

PALESTRA SIL

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS



Sil 

PADRÃO DE ENTRADA

Sempre definido pela concessionária de energia elétrica da região:

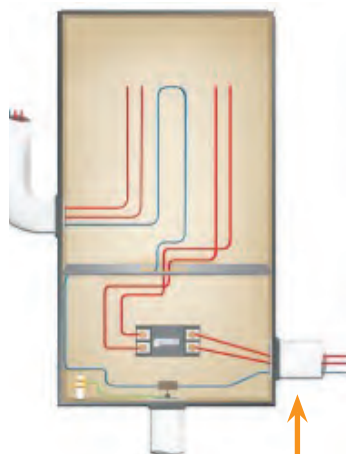
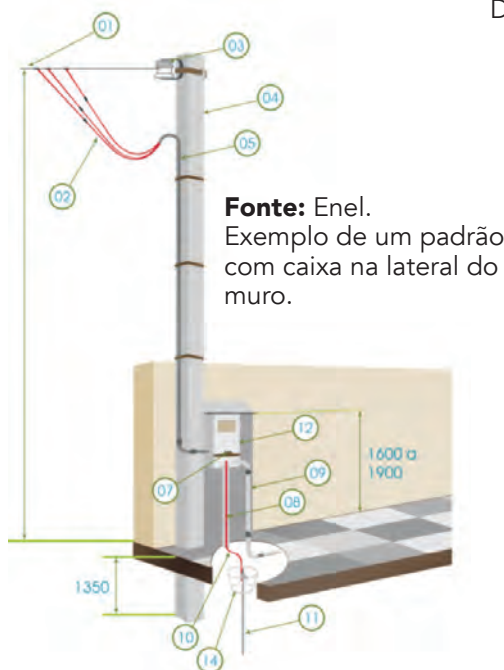
Enel, CPFL, Light, CELESC, Bragantina, EDP Bandeirante, Elektro, EDP Escelsa, Cemig, Coelba, CEB, Energisa, Cemar, Cosern, etc.



PADRÃO DE ENTRADA

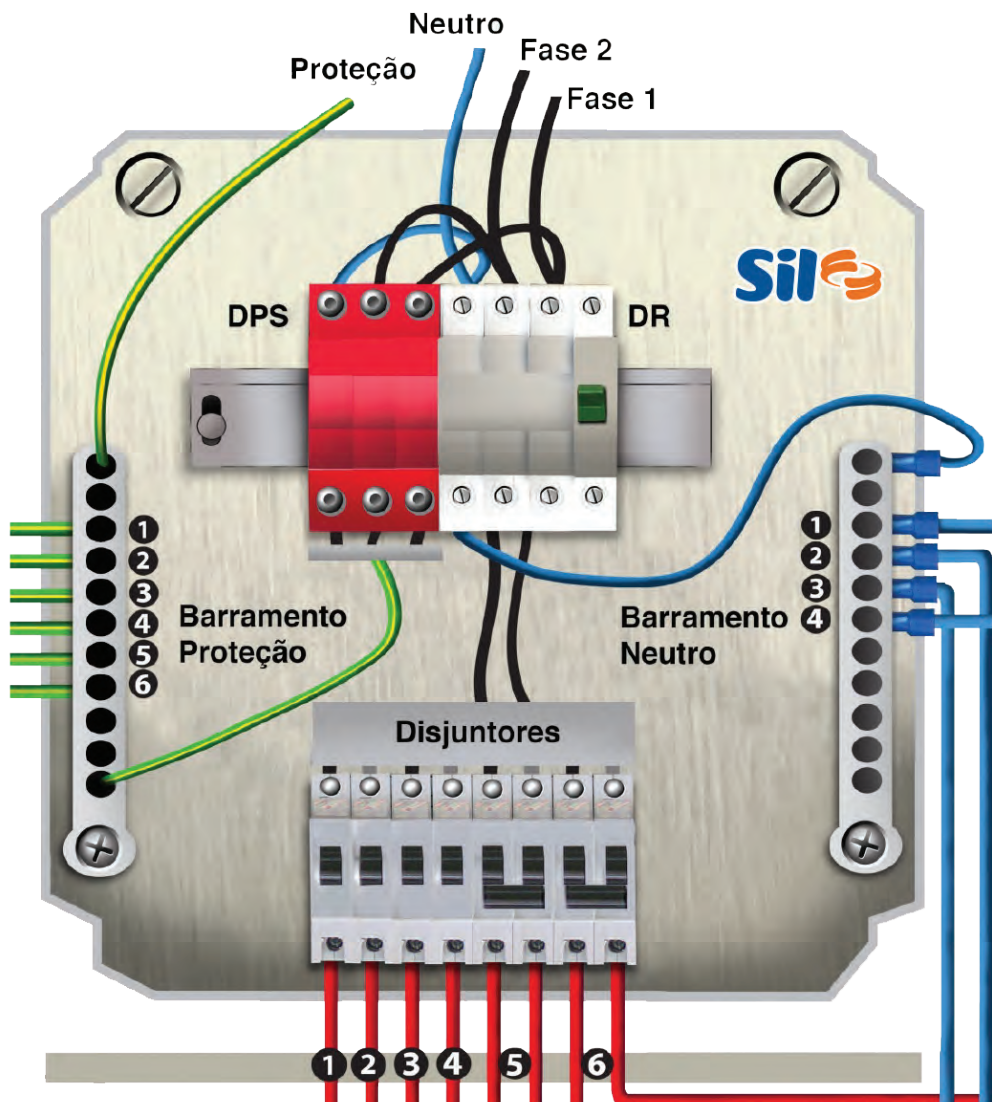
Dimensionamento → Carga instalada

10 mm² disjuntor 50 A
16 mm² disjuntor 60 A
25 mm² disjuntor 80 A
35 mm² disjuntor 100 A



Condutores ligados ao Quadro de Distribuição

QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO



CIRCUITO DE TOMADA

NBR 5410 - Circuito de tomada de uso geral 10 A

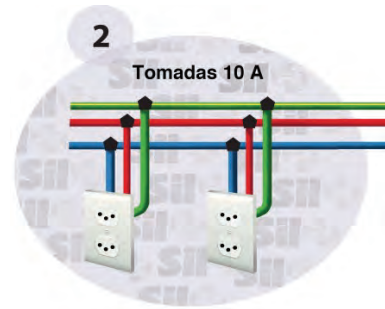
Número de pontos de tomada em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos

- Banheiros: mínimo 1 ponto próximo ao lavatório;
- Cozinhas, áreas de serviço e locais análogos: mínimo 1 ponto para cada 3,5 m de perímetro;
- Bancada da pia: ao menos 2 pontos;
- Varandas: ao menos 1 ponto;
- Salas e dormitórios: mínimo 1 ponto a cada 5 m de perímetro;
- Nos demais cômodos e dependências de habitação:

√ Ao menos 1 ponto se a área for inferior a 2,25 m², ou 1 ponto externo até 0,8 m da porta;

√ Ao menos 1 ponto entre 2,25 m² e 6 m²;

√ Acima de 6 m² ao menos 1 ponto a cada 5 m de perímetro.



Circuito de uso específico - Tomada 20 A ou conexão

- Quantos forem necessários.

Observação: A norma NBR 5410 define que a conexão do aquecedor elétrico de água ao ponto de utilização deve ser direta, sem uso de tomada de corrente.

Potência atribuíveis aos pontos de tomada

Depende do que será ligado, mas não inferior a:

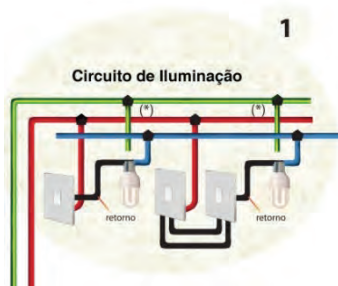
- Banheiros, cozinhas, copas, áreas de serviço e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto, até 3 pontos, e 100 VA por ponto excedente. Quando o total de pontos desses ambientes for superior a 6, pode ser mínimo de 600 VA para 2 tomadas e 100 VA para as demais, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente.
- Para os demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por ponto de tomada.

CIRCUITO DE ILUMINAÇÃO

- Em cada ambiente pelo menos 1 ponto de luz fixo no teto, comandado por interruptor;
- Admite-se ponto de luz na parede em escadas, depósitos, despensas, lavabos e varandas.

Cargas de iluminação

- Cômodo ou dependência igual ou menor a 6 m², carga mínima de 100 VA;
- Superior a 6 m², carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescido de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.



DIVISÃO DA INSTALAÇÃO

A instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos necessários, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito.

As cargas devem ser distribuídas entre as fases para obter o melhor equilíbrio.

- Necessidades futuras (aumento de carga, taxa de ocupação e quadro de distribuição).
- Equipamento com corrente nominal superior a 10 A deve ser independente.
- Tomadas de cozinhas, copas, áreas de serviço e locais análogos devem ser exclusivas para essas áreas.

Observação:

De acordo com a NBR 5410 existe uma pequena possibilidade de que pontos de tomada e iluminação tenham circuito comum, mas com uma série de limitações, como por exemplo corrente de projeto do circuito comum inferior a 16 A.

PROTEÇÃO: DISJUNTOR

Todo circuito terminal deve ser protegido contra sobrecargas e contra curtos-circuitos, por dispositivo que assegure o seccionamento simultâneo de todos os condutores fase:



$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- I_B é a corrente de projeto;
- I_n é a corrente nominal do disjuntor;
- I_Z é a capacidade de condução de corrente dos condutores corrigida.

Corrente Nominal Padrão IEC

10A
16A
20A
25A
32A
40A
50A
63A
80A

NBR NM 60898

Curva B: de 3 a 5 I_n

Curva C: de 5 a 10 I_n

Curva D: de 10 a 20 I_n

PROTEÇÃO: DR

Deve ser utilizado Dispositivo Diferencial Residual nas seguintes condições:

- Circuitos em locais contendo banheiro ou chuveiro;
- Circuitos de tomadas situadas em áreas externas a edificação;
- Circuitos que sirvam a ponto de utilização situados em cozinhas, lavandeiras, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens.

$I\Delta n = 30mA$

destinados fundamentalmente a proteção de pessoas.



PROTEÇÃO: DPS

Proteger os equipamentos elétricos contra picos de tensão geralmente causados por descargas atmosféricas na rede da concessionária de energia elétrica.

Verde ou vermelho: define o estado do DPS.



Ligar de acordo com as especificações de cada fabricante.

CONEXÕES

Fonte: NBR 5410

As conexões de condutores entre si e com outros componentes da instalação devem garantir continuidade elétrica durável, adequada suportabilidade mecânica e adequada proteção mecânica.

Observação: É aconselhável evitar o uso de conexões soldadas em circuitos de energia.

É **vedada** a aplicação de solda a estanho na terminação de condutores, para conectá-los a bornes ou terminais de dispositivos ou equipamentos elétricos.

A conexão entre condutor de **cobre e alumínio** deve ser realizada exclusivamente por meio de conectores adequados a este fim.

ELETRODUTOS

Fonte: NBR 5410

- É vedado o uso, como eletroduto, de produtos que não sejam expressamente apresentados e comercializados como tal, como por exemplo mangueiras.
- Obrigatório que seja não-propagante de chama.
- As dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões devem permitir que, após montagem da linha, os condutores possam ser instalados e retirados com facilidade. Para tanto a taxa de ocupação do eletroduto deve ser:
 - a) 53% no caso de um único condutor
 - b) 31% no caso de 2 condutores
 - c) 40% no caso de 3 ou mais condutores
- Os trechos contínuos de tubulação, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder 15 m para linhas internas de edificações e 30 m para linhas em áreas externas, se os trechos forem retilíneos. Se os trechos incluírem curvas devem ser reduzidos em 3 m para cada curva de 90°, com no máximo 3 curvas.

CONDUTOR TERRA E NEUTRO

Condutor de proteção - PE (Terra)

Toda edificação deve dispor de uma infraestrutura de aterramento, denominada eletrodo de aterramento (armaduras do concreto da fundação, cabos metálicos imersos no concreto das fundações, malhas metálicas enterradas, hastes verticais etc.)



Condutor Neutro - N



O condutor neutro não pode ser comum a mais de um circuito. Em um circuito monofásico o neutro deve ter a mesma seção do condutor de fase.

MANUTENÇÃO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

A periodicidade da manutenção deve ser adequada a cada tipo de instalação:

Qualificação do pessoal

Verificações e intervenções devem ser executadas somente por pessoas:

- Advertidas (BA4) - Pessoas suficientemente informadas ou supervisionadas por pessoas qualificadas, de tal forma que lhes permite evitar os perigos da eletricidade.
- Qualificadas (BA5) - Pessoas com conhecimento técnico ou experiência tal que lhes permite evitar os perigos da eletricidade.

Verificações rotineiras - manutenção preventiva

- Isolação dos condutores, conexões, aquecimento excessivo, etc.

Manutenção corretiva

- A instalação deve ser desenergizada no todo ou na parte afetada.

DIMENSIONAMENTO DOS CABOS

Critérios para dimensionamento

- Seção Nominal Mínima;
- Capacidade de condução de corrente;
- Fatores de compensação devido ao método e ambiente da instalação;
- Queda de Tensão.

Revisão: Seção Nominal Mínima - NBR 5410

A seção dos condutores de fase e dos condutores vivos, não devem ser inferior aos valores abaixo ditados por razões mecânicas. (Item 6.2.6.1)

A partir desta norma temos as seguintes definições:



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Circuito de iluminação	→	Seção mínima: 1,5 mm ²
Tomadas de uso geral	→	Seção mínima: 2,5 mm ²
Circuito específico	→	Depende da especificação do produto que será ligado

TABELA DE MÉTODO DE INSTALAÇÃO

Fonte: NBR 5410. Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

Tabela 33 - Tipos de linhas elétricas:

Método de instalação número	Esquema Ilustrativo	Descrição	Método de referência
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2
11		Cabos unipolares ou cabo multipolar, sobre parede ou espaçador desta, menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo	C
12		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não-perfurada, perfilado ou prateleira	C
13		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical	E (MULTIPOLAR) F (UNIPOLAR)

TABELA DE CAPACIDADE DE CORRENTE

Fonte: NBR 5410.

Tabelas 36 a 39 - Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C, D, E, F e G:

PVC - 70 °C → tabelas 36 e 38.

XLPE ou HEPR - 90 °C → tabelas 37 e 39.

Tabela 36		Métodos de instalação		
Seção Nominal (mm ²)	B1		B2	c
	Número de condutores			
	2	3		
1,5	17,5	15,5		
2,5	24	21		
4	32	28		

Seção Nominal (mm ²)	Métodos de instalação			
	B1		B2	
	Número de condutores carregados			
	2	3	2	3
1,5	23	20	22	19,5
2,5	31	28	30	26
4	42	37	40	35

CAPACIDADE DE CORRENTE

Fonte: NBR 5410.

Tabela 36 - Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência B1, B2 e C:

Isolação em PVC e temperatura do condutor 70 °C

Seção Nominal (mm ²)	Métodos de instalação					
	B1		B2		C	
	Número de condutores carregados					
	2	3	2	3	2	3
	Cobre					
0,5	9	8	9	8	10	9
0,75	11	10	11	10	13	11
1	14	12	13	12	15	14
1,5	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5
2,5	24	21	23	20	27	24
4	32	28	30	27	36	32
6	41	36	38	34	46	41
10	57	50	52	46	63	57
16	76	68	69	62	85	76
25	101	89	90	80	112	96
35	125	110	111	99	138	119
50	151	134	133	118	168	144
70	192	171	168	149	213	184
95	232	207	201	179	258	223
120	269	239	232	206	299	259
150	309	275	265	236	344	299
185	353	314	300	268	392	341
240	415	370	351	313	461	403

CAPACIDADE DE CORRENTE

Fonte: NBR 5410.

Tabela 37 - Capacidade de condução de corrente, em ampère, para os métodos de referência B1, B2 e C:

Isolação em XLPE ou HEPR, e temperatura do condutor 90 °C

Seção Nominal (mm ²)	Métodos de instalação					
	B1		B2		C	
	Número de condutores carregados					
	2	3	2	3	2	3
	Cobre					
0,5	12	10	11	10	12	11
0,75	15	13	15	13	16	14
1	18	16	17	15	19	17
1,5	23	20	22	19,5	24	22
2,5	31	28	30	26	33	30
4	42	37	40	35	45	40
6	54	48	51	44	58	52
10	75	66	69	60	80	71
16	100	88	91	80	107	96
25	133	117	119	105	138	119
35	164	144	146	128	171	147
50	198	175	175	154	209	179
70	253	222	221	194	269	229
95	306	269	265	233	328	278
120	354	312	305	268	382	322
150	407	358	349	307	441	371
185	464	408	395	348	506	424
240	546	481	462	407	599	500

APLICAÇÃO DA TABELA DE CAPACIDADE DE CORRENTE

Exemplo:

Circuito trifásico;

Cabos isolados em PVC (70 °C);

Instalação em eletrodutos embutidos em alvenaria;

Qual a capacidade de corrente elétrica para um condutor de 2,5 mm² ?

Fonte: NBR 5410.

Tabela 36 - Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência B1, B2 e C:

Isolação em PVC e temperatura do condutor 70 °C

Seção Nominal (mm ²)	Métodos de instalação					
	B1		B2		C	
	Número de condutores carregados					
	2	3	2	3	2	3
	Cobre					
0,5	9	8	9	8	10	9
0,75	11	10	11	10	13	11
1	14	12	13	13	15	14
1,5	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5
2,5	24	21	23	20	27	24
4	32	28	30	27	36	32

MUDANÇA DOS VALORES DE CAPACIDADE DE CORRENTE

A “temperatura característica dos condutores” é considerada atendida se a corrente nos condutores não for superior às capacidades de condução de corrente obtidas nas tabelas de capacidade de corrente, corrigidas, se for o caso, pelos fatores a seguir:

- Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não subterrâneas;
- Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixes (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única;
- Fatores de correção aplicáveis a agrupamentos consistindo em mais de uma camada de condutores – Métodos de referência C, E e F.

TEMPERATURAS DE OPERAÇÃO DO CONDUTOR

Fonte: NBR 5410.

Tabela 35 - Temperaturas características dos condutores:

Tipo de isolamento	Temperatura máxima para serviço contínuo	Temperatura limite de sobrecarga	Temperatura limite de curto-circuito
PVC	70 °C	100 °C	160 °C
HEPR	90 °C	130 °C	250 °C

Temperatura limite de sobrecarga: é definido em norma técnica que a operação do condutor nessa temperatura não deve superar 100 h durante 12 meses consecutivos nem superar 500 h durante a vida útil do cabo.

TABELA 40 - FATORES DE CORREÇÃO PARA TEMPERATURAS AMBIENTES DIFERENTES DE 30 °C PARA LINHAS NÃO SUBTERRÂNEAS

Temperatura °C (Ambiente)	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87

Exemplo:

Circuito trifásico;
Cabos isolados em PVC (70 °C);
Instalação em eletrodutos embutidos em alvenaria;
Temperatura ambiente: 40 °C

$$I_c = 21 \times 0,87 = 18,27 \text{ A}$$

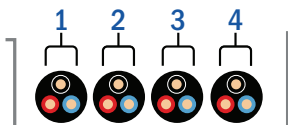
Seção Nominal (mm ²)	Métodos de instalação					
	B1		B2		C	
	Número de condutores carregados					
	2	3	2	3	2	3
	Cobre					
0,5	9	8	9	8	10	9
0,75	11	10	11	10	13	11
1	14	12	13	12	15	14
1,5	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5
2,5	24	21	23	20	27	24
4	32	28	30	27	36	32

TABELA 42 – FATORES DE CORREÇÃO APLICÁVEIS A CONDUTORES AGRUPADOS EM FEIXE (EM LINHAS ABERTAS OU FECHADAS) E A CONDUTORES AGRUPADOS NUM MESMO PLANO, EM CAMADA ÚNICA

Referência	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares						Métodos de referência
		1	2	3	4	5	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutido em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	A a F
2	Camada única sobre parede, piso ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	C
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	E e F
5	Camada única sobre leito, suporte, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	



Ref. 1
Fator = 0,70



Ref. 4
Fator = 0,77

TABELA 43 – FATORES DE CORREÇÃO APLICÁVEIS A AGRUPAMENTOS CONSISTINDO EM MAIS DE UMA CAMADA DE CONDUTORES – MÉTODOS DE REFERÊNCIA C, E e F

		Quantidade de circuitos trifásicos ou de cabos multipolares por camada				
		2	3	4 ou 5	6 a 8	9 e mais
Quantidade de camadas	2	0,68	0,62	0,60	0,58	0,56
	3	0,62	0,57	0,55	0,53	0,51
	4 ou 5	0,60	0,55	0,52	0,51	0,49
	6 a 8	0,58	0,53	0,51	0,49	0,48
	9 e mais	0,56	0,51	0,49	0,48	0,46

QUEDA DE TENSÃO

A resistência elétrica do condutor gera queda de tensão. Quanto mais longo for o circuito maior vai ser essa queda.

Conforme a NBR 5410:2004, a queda de tensão não deve ser superior aos seguintes valores:

- 7%, calculados a partir dos terminais do transformador MT/BT
- 5%, calculados a partir do ponto de entrega

A queda de tensão nos circuitos terminais **não pode ser superior a 4%**.

No entanto, quedas de tensão maiores são permitidas para equipamentos com corrente de partida elevada, durante o período de partida, desde que dentro dos limites permitidos em suas normas respectivas.

TABELA DE QUEDA DE TENSÃO

Seção Nominal do Condutor (mm ²)	Queda de tensão para FP = 0,8 (V/A.km)		
	Conduto não-magnético		Conduto magnético
	Circuito Monofásico	Circuito Trifásico	
1,5	23,3	20,2	23
2,5	14,3	12,4	14
4	8,96	7,79	9
6	6,03	5,25	5,87
10	3,63	3,17	3,54
16	2,32	2,03	2,27
25	1,51	1,33	1,5
35	1,12	0,98	1,12
50	0,85	0,76	0,86

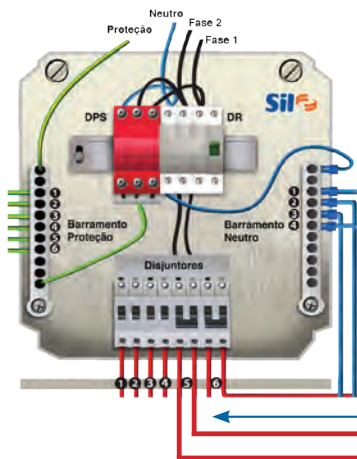
Cálculo:

Queda de tensão (V) = Queda de tensão tabelada x I (A) x L (km)

Sendo: I = Corrente de projeto do circuito e L = Comprimento em km

Queda de tensão (%) = Queda de tensão (V) / Tensão do circuito (V) x 100

EXEMPLO DE QUEDA DE TENSÃO



Especificação do fabricante

Tensão: 220 V

Potência: 7500 W

Seção nominal do cabo: 6 mm²

Disjuntor: 40 A

Observação: informação do fabricante - para distâncias acima de 30 m, utilizar seção nominal acima



10 m

$$P = V \times I$$

$$7500 \text{ W} = 220 \text{ V} \times I$$

$$I = 34 \text{ A}$$

Queda de Tensão

Queda de Tensão (V) = Queda de Tensão Tabelada x I (A) x L (km)

Queda de Tensão (V) = 6,03 x 34 x 0,01 = 2,05

Queda de Tensão (%) = Queda de Tensão (V) / Tensão do Circuito (V) x 100

Queda de Tensão (%) = 2,05 / 220 V x 100 = 0,93 %

E se o circuito tivesse **50 m**?

Queda de Tensão

Queda de Tensão (V) = Queda de Tensão Tabelada x I (A) x L (km)

Queda de Tensão (V) = 6,03 x 34 x 0,05 = 10,25

Queda de Tensão (%) = Queda de Tensão (V) / Tensão do Circuito (V) x 100

Queda de Tensão (%) = 10,25 / 220 V x 100 = 4,66 %

220 V menos 4,66 % é igual a 209,7 V

sil.com.br

duvidastecnicas@sil.com.br
SAC: 0800 55 0008

