circuitos de iluminação e pontos de tomadas de uso geral, limitar a corrente a 10A, ou seja, 1270 VA em 127 V ou 2200 VA em 220 V.

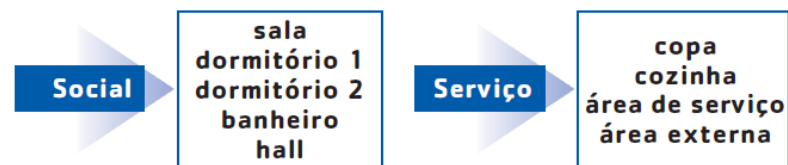
Dimensionamento do Circuito



➤ Circuitos: Exemplo:

Dependência	Dimensões		Potência de iluminação (VA)	PTUG's		PTUE's	
	Área (m²)	Perímetro (m)		Quantidade	Potência (VA)	Discriminação	Potência (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	máq. lavar	1000
hall	1,80	—	100	1	100	—	—
área externa	—	—	100	—	—	—	—
TOTAL	—	—	1080VA	—	6900VA	—	12100W

os circuitos de iluminação em 2:



os circuitos de pontos de tomadas de uso geral em 4:



Com relação aos circuitos de pontos de tomadas de uso específico, permanecem os 2 circuitos independentes:

Chuveiro elétrico

Torneira elétrica

Dimensionamento do Circuito



➤ Circuitos: Exemplo:

Dependência	Dimensões		Potência de iluminação (VA)	PTUG's		PTUE's	
	Área (m²)	Perímetro (m)		Quantidade	Potência (VA)	Discriminação	Potência (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	máq. lavar	1000
hall	1,80	—	100	1	100	—	—
área externa	—	—	100	—	—	—	—
TOTAL	—	—	1080VA	—	6900VA	—	12100W

Os circuitos de iluminação e pontos de tomadas de uso geral (PTUG's)

Foram ligados na menor tensão, entre fase e neutro (127 V).

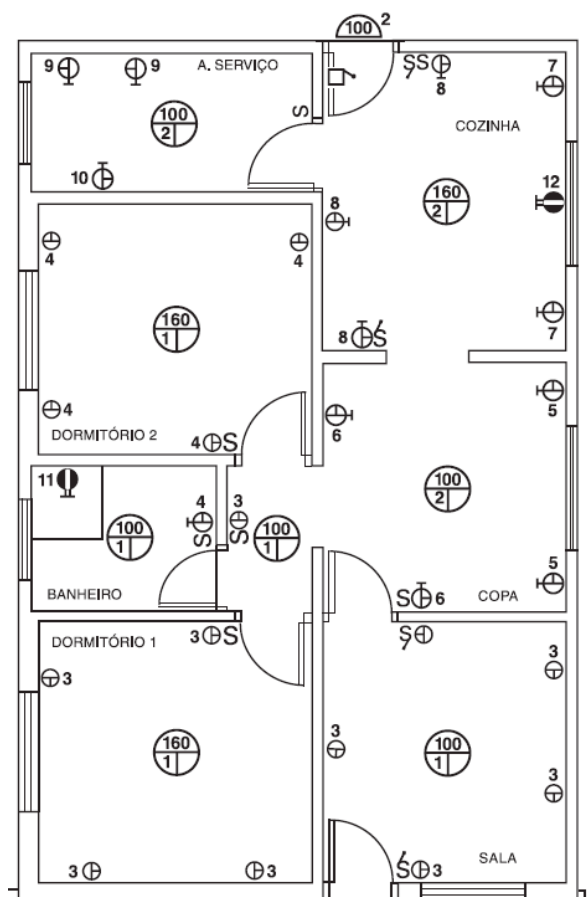
Os circuitos de pontos de tomadas de uso específico (PTUE's) com corrente maior que 10A

Foram ligados na maior tensão, entre fase e fase (220 V).

Dimensionamento do Circuito



- **Exemplo:** Lançamento dos pontos de iluminação e tomadas.
- Obs: A simbologia usada está desatualizada!



Legenda



ponto de luz no teto



ponto de luz na parede



interruptor simples



interruptor paralelo



ponto de tomada baixa monofásica com terra



ponto de tomada média monofásica com terra



cx de saída média bifásica com terra



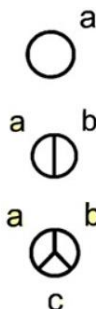
cx de saída alta bifásica com terra



campainha



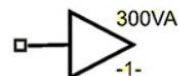
botão de campainha



INTERRUPTOR DE UMA SEÇÃO

INTERRUPTOR DE DUAS SEÇÕES

INTERRUPTOR DE TRÊS SEÇÕES



TOMADA BAIXA
(300 MM DO PISO ACABADO)



TOMADA MÉDIA
(1.300 MM DO PISO ACABADO)



TOMADA ALTA
(2.000 MM DO PISO ACABADO)



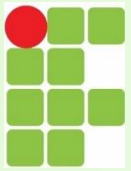
Dimensionamento dos Condutores

➤ Cálculo da corrente:

➤ Se usa a potência em VA e a tensão do circuito

➤ $S = V \cdot I$

Circuito	Tensão (V)	Local	Potência		Corrente (A)	nº de circuitos agrupados	Seção dos condutores (mm²)	Proteção		
nº	Tipo		Quantidade x potência (VA)	Total (VA)				Tipo	nº de pólos	Corrente nominal
1	Ilum. social	127	Sala Dorm. 1 Dorm. 2 Banheiro Hall	1 x 100 1 x 160 1 x 160 1 x 100 1 x 100	620	4,9		DTM + IDR	1 2	
2	Ilum. serviço	127	Copa Cozinha A. serviço A. externa	1 x 100 1 x 160 1 x 100 1 x 100	460	3,6		DTM + IDR	1 2	
3	PTUG's	127	Sala Dorm. 1 Hall	4 x 100 4 x 100 1 x 100	900	7,1		DTM + IDR	1 2	
4	PTUG's	127	Banheiro Dorm. 2	1 x 600 4 x 100	1000	7,9		DTM + IDR	1 2	
5	PTUG's	127	Copa	2 x 600	1200	9,4		DTM + IDR	1 2	
6	PTUG's	127	Copa	1 x 100 1 x 600	700	5,5		DTM + IDR	1 2	
7	PTUG's	127	Cozinha	2 x 600	1200	9,4		DTM + IDR	1 2	
8	PTUG's + PTUE's	127	Cozinha	1 x 100 1 x 600 1 x 500	1200	9,4		DTM + IDR	1 2	
9	PTUG's	127	A. serviço	2 x 600	1200	9,4		DTM + IDR	1 2	
10	PTUE's	127	A. serviço	1 x 1000	1000	7,9		DTM + IDR	1 2	
11	PTUE's	220	Chuveiro	1 x 5600	5600	25,5		DTM + IDR	2 2	
12	PTUE's	220	Torneira	1 x 5000	5000	22,7		DTM + IDR	2 2	
Distribuição		220	Quadro de distribuição Quadro de medidor		12459	56,6		DTM	2	



Dimensionamento dos Condutores

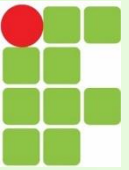


Para se efetuar o dimensionamento dos condutores e dos disjuntores do circuito, algumas etapas devem ser seguidas.

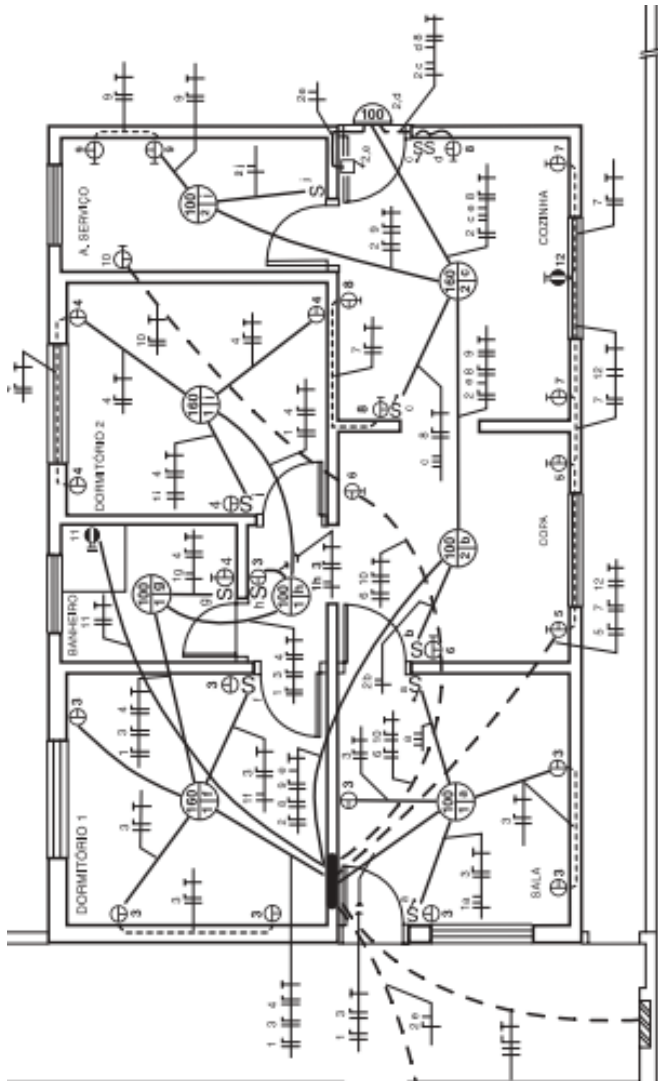
1ª Etapa



Consultar a planta com a representação gráfica da fiação e seguir o caminho que cada circuito percorre, observando neste trajeto qual o maior número de circuitos que se agrupa com ele.

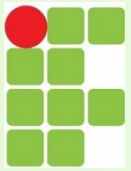


Dimensionamento dos Condutores



O maior número de circuitos agrupados para cada circuito do projeto está relacionado abaixo.

nº do circuito	nº de circuitos agrupados	nº do circuito	nº de circuitos agrupados
1	3	7	3
2	3	8	3
3	3	9	3
4	3	10	2
5	3	11	1
6	2	12	3
Distribuição			1



Dimensionamento dos Condutores

2ª Etapa

Determinar a seção adequada e o disjuntor apropriado para cada um dos circuitos.

Para isto é necessário apenas saber o valor da corrente do circuito e, com o número de circuitos agrupados também conhecido, entrar na tabela 1 e obter a seção do condutor e o valor da corrente nominal do disjuntor.



Dimensionamento dos Condutores

Exemplo

Circuito 3

Corrente = 7,1 A, 3 circuitos agrupados por eletroduto: entrando na tabela 1 na coluna de 3 circuitos por eletroduto, o valor de 7,1 A é menor do que 10 A e, portanto, a seção adequada para o circuito 3 é 1,5 mm² e o disjuntor apropriado é 10 A.

Exemplo

Circuito 12

Corrente = 22,7 A, 3 circuitos agrupados por eletroduto: entrando na tabela 1 na coluna de 3 circuitos por eletroduto, o valor de 22,7 A é maior do que 20 e, portanto, a seção adequada para o circuito 12 é 6 mm² o disjuntor apropriado é 25 A.

Seção dos condutores (mm ²)	Corrente nominal do disjuntor (A)			
	1 circuito por eletroduto	2 circuitos por eletroduto	3 circuitos por eletroduto	4 circuitos por eletroduto
1,5	15	10	10	10
2,5	20	15	15	15
4	30	25	20	20
6	40	30	25	25
10	50	40	40	35
16	70	60	50	40
25	100	70	70	60
35	125	100	70	70
50	150	100	100	90
70	150	150	125	125
95	225	150	150	150
120	250	200	150	150

Exemplo do circuito 3

Exemplo do circuito 12



Dimensionamento dos Condutores

Seção dos condutores (mm ²)	Corrente nominal do disjuntor (A)			
	1 circuito por eletroduto	2 circuitos por eletroduto	3 circuitos por eletroduto	4 circuitos por eletroduto
1,5	15	10	10	10
2,5	20	15	15	15
4	30	25	20	20
6	40	30	25	25
10	50	40	40	35
16	70	60	50	40
25	100	70	70	60
35	125	100	70	70
50	150	100	100	90
70	150	150	125	125
95	225	150	150	150
120	250	200	150	150

Exemplo do circuito 3

Exemplo do circuito 12

nº do circuito	Seção adequada (mm ²)	Disjuntor (A)
1	1,5	10
2	1,5	10
3	1,5	10
4	1,5	10
5	1,5	10
6	1,5	10
7	1,5	10
8	1,5	10
9	1,5	10
10	1,5	10
11	4	30
12	6	25
Distribuição	16	70

Circuito nº	Tipo	Tensão (V)	Local	Potência		Corrente (A)	nº de circuitos agrupados	Seção dos condutores (mm ²)	Proteção		
				Quantidade x potência (VA)	Total (VA)				Tipo	nº de pólos	Corrente nominal
1	Illum. social	127	Sala Dorm. 1 Dorm. 2 Banheiro Hall	1 x 100 1 x 160 1 x 160 1 x 100 1 x 100	620	4,9			DTM + IDR	1 2	
2	Illum. serviço	127	Copa Cozinha A. serviço A. externa	1 x 100 1 x 160 1 x 100 1 x 100	460	3,6			DTM + IDR	1 2	
3	PTUG's	127	Sala Dorm. 1 Hall	4 x 100 4 x 100 1 x 100	900	7,1			DTM + IDR	1 2	
4	PTUG's	127	Banheiro Dorm. 2	1 x 600 4 x 100	1000	7,9			DTM + IDR	1 2	
5	PTUG's	127	Copa	2 x 600	1200	9,4			DTM + IDR	1 2	
6	PTUG's	127	Copa	1 x 100 1 x 600	700	5,5			DTM + IDR	1 2	
7	PTUG's	127	Cozinha	2 x 600	1200	9,4			DTM + IDR	1 2	
8	PTUG's + PTUE's	127	Cozinha	1 x 100 1 x 600 1 x 500	1200	9,4			DTM + IDR	1 2	
9	PTUG's	127	A. serviço	2 x 600	1200	9,4			DTM + IDR	1 2	
10	PTUE's	127	A. serviço	1 x 1000	1000	7,9			DTM + IDR	1 2	
11	PTUE's	220	Chuveiro	1 x 5600	5600	25,5			DTM + IDR	2 2	
12	PTUE's	220	Torneira	1 x 5000	5000	22,7			DTM + IDR	2 2	
Distribuição		220	Quadro de distribuição Quadro de medidor		12459	56,6			DTM	2	



Dimensionamento dos Condutores

3ª Etapa

Verificar, para cada circuito, qual o valor da seção mínima para os condutores estabelecida pela NBR 5410:2004 em função do tipo de circuito.

A NBR 5410:2004 estabelece as seguintes seções mínimas de condutores de acordo com o tipo de circuito:

Seção mínima de condutores	
Tipo de circuito	Seção mínima (mm ²)
Iluminação	1,5
Força	2,5

nº do circuito	Seção adequada (mm ²)	Disjuntor (A)
1	1,5	10
2	1,5	10
3	1,5	10
4	1,5	10
5	1,5	10
6	1,5	10
7	1,5	10
8	1,5	10
9	1,5	10
10	1,5	10
11	4	30
12	6	25
Distribuição	16	70

nº do circuito	Seção dos condutores (mm ²)	nº do circuito	Seção dos condutores (mm ²)
1	1,5	7	2,5
2	1,5	8	2,5
3	2,5	9	2,5
4	2,5	10	2,5
5	2,5	11	4
6	2,5	12	6
		Distribuição	16

Dimensionamento do DR



Corrente
diferencial-residual
nominal de atuação



A NBR 5410:2004 estabelece que, no caso dos DRs de alta sensibilidade, o valor máximo para esta corrente é de 30 mA (trinta mili ampères).

Corrente
nominal



De um modo geral, as correntes nominais típicas disponíveis no mercado, seja para Disjuntores DR ou Interruptores DR são: 25, 40, 63, 80 e 100 A.

Interruptores DR (IDR)

Devem ser escolhidos com base na corrente nominal dos disjuntores termomagnéticos, a saber:

Corrente nominal do disjuntor (A)	Corrente nominal mínima do IDR (A)
10, 15, 20, 25	25
30, 40	40
50, 60	63
70	80
90, 100	100



Dimensionamento do Disjuntor de Entrada

- Entrada de energia
- Pode ser usado o mesmo do medidor da Celesc, conforme a tabela abaixo:

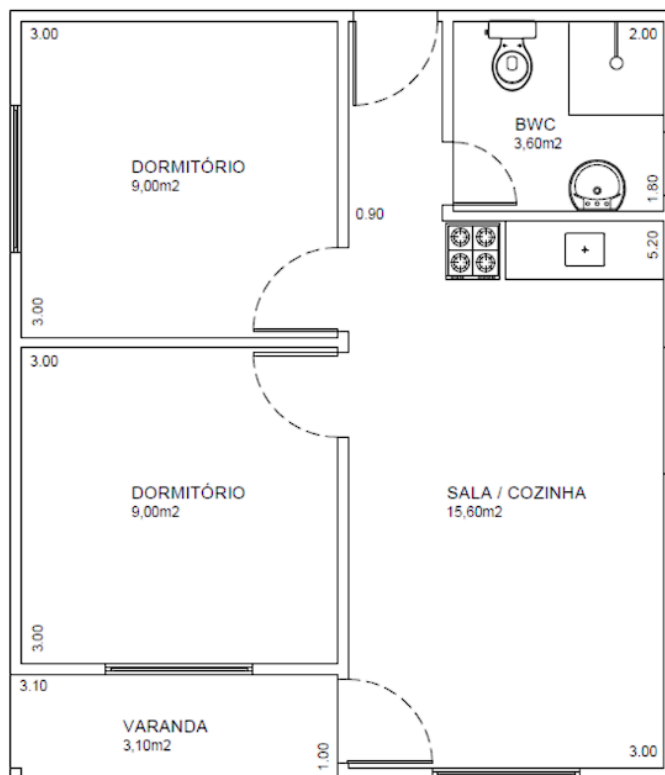
Carga (Potência) Total Instalada (kW)	Número de		Proteção Geral Disjuntor (A)	CONDUTORES			Eletroduto do Ramal de Entrada (PVC)		Pontaleta de Ferro Galvanizado		Poste Particular de Concreto (daN)
	Fases	Fios		Ramal de Ligação	Ramal de Entrada	Aterra- mento					
				Cobre (mm²)	Cobre (mm²)	Cobre (mm²)	Tamanho Nominal	Rosca (pol)	Tamanho Nominal	Rosca (pol)	
Até 6	1	2	30	6	6	6	25	3/4	40	1 ^{1/2}	100
Acima de 6 até 8	1	2	40	6	6	6	25	3/4	40	1 ^{1/2}	100
Acima de 8 até 11	1	2	50	10	10	10	25	3/4	40	1 ^{1/2}	100
Acima de 11 até 13	1	2	60	16	16	16	25	3/4	40	1 ^{1/2}	100
Acima de 13 até 15	1	2	70	16	16	16	25	3/4	40	1 ^{1/2}	100
Acima de 15 até 20	2	3	50	10	10	10	32	1	50	2	100
Acima de 20 até 25	2	3	60	16	16	16	32	1	50	2	100
Até 25	3	4	30	6	6	6	32	1	50	2	100
Acima de 25 até 30	3	4	40	10	10	10	32	1	50	2	100
Acima de 30 até 35	3	4	50	10	10	10	32	1	50	2	100
Acima de 35 até 40	3	4	60	16	16	16	40	1 ^{1/4}	65	2 ^{1/2}	100
Acima de 40 até 50	3	4	70	25	25	16	40	1 ^{1/4}	65	2 ^{1/2}	100
Acima de 50 até 65	3	4	100	35	35	16	50	1 ^{1/2}	-	-	150
Acima de 65 até 75	3	4	125	50	50	25	75	2 ^{1/2}	-	-	200

Ramal de ligação em fio ou cabo de cobre isolado (tensão 330V/220V)

Dimensionamento do Circuito



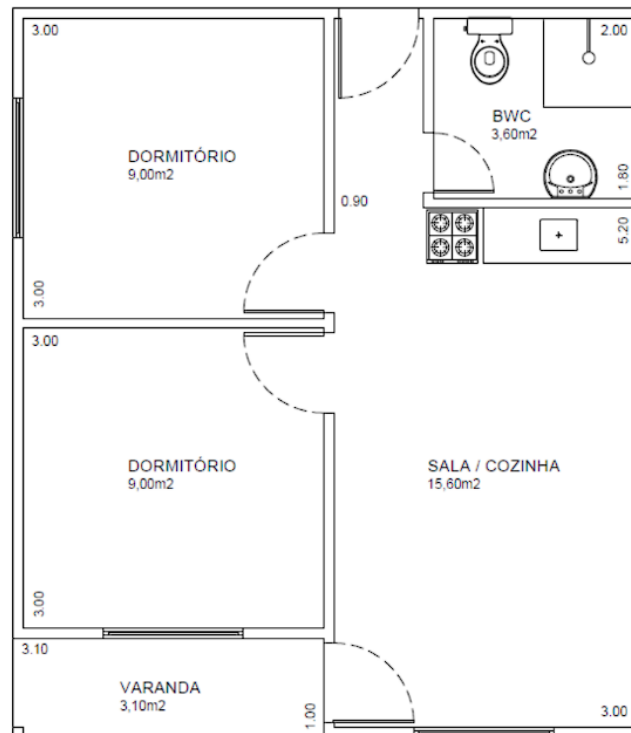
- **Exercício:** Lançar pontos de iluminação e tomada para a sala/cozinha (considerar um único cômodo).
- Considerar o uso de uma torneira elétrica de 4500 W.
- Desenhar diagrama unifilar e calcular potência total.
- Dimensionar os disjuntores e os condutores.



Dimensionamento do Circuito



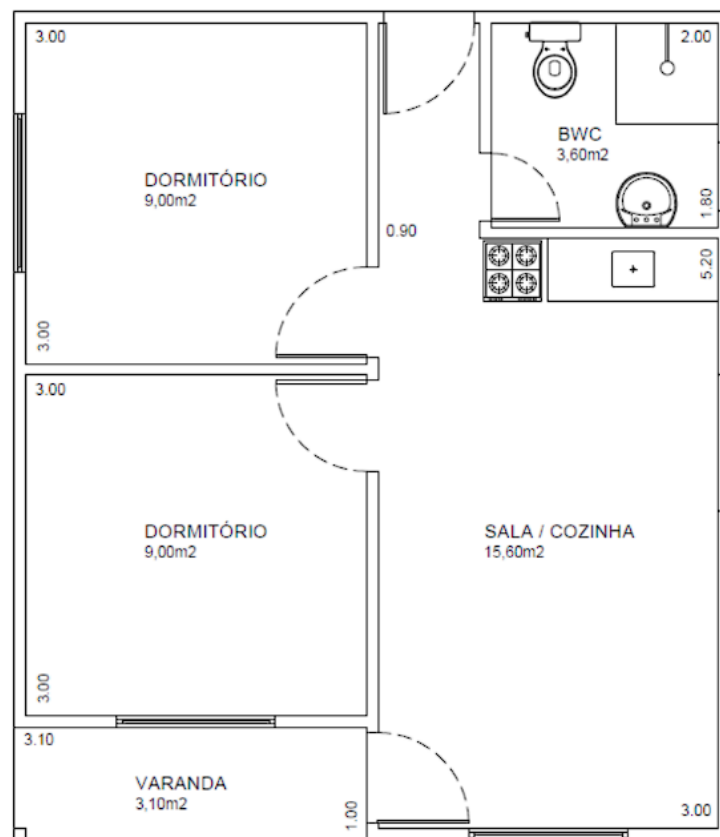
- **Exercício:**
- 2 pontos
- $6+4+4 \text{ m}^2$
- Iluminação: $100 + 60 + 60 = 220 \text{ VA}$



Dimensionamento do Circuito



- **Exercício:** TUEs:
- **Perímetro:** 16,4 m – Mínimo de 5 pontos
- **Escolhido:** 8 pontos



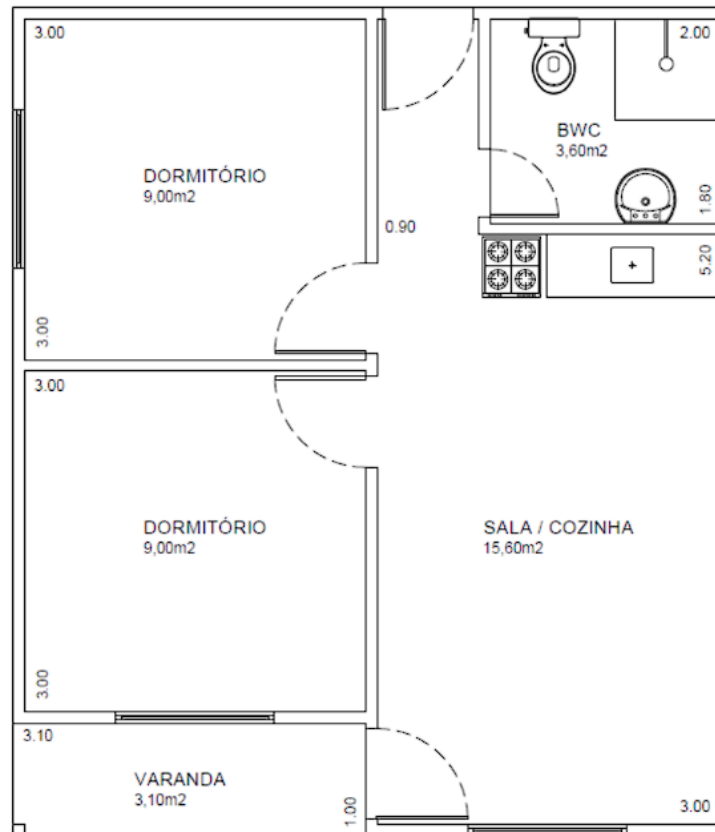
A 4x4 grid with a red circle in the top-left cell and green squares in the other cells.

-
- The floor plan shows a rectangular apartment layout. On the left side, there are two bedrooms (DORMITÓRIO) stacked vertically, each measuring 9,00m². The top bedroom has a width of 3,00 and a depth of 3,00. The bottom bedroom has a width of 3,00 and a depth of 3,00. To the right of the bedrooms is a living and kitchen area (SALA / COZINHA) measuring 15,60m². This area includes a kitchen with a sink (BWC), a stove, and a refrigerator. The living area has a width of 3,00 and a depth of 3,00. At the bottom of the plan is a balcony (VARANDA) measuring 3,10m², with a width of 3,10 and a depth of 1,00. The overall dimensions of the apartment are 6,10m in width and 6,10m in depth. The plan also shows a bathroom (BANHEIRO) and a toilet (TOILET) area at the top right, with a width of 2,00 and a depth of 1,80. A small closet (ARMÁRIO) is located near the bedrooms. The plan is labeled with dimensions and room names in Portuguese.

Dimensionamento do Circuito



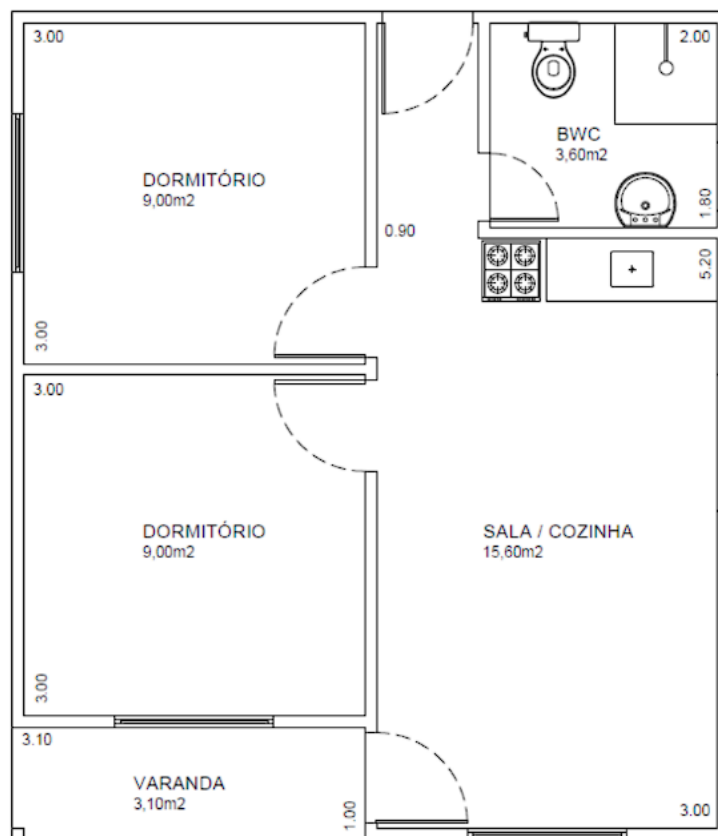
- **Exercício:** TUG:
- Potência: 4500 W
- 1 Ponto sobre a pia



Dimensionamento do Circuito



- **Exercício:**
- Potência total: $220 + 4500 + 1840 = 6560 \text{ W}$



Dimensionamento do Circuito



- **Exercício:**
- Circuitos: 4 circuitos por eletroduto
- 1 – Iluminação. 220 VA – 1 A
- 2 – Tug 1. 1100 VA – 5A
- 3 – Tug 2. 1200 VA - 5,5 A
- 4 – Tue torneira elétrica. 4500 W – 20,5 A

Seção dos condutores (mm ²)	Corrente nominal do disjuntor (A)			
	1 circuito por eletroduto	2 circuitos por eletroduto	3 circuitos por eletroduto	4 circuitos por eletroduto
1,5	15	10	10	10
2,5	20	15	15	15
4	30	25	20	20
6	40	30	25	25
10	50	40	40	35
16	70	60	50	40
25	100	70	70	60
35	125	100	70	70
50	150	100	100	90
70	150	150	125	125
95	225	150	150	150
120	250	200	150	150

Exemplo do circuito 3

Exemplo do circuito 12

Dimensionamento do Circuito



- **Exercício:**
- Circuitos: 4 circuitos por eletroduto
- 1 – Iluminação: Disjuntor 10 A – Condutor 1,5 mm²
- 2 – Tug 1: Disjuntor 10 A – Condutor 2,5 mm²
- 3 – Tug 2. Disjuntor 10 A – Condutor 2,5 mm²
- 4 – Tue torneira elétrica. Disjuntor 25 A – Condutor 6 mm²

Seção dos condutores (mm ²)	Corrente nominal do disjuntor (A)			
	1 circuito por eletroduto	2 circuitos por eletroduto	3 circuitos por eletroduto	4 circuitos por eletroduto
1,5	15	10	10	10
2,5	20	15	15	15
4	30	25	20	20
6	40	30	25	25
10	50	40	40	35
16	70	60	50	40
25	100	70	70	60
35	125	100	70	70
50	150	100	100	90
70	150	150	125	125
95	225	150	150	150
120	250	200	150	150



Exemplo do circuito 3



Exemplo do circuito 12