

Projeto Elétrico Predial

Prof. Dorival Rosa Brito

Aula_10-Dispositivos de Proteção e Condutores

Teste

Vitória-ES - 2020

Tópicos

- ❑ Dimensionamento dos dispositivos de proteção
- ❑ Condutores em instalações elétricas
- ❑ Dimensionamento de condutores
- ❑ Cálculo das correntes dos circuitos

Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

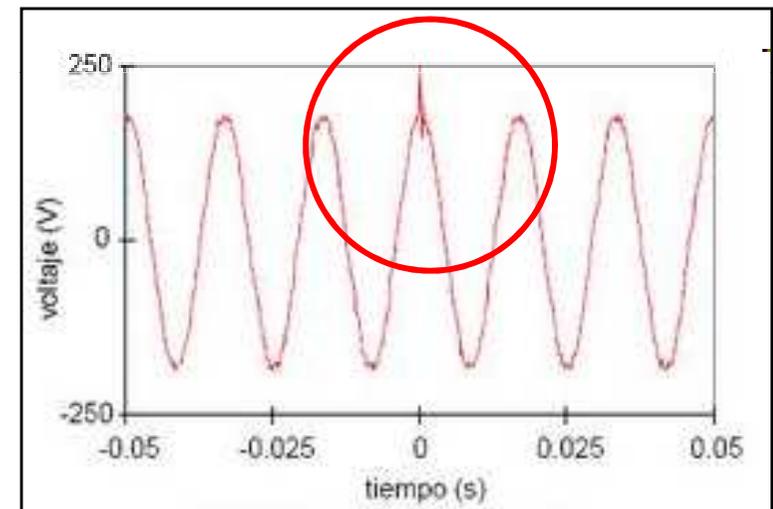
- ❑ As pessoas, os animais e os bens devem ser protegidos contra os efeitos negativos de temperaturas ou solicitações eletromecânicas resultantes de sobrecorrentes a que os condutores vivos possa ser submetidos
- ❑ A norma considera dois tipos de sobrecorrentes:
 - ❑ As correntes de sobrecarga
 - ❑ As correntes de curto-circuito



Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

- ❑ As correntes de sobrecarga ocorrem em circuitos eletricamente são, e podem ser transitórias ou não transitórias
- ❑ Pergunta: o que são transitórios elétricos?
- ❑ Resposta: são fenômenos eletromagnéticos, tais como:
 - ❑ Sobrecargas
 - ❑ Sobrecorrentes
 - ❑ Formas de ondas anormais
 - ❑ Transitórios eletromecânicos

A análise dos fenômenos é de extrema importância, pois nestas circunstâncias, os equipamentos elétricos são submetidos a condições muito severas que pode, ultrapassar suas capacidades nominais.



Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Definições:

- ❑ **Corrente nominal** é o valor eficaz da corrente de regime contínuo (ou permanente) que o dispositivo é capaz de conduzir indefinidamente, sem que a elevação da temperatura de suas diferentes partes exceda os valores especificados em norma
- ❑ **Sobrecorrentes** são correntes elétricas cujos valores excedem o valor da corrente nominal. As sobrecorrentes podem ser originadas por solicitação do circuito acima de suas características de projeto (sobrecargas) ou por falta elétrica (curto-circuito)

Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Definições:

- ❑ **Sobrecargas** produzem a elevação da corrente do circuito a valores, em geral, de alguma percentual acima do valor nominal até o máximo de dez vezes a corrente nominal, e trazem efeitos térmicos prejudiciais ao sistema
- ❑ A sobrecarga, mesmo sendo uma solicitação acima do normal, é em geral, moderada e limitada em sua duração por dispositivos que atuam segundo uma curva tempo x corrente

Teste



Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Definições:

- ❑ **Correntes de curto-circuito** são provenientes de defeitos graves (falha de isolação para o terra, para o neutro, ou entre fases distintas) e produzem correntes elevadíssimas, normalmente superiores a 1000%, podendo chegar a 10.000% do valor da corrente nominal do circuito
- ❑ A ocorrência de curto-circuito provoca, por conseqüência, elevadas solicitações térmicas e mecânicas aos condutores e demais dispositivos que estão conectados ao circuito
- ❑ As correntes de curto-circuito devem ser supervisionadas por dispositivos que atuem quase que instantaneamente, isto é, curvas tempo x corrente inversas

Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

- ❑ Mesmo que os sistemas elétricos operem quase a totalidade do tempo em regime permanente, é de extrema importância que estes sistemas possam superar os regimes transitórios (curto-circuito, rejeição de carga, chaveamentos, descargas atmosféricas, etc.) sem sofrerem danos
- ❑ Para tanto é necessário determinar a amplitude e a duração destes fenômenos para verificar se existe necessidade de instalação de equipamentos de proteção (resistores de abertura e pré-inserção, supressores de surto, etc.)



Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

- ❑ As correntes de sobrecarga ocorrem em circuitos eletricamente são, e podem ser transitórias ou não transitórias
- ❑ As transitórias são devidas à partida de equipamentos de utilização, como equipamentos a motor e aparelhos de iluminação a descarga, e não devem provocar a atuação dos dispositivos de proteção dos respectivos circuitos

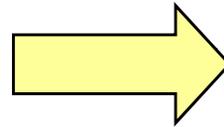


Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

- As correntes não transitórias são aquelas provocadas condições de funcionamento não previstas (avaliação a menor do fator de demanda, inclusão de novos equipamentos, etc.) ou por anomalias (motor acionando carga superior a sua capacidade, defeito em equipamento alimentado, etc.), devem ser interrompidas em um tempo mais ou menos breve, dependendo de seu valor



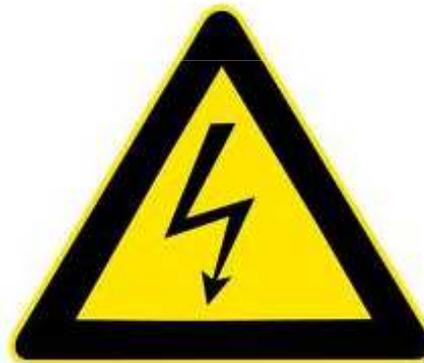
falha



Sobrecarga

Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

- ❑ As correntes de curto-circuito, provocadas por faltas (perda de isolamento), por erros de ligação de equipamentos em curto, têm via de regra, valores bem superiores aos das correntes de sobrecarga (não transitórias), e devem ser eliminadas instantaneamente
- ❑ Os dispositivos de proteção deve ser dimensionados em função da capacidade máxima admissível pelos condutores



Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Dispositivos de proteção contra sobrecorrentes

- ❑ São equipamentos elétricos capazes de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais de operação de um circuito, bem com estabelecer, conduzir e interromper automaticamente correntes em condições anormais, de forma a, dentro de condições especificadas, limitar a ocorrência desta grandeza em módulo e tempo de duração
- ❑ Os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes são capazes de proteger os circuitos contra correntes de curto-circuito e/ou correntes de sobrecarga
- ❑ Exemplo: disjuntores, fusíveis e relés térmicos, por exemplo

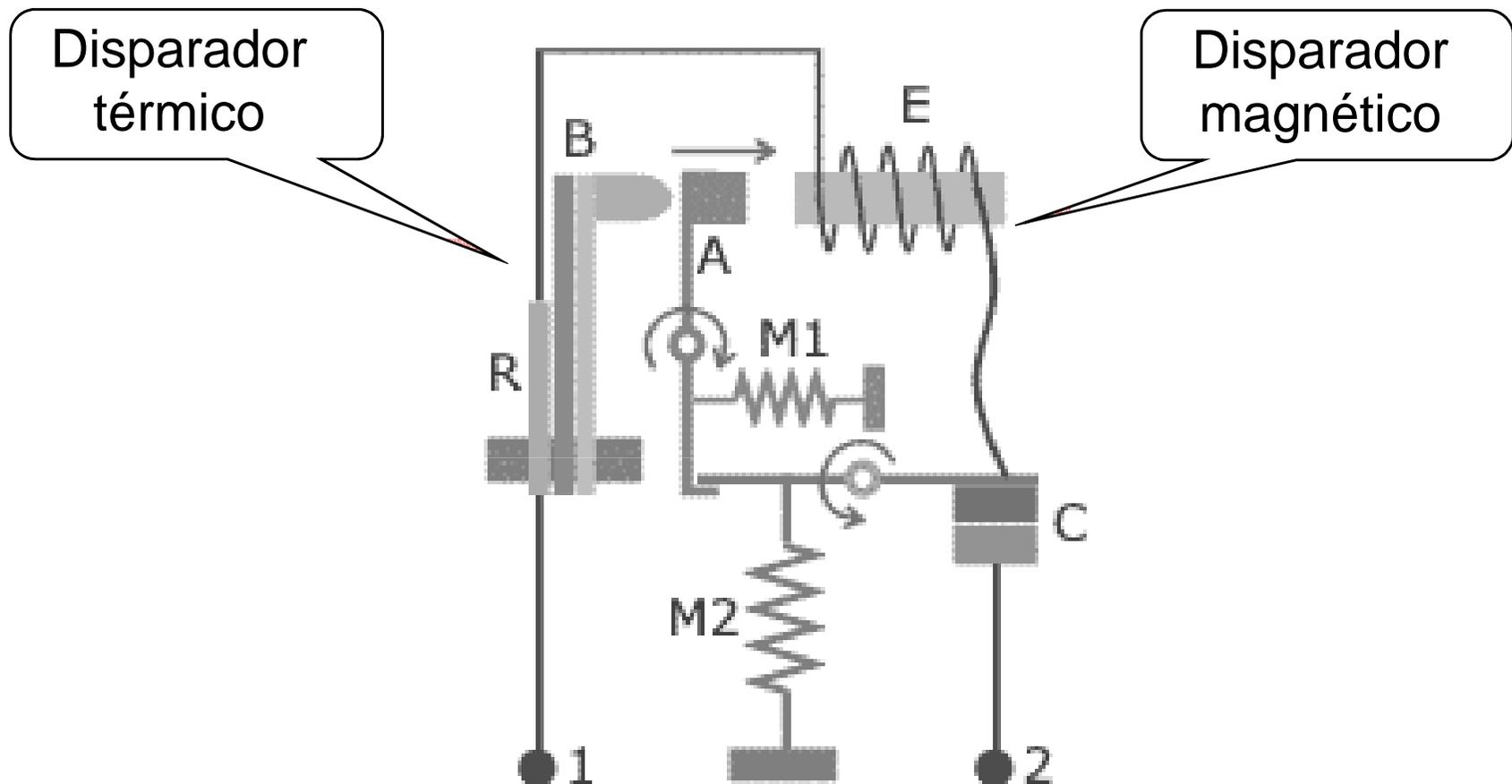
Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

DTM – Disjuntores termomagnéticos

- ❑ São dispositivos que garantem, simultaneamente, a manobra e a proteção contra correntes de sobrecarga e correntes de curto-circuito
 - ❑ Permitem a manobra dos circuitos
 - ❑ Promovem a proteção elétrica do circuito
 - ❑ Promovem o seccionamento do circuito
 - ❑ Protegem a fiação através do dispositivos térmico
 - ❑ Protegem a fiação (condutores) contra curto-circuito através do dispositivo magnético

Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

- Os dispositivos mais comuns de baixa tensão operam com dispositivos térmico e magnético:



Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

- ❑ A NBR 5410 exige desde 1997: a utilização de proteção diferencial residual (disjuntor ou interruptor, IDR) de alta sensibilidade em circuitos terminais que sirvam a:
 - ❑ Tomadas de corrente em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, a todo local interno molhado em uso normal ou sujeito a lavagens
 - ❑ Tomadas de corrente em áreas externas
 - ❑ Tomadas de corrente que, embora instaladas em áreas internas, possam alimentar equipamentos de uso em áreas externas
 - ❑ Pontos situados em locais contendo banheira ou chuveiro
- ❑ Nota: os circuitos não relacionados nas recomendações e exigências acima poderão ser protegidos apenas por disjuntores termomagnéticos (DTM)

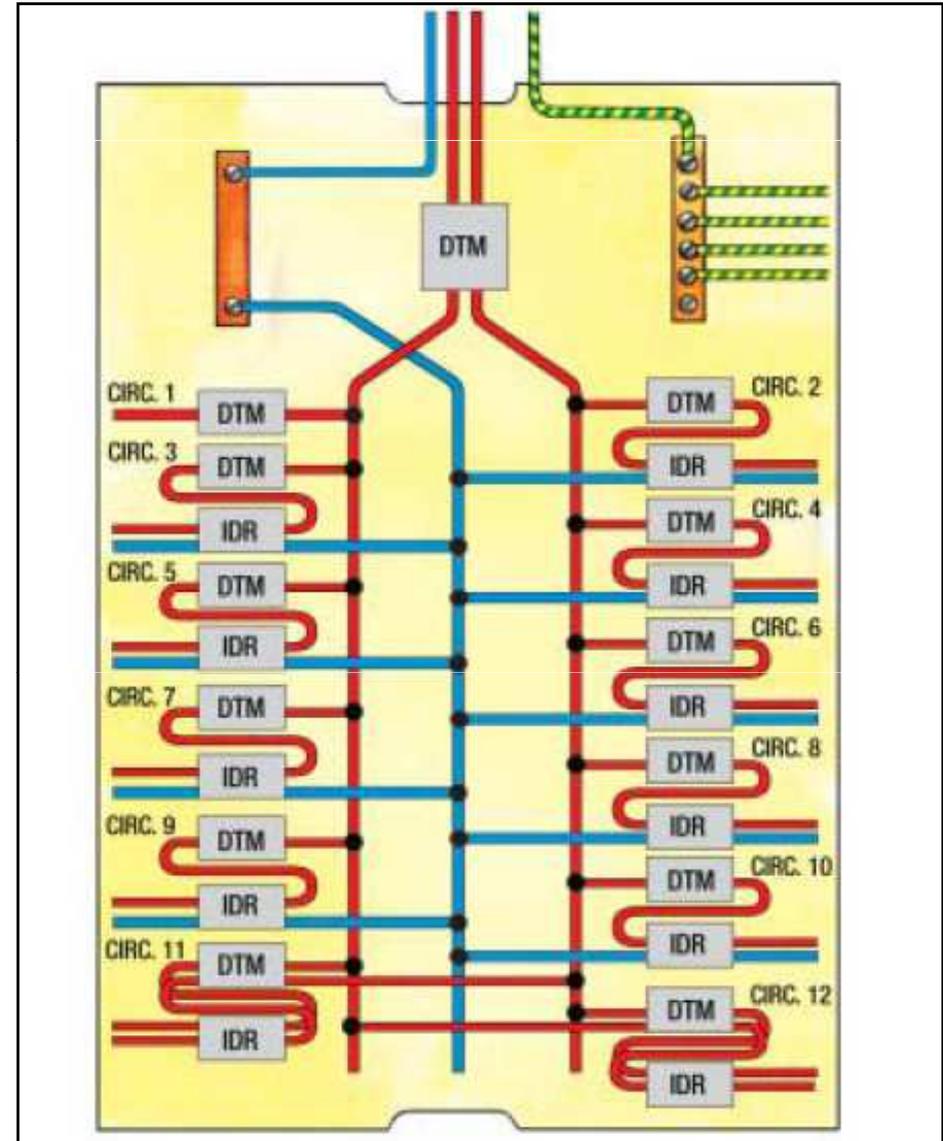
Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Circuito		Tensão (V)	Local	Potência		Corrente (A)	nº de circuitos agrupados	Seção dos condutores (mm ²)	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				DTM	1	
2	Ilum. serviço	127	Copa Cozinha A. serviço A. externa	1 x 100 1 x 160 1 x 100 1 x 100	460				DTM + IDR	2	
3	TUG's	127	Sala Dorm. 1 Hall	4 x 100 4 x 100 1 x 100	900				DTM + IDR	2	
4	TUG's	127	Banheiro Dorm. 2	1 x 600 4 x 100	1000				DTM + IDR	2	
5	TUG's	127	Copa	2 x 600	1200				DTM + IDR	2	
6	TUG's	127	Copa	1 x 100 1 x 600	700				DTM + IDR	2	
7	TUG's	127	Cozinha	2 x 600	1200				DTM + IDR	2	

Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

- Desenho esquemático do quadro de distribuição

A norma 5410 também prevê a possibilidade de optar pela instalação de Disjuntor DR ou interruptor DR na proteção geral. Contudo esta opção trás o inconveniente de que o DR pode disparar com mais freqüência uma vez que ele sente todas as correntes de fuga



Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

- Dispositivos de proteção contra sobrecorrentes

Tabela 40: Tempos e correntes convencionais de atuação (I_2) - NBR 5361

Corrente Nominal (I_N)	Corrente Conv. de não atuação	Corrente Conv. de atuação (I_2)	Tempo Convencional (h)	Temp. Ambiente de referência
$I_N \leq 50$ A	1,05	1,35	1	25 °C
$I_N > 50$ A	1,05	1,35	2	25 °C

Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Proteção contra as sobrecargas

- Para que a proteção contra sobrecargas fique assegurada, as características de atuação do dispositivo destinado a provê-la devem ser tais que:

$$a) I_P \leq I_N \leq I_Z$$

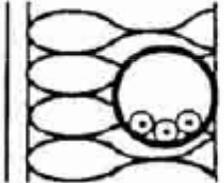
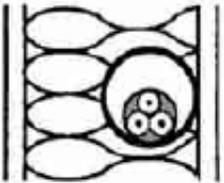
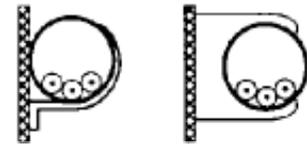
$$b) I_2 \leq 1,45 I_Z$$

Onde:

- I_P é a corrente de projeto do circuito
- I_Z é a capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para sua instalação (tabelas 36 a 39 da NBR 5410:2004)
- I_N é a corrente nominal do dispositivo de proteção (ou corrente de ajuste, para dispositivos ajustáveis), nas condições previstas para sua instalação
- I_2 é a corrente convencional de atuação, para disjuntores, ou corrente convencional de fusão, para fusíveis

Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Tabela 33 — Tipos de linhas elétricas

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
1	 <p>Face interna</p>	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾	A1
2	 <p>Face interna</p>	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1

Teste

Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
	Cobre											
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203

Teste

Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Tabela 37 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: EPR ou XLPE

Temperatura no condutor: 90°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
	Cobre											
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144

Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

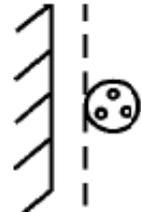
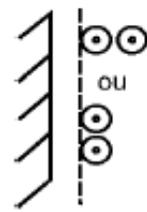
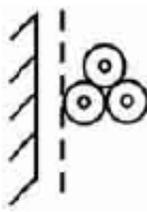
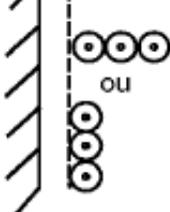
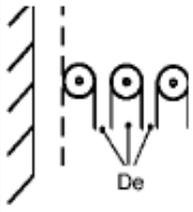
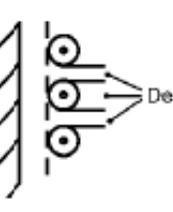
Tabela 38 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperatura ambiente de referência: 30°C

Seções nominais dos condutores mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares ¹⁾				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
	Método E	Método E	Método F	Método F		Método F	Horizontal Método G
							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cobre							
0,5	11	9	11	8	9	12	10
0,75	14	12	14	11	11	16	13
1	17	14	17	13	14	19	16
1,5	22	18,5	22	17	18	24	21
2,5	30	25	31	24	25	34	29
4	40	34	41	33	34	45	39
6	51	43	53	43	45	59	51
10	70	60	73	60	63	81	71
...

Dimensionamento dos Dispositivos de Proteção

Tabela 39 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: EPR ou XLPE

Temperatura no condutor: 90°C

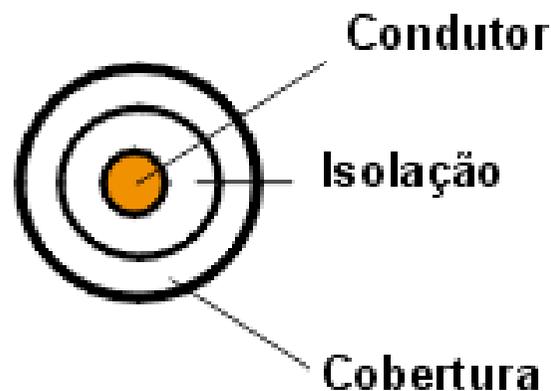
Temperatura ambiente de referência: 30°C

Seções nominais dos condutores mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares ¹⁾				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
	Método E	Método E	Método F	Método F		Método F	Horizontal Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cobre							
0,5	13	12	13	10	10	15	12
0,75	17	15	17	13	14	19	16
1	21	18	21	16	17	23	19
1,5	26	23	27	21	22	30	25
2,5	36	32	37	29	30	41	35
4	49	42	50	40	42	56	48
6	63	54	65	53	55	73	63
10	86	75	90	74	77	101	88

Condutores em Instalações Elétricas !

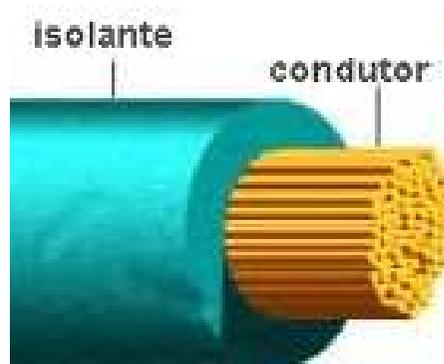
Condutores em Instalações Elétricas

- ❑ Os cabos elétricos de potência em baixa tensão são os responsáveis pela transmissão de energia em circuitos de até 1000 volts
- ❑ Os principais componentes de um cabo de potência em baixa tensão são o condutor, a isolação e a cobertura, conforme indicado na figura:

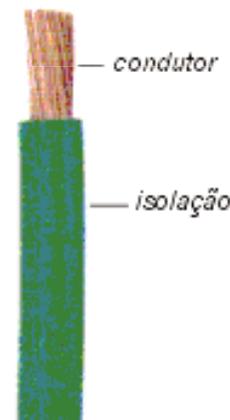


Condutores em Instalações Elétricas

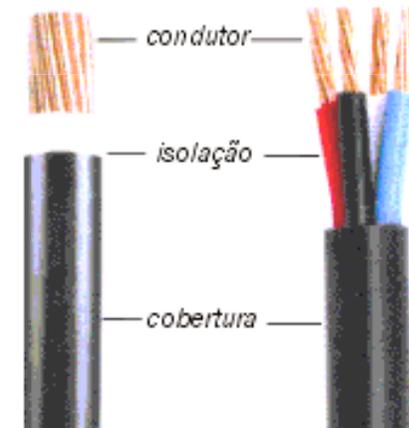
- Tipos de condutores:
 - Condutor isolado: condutor dotado apenas de isolação
 - Cabo unipolar: cabo constituído por um único condutor isolado e provido de cobertura sobre a isolação
 - Cabo multipolar: cabo constituído por vários condutores isolados e provido de cobertura sobre o conjunto dos condutores isolados



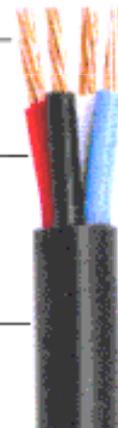
Teste



Condutor isolado



Cabo unipolar



Cabo multipolar

Condutores em Instalações Elétricas

Metais Utilizados como Condutores Elétricos

- ❑ Em função de suas propriedades elétricas, térmicas, mecânicas e custos, o **cobre** e o **alumínio** são os metais mais utilizados desde os primórdios da indústria de fabricação de fios e cabos elétricos
- ❑ A prática nos leva a observar que, quase sempre, as linhas aéreas são construídas em alumínio e as instalações internas são com condutores de cobre



Cristal de Cobre



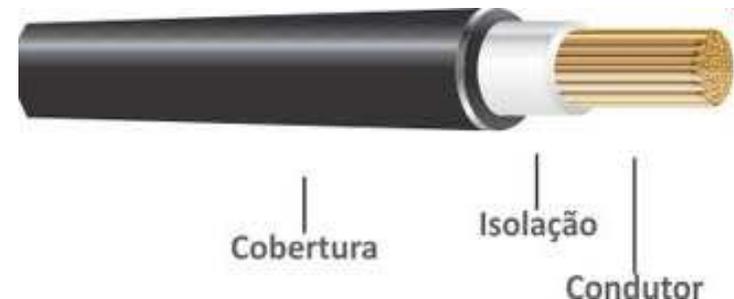
Bauxita



Condutores em Instalações Elétricas

- ❑ Verifica-se ainda que, segundo a norma de instalações elétricas de baixa tensão, a NBR 5410, é proibido o uso de alumínio em instalações residenciais
- ❑ Por quê essas diferenças entre os dois metais no campo de fios e cabos elétricos?
- ❑ As três principais diferenças entre o cobre e o alumínio dizem respeito à:
 - ❑ Condutividade elétrica
 - ❑ Conexões
 - ❑ Peso

Teste



Condutores em Instalações Elétricas

Condutividade Elétrica

- ❑ Começamos a entender as diferenças pela **Condutividade Elétrica**
- ❑ Todos os materiais conduzem corrente elétrica de um modo melhor ou pior
- ❑ O número que expressa a capacidade que um material tem de conduzir a corrente é chamado de condutividade elétrica
- ❑ Ao contrário, o número que indica a propriedade que os materiais possuem de dificultar a passagem da corrente é chamado de resistividade elétrica

Condutores em Instalações Elétricas

Condutividade Elétrica

- ❑ Segundo a norma “*International Annealed Copper Standard*” (IACS), adotada em praticamente todos os países, é fixada em 100% a condutividade de um fio de cobre de 1 metro de comprimento com 1 mm² de seção e cuja **resistividade** a 20°C seja de 0,01724 W.mm²/m (a resistividade e a condutividade variam com a temperatura ambiente)
- ❑ Dessa forma, esse é o padrão de condutividade adotado, o que significa que todos os demais condutores, sejam em cobre, alumínio ou outro metal qualquer, têm suas condutividades sempre referidas a aquele condutor
- ❑ A tabela 1 ilustra essa relação entre condutividades

Condutores em Instalações Elétricas

Material	Condutividade relativa ACS (%)
cobre mole	100
cobre meio-duro	97,7
cobre duro	97,2
alumínio	60,6

Tabela 1: Condutividade relativa entre diferentes materiais

- ❑ A tabela 1 pode ser entendida da seguinte forma: o alumínio, por exemplo, conduz 39,3 % (100 - 60,6) menos corrente elétrica que o cobre mole
- ❑ Na prática, isso significa que, para conduzir a mesma corrente, um condutor em alumínio precisa ter uma seção aproximadamente, 60 % maior que a de um fio de cobre mole
- ❑ Ou seja, se tivermos um condutor de 10 mm² de cobre, seu equivalente em alumínio será de $10 \times 1,6 = 16$ mm²
- ❑ Diz-se “aproximadamente” porque a relação entre as seções não é apenas geométrica e também depende de alguns fatores que consideram certas condições de fabricação do condutor, tais como eles serem nus ou recobertos, sólidos ou encordoados, etc.

Condutores em Instalações Elétricas

Peso

- ❑ A densidade do alumínio é de $2,7 \text{ g/cm}^3$ e do cobre é $8,9 \text{ g/cm}^3$
- ❑ Ao se calcular a relação entre o peso de um condutor de cobre e o peso de um condutor de alumínio, ambos transportando a mesma corrente elétrica, verifica-se que, apesar de o condutor de alumínio possuir uma seção cerca de 60% maior, seu peso é da ordem da metade do peso do condutor de cobre
- ❑ A partir dessa realidade física, estabeleceu-se uma divisão clássica entre a utilização do cobre e do alumínio nas redes elétricas
- ❑ Quando o maior problema em uma instalação envolver o peso próprio dos condutores, prefere-se o alumínio por sua leveza

Condutores em Instalações Elétricas

Peso

- ❑ Esse é o caso das linhas aéreas em geral, onde as dimensões de torres e postes e os vãos entre eles dependem diretamente do peso dos cabos por eles sustentados
- ❑ Por outro lado, quando o principal aspecto não é peso, mas é o espaço ocupado pelos condutores, escolhe-se o cobre por possuir um menor diâmetro
- ❑ Essa situação é encontrada nas instalações internas, onde os espaços ocupados pelos eletrodutos, eletrocalhas, bandejas e outros são importantes na definição da arquitetura do local
- ❑ Deve-se ressaltar que, embora clássica, essa divisão entre a utilização de condutores de cobre e alumínio possui exceções, devendo ser cuidadosamente analisada em cada caso

Condutores em Instalações Elétricas

Conexões

- ❑ Uma das diferenças mais marcantes entre cobre e alumínio está na forma como se realizam as conexões entre condutores ou entre condutor e conector
- ❑ O cobre não apresenta requisitos especiais quanto ao assunto, sendo relativamente simples realizar as ligações dos condutores de cobre
- ❑ No entanto, o mesmo não ocorre com o alumínio. Quando exposta ao ar, a superfície do alumínio é imediatamente recoberta por uma camada invisível de óxido, de difícil remoção e altamente isolante
- ❑ Assim, em condições normais, ao se encostar um condutor de alumínio em outro, é como estar colocando em contato dois isolantes elétricos, ou seja, não há contato elétrico entre eles

Condutores em Instalações Elétricas

Conexões

- ❑ Nas conexões em alumínio, um bom contato somente será conseguido se rompermos essa camada de óxido
- ❑ Essa função é obtida através da utilização de conectores apropriados que, com o exercício de pressão suficiente, rompem a camada de óxido
- ❑ Além disso, quase sempre são empregados compostos que inibem a formação de uma nova camada de óxido, uma vez removida a camada anterior

Teste



Condutores em Instalações Elétricas

A Flexibilidade dos Condutores Elétricos

- ❑ Um condutor elétrico pode ser constituído por uma quantidade variável de fios, desde um único fio até centenas deles
- ❑ Essa quantidade de fios determina a **flexibilidade** do cabo. Quanto mais fios, mais flexível o condutor e vice-versa



Condutores em Instalações Elétricas

A Flexibilidade dos Condutores Elétricos

- ❑ Para identificar corretamente o grau de flexibilidade de um condutor, é definida pelas normas técnicas da ABNT a chamada **classe de encordoamento**
- ❑ De acordo com essa classificação apresentada pela NBR NM 280, são estabelecidas seis classes de encordoamento, numeradas de 1 a 6
- ❑ A norma define ainda como caracterizar cada uma das classes, o que está indicado na coluna “características” da tabela 2

Condutores em Instalações Elétricas

Classe de encordoamento	Descrição	Características
1	condutores sólidos (fios)	é estabelecida uma resistência elétrica máxima a 20°C em w/km
2	condutores encordoados, compactados ou não	é estabelecida uma resistência elétrica máxima de 20°C em w/km e um número mínimo de fios no condutor
4, 5 e 6	condutores flexíveis	é estabelecida uma resistência elétrica máxima de 20°C em w/km e diâmetro máximo dos fios elementares do condutor

Tabela 2: Classes de encordoamento de condutores elétricos conforme a NBR NM 280

Condutores em Instalações Elétricas

- Em relação aos termos utilizados na tabela 2, temos:
- Um **fio** é um produto maciço, composto por um único elemento condutor. Trata-se de uma ótima solução econômica na construção de um condutor elétrico, porém apresenta uma limitação no aspecto dimensional e na reduzida flexibilidade, sendo, em consequência, limitado a produtos de pequenas seções (até 16 mm²).

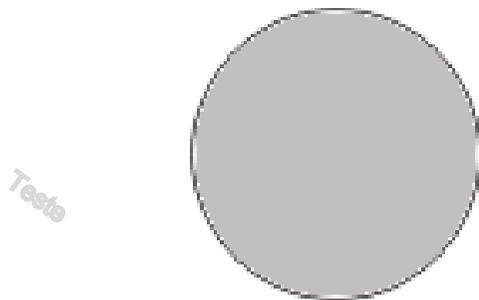


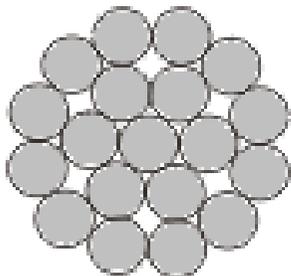
Figura 3: Fio



Condutores em Instalações Elétricas

- ❑ O termo **condutor encordado** tem relação com a construção de uma **corda**, ou seja, partindo-se de uma série de fios elementares, eles são reunidos (torcidos) entre si, formando então o condutor
- ❑ Essa construção apresenta uma melhor flexibilidade do que o fio. As formações padronizadas de condutores encordados (cordas) redondos normais são: 7 fios (1+6), 19 fios (1+6+12), 37 fios (1+6+12+18) e assim sucessivamente
- ❑ Nessa formação, a camada mais externa possui o número de fios da camada anterior mais seis.

Teste



Condutores em Instalações Elétricas

- ❑ Um **condutor encordoado compactado** é uma corda na qual foram reduzidos os espaços entre os fios componentes
- ❑ Essa redução é realizada por compressão mecânica ou trefilação
- ❑ O resultado desse processo é um condutor de menor diâmetro em relação ao condutor encordoado redondo normal, porém com menos flexibilidade.

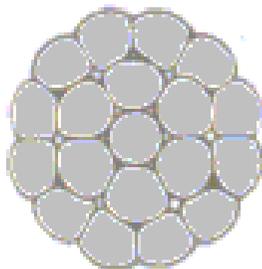
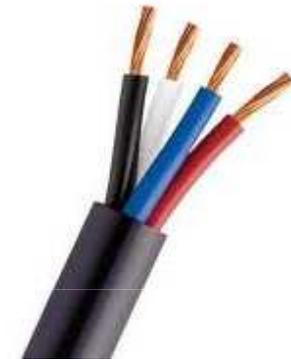


Figura 5: Condutor encordoado compactado



Condutores em Instalações Elétricas

- Um **condutor flexível** é obtido a partir do encordoamento de um grande número de fios de diâmetro reduzido.



Isolação

Condutores em Instalações Elétricas

❑ Para que Serve a Isolação?

- ❑ A função básica da isolação é confinar o campo elétrico gerado pela tensão aplicada ao condutor no seu interior. Com isso, é reduzido ou eliminado o risco de choques elétricos e curtos-circuitos
- ❑ Podemos comparar a camada isolante de um cabo com a parede de um tubo de água. No caso do tubo, a parede impede que a água saia de seu interior e molhe a área ao seu redor
- ❑ Da mesma forma, a camada isolante mantém as linhas de campo elétrico (geradas pela tensão aplicada) “presas” sob ela, impedindo que as mesmas estejam presentes no ambiente ao redor do cabo

Condutores em Instalações Elétricas

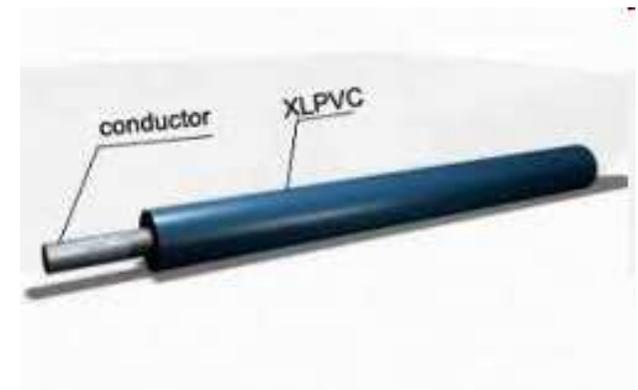
- ❑ **Para que Serve a Isolação?**
- ❑ No caso do tubo, não pode haver nenhum dano à sua parede, tais como furos e trincas, sob pena de haver vazamento de água
- ❑ Da mesma forma, não podem haver furos, trincas, rachaduras ou qualquer outro dano à isolação, uma vez que isso poderia significar um “vazamento” de linhas de campo elétrico, com subsequente aumento na corrente de fuga do cabo, o que provocaria aumento no risco de choques, curtos-circuitos e até incêndios



Condutores em Instalações Elétricas

❑ **Isolação dos Condutores Elétricos - Histórico**

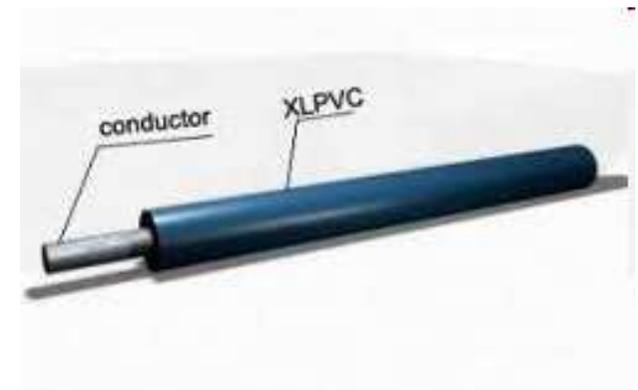
- ❑ Os primeiros cabos isolados de que se tem notícia datam de 1795, utilizados em uma linha telegráfica na Espanha e eram isolados em papel
- ❑ Seguiram-se os condutores cobertos por guta percha (uma planta nativa da Índia), os cabos em papel impregnado em óleo, os cabos em borracha natural (início do século XX), em borracha sintética (EPR) e PVC (ambos logo após a Segunda Guerra Mundial)



Condutores em Instalações Elétricas

❑ **Isolação dos Condutores Elétricos - Histórico**

- ❑ Embora possuíssem excelentes características isolantes, os cabos isolados em papel foram perdendo aplicações ao longo do tempo, principalmente devido à dificuldade de manuseio durante a sua instalação, sobretudo na realização de emendas e terminações
- ❑ Isso propiciou a popularização dos cabos com isolações sólidas, tais como o PVC



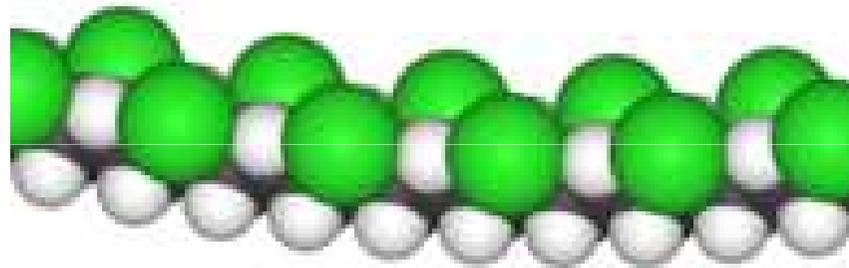
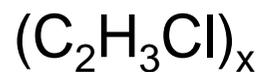
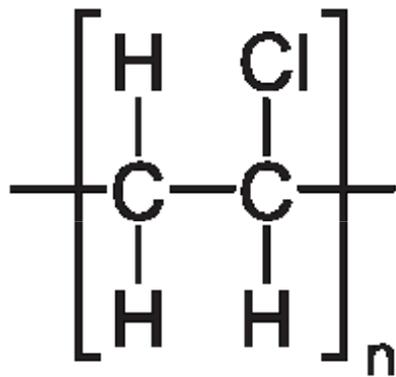
Condutores em Instalações Elétricas

Principais Características das Isolações Sólidas

- ❑ De um modo geral, as isolações sólidas atuais possuem uma boa resistência ao envelhecimento em serviço, uma reduzida sensibilidade à umidade e, desde que necessário, podem apresentar um bom comportamento em relação ao fogo
- ❑ O composto isolante mais utilizado atualmente é o Cloreto de Polivinila (ou PVC)
- ❑ O PVC é, na realidade, uma mistura de cloreto de polivinila puro (resina sintética), plastificante, cargas e estabilizantes
- ❑ Sua rigidez dielétrica é relativamente elevada, sendo possível utilizar cabos isolados em PVC até a tensão de 6 kV
- ❑ Sua resistência a agentes químicos em geral e a água é consideravelmente boa; possui boa característica de não propagação de chama

Condutores em Instalações Elétricas

- O **policloreto de polivinila** (também conhecido como **cloreto de vinila** ou **policloreto de vinil**; nome IUPAC policloroeteno) mais conhecido pelo acrónimo **PVC** (da sua designação em inglês *Polyvinyl Chloride*) é um plástico, um polímero, não 100% originário do petróleo



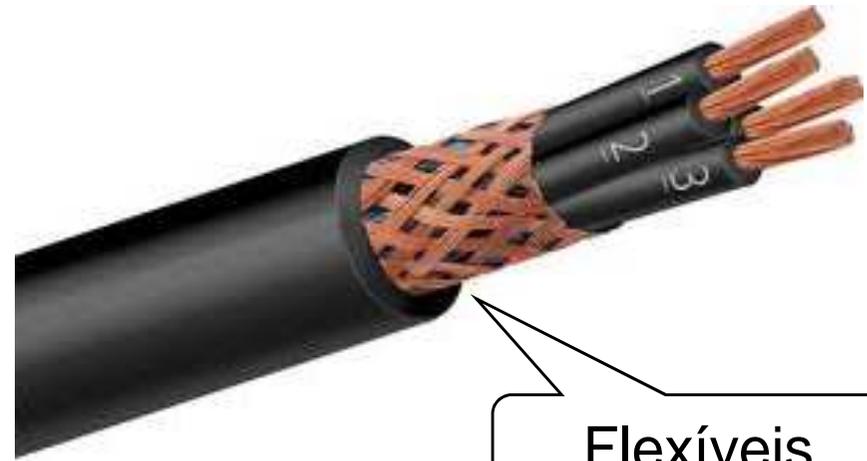
(Cloro e Eteno)

Condutores em Instalações Elétricas

- Exemplos de condutores sobre isolação PVC



Rígidos



Flexíveis

Condutores em Instalações Elétricas

- Borracha de Etileno-Propileno (hidrocarbonetos)



Largamente utilizado na indústria

Condutores em Instalações Elétricas

O Dimensionamento dos Cabos em Função da Isolação

- ❑ As duas principais solicitações a que a camada da isolação está sujeita são o campo elétrico (tensão) e a temperatura (corrente)
- ❑ **A Tensão Elétrica**
- ❑ Em relação à tensão elétrica, como vimos anteriormente, o PVC está limitado a 6 kV, o que o torna recomendado para emprego em cabos de baixa tensão, seja de potência, de controle, de sinal ou para ligação de equipamentos
- ❑ A principal característica construtiva dos cabos associada com a tensão elétrica é a **espessura da isolação**. Ela varia de acordo com a classe de tensão do cabo e da qualidade do material utilizado e é fixada pelas respectivas normas técnicas aplicáveis. Em geral, quanto maior a tensão elétrica de operação do cabo, maior a espessura da isolação

Condutores em Instalações Elétricas

Dimensionamento dos Cabos em Função da Isolação

❑ A Corrente Elétrica

- ❑ Todo condutor elétrico percorrido por uma corrente aquece. E também todos os materiais suportam, no máximo, determinados valores de temperatura, acima dos quais eles começam a perder suas propriedades físicas, químicas, mecânicas, elétricas etc.
- ❑ Desse modo, a cada tipo de material de isolação correspondem três temperaturas características
 - ❑ Temperatura em Regime Permanente
 - ❑ Temperatura em Regime de Sobrecarga
 - ❑ Temperatura em Regime de Curto-circuito

Condutores em Instalações Elétricas

❑ **Temperatura em Regime Permanente**

- ❑ É a maior temperatura que a isolação pode atingir continuamente em serviço normal. É a principal característica na determinação da capacidade de condução de corrente de um cabo

❑ **Temperatura em Regime de Sobrecarga**

- ❑ É a temperatura máxima que a isolação pode atingir em regime de sobrecarga. Segundo as normas de fabricação, a duração desse regime não deve superar 100 horas durante doze meses consecutivos, nem superar 500 horas durante a vida do cabo

❑ **Temperatura em Regime de Curto-circuito**

- ❑ É a temperatura máxima que a isolação pode atingir em regime de curto-circuito. Segundo as normas de fabricação, a duração desse regime não deve superar 5 segundos durante a vida do cabo

Condutores em Instalações Elétricas

- A tabela a seguir indica as temperaturas características das isolações em PVC e EPR

Temperatura em Regime (°C)	Temperatura em Sobrecarga (°C)	Temperatura em curto-circuito (°C)
70	100	160

Temperaturas Características do PVC

Temperatura em Regime (°C)	Temperatura em Sobrecarga (°C)	Temperatura em curto-circuito (°C)
90	100	160

Temperaturas Características do EPR

Condutores em Instalações Elétricas

❑ Cobertura

- ❑ Em algumas aplicações, é necessário que a isolação seja protegida contra agentes externos tais como impactos, cortes, abrasão, agentes químicos, etc.
- ❑ Nesses casos, os cabos elétricos são dotados de uma cobertura e são então chamados de cabos unipolares ou multipolares
- ❑ A escolha do material de cobertura deve levar em conta os diversos agentes externos, sendo que para aplicações de uso geral, com solicitações externas “normais”, o material mais utilizado como cobertura é o PVC, cujas características principais encontram-se nas tabelas vistas a seguir

Características mecânicas	MB
Nível de perdas dielétricas	R
Resistência as intempéries	B
Resistência a propagação de chama	B
Resistência ao ozônio	E
Resistência ao calor	B
Resistência ao óleo	B

Teste

Condutores em Instalações Elétricas

Ácidos		Solventes	
Ácido acético 50%	Resistência Total	Álcool Etílico	Resistência Limitada
Ácido Clorídrico 10%	Resistência Total	Álcool Metílico	Resistência Limitada
Ácido Nítrico 10%	Resistência Total	Água - 100%	Resistência Total
Ácido Sulfúrico 10%	Resistência Total	Fenol	Nenhuma Resistência
Bases		Benzeno	Nenhuma Resistência
Amoníaco	Resistência Total	Tolueno	Nenhuma Resistência
Soda 10%	Resistência Total	Butanol	Resistência Limitada
Soda 70%	Resistência Total	Petróleo	Resistência Limitada
Sais		Acetona	Nenhuma Resistência
Cloreto de Bário	Resistência Total	Óleo de transformador	Resistência Limitada
Dicromato de Potássio	Resistência Total		
Dicromato de Sódio	Resistência Total		
Cal	Resistência Total		
Sulfato de Cobre	Resistência Total		

Tabela 5: Resistência do PVC aos produtos químicos

Teste

Condutores em Instalações Elétricas

- ❑ Características Gerais dos Cabos Elétricos de Potência em Baixa Tensão: Resistência à Chama
- ❑ Um cabo elétrico pode apresentar um volume significativo de material combustível na isolação, na cobertura (quando ela existir) e, eventualmente, em outros componentes. Assim, é importante que, quando da ocorrência de um incêndio, os cabos não sejam agentes propagadores da chama, colocando em perigo as pessoas e o patrimônio
- ❑ Com o objetivo de garantir que os cabos sejam resistentes à chama, eles são ensaiados de modo a comprovar que uma chama não possa se propagar indevidamente pelo cabo, mesmo em casos de exposições prolongadas ao fogo

Condutores em Instalações Elétricas

- ❑ Para os cabos isolados em PVC, é previsto o **Ensaio de queima vertical** (fogueira), conforme a NBR 6812: trata-se de submeter um feixe de cabos de 3,5 m de comprimento à chama produzida por um queimador padrão, durante 40 minutos. Ao final da exposição, o dano provocado pelo fogo deve estar limitado a um certo comprimento da amostra ensaiada
- ❑ Os **condutores isolados** que superam o ensaio de queima vertical são designados por **BWF** e os cabos unipolares ou multipolares são chamados de **resistentes à chama**

Condutores em Instalações Elétricas

- ❑ Mais do que estética, a identificação por cores dos condutores em uma instalação elétrica tem como finalidade facilitar a execução das conexões, emendas e todas as intervenções em geral para manutenção. Além disso, a correta identificação aumenta em muito a segurança das pessoas que lidam com o sistema
- ❑ A norma brasileira de instalações de baixa tensão (NBR 5410/97) faz recomendações claras a respeito da maneira adequada para se identificar os componentes em geral e os condutores em particular
- ❑ A seguir, são destacados os itens da Norma Brasileira relativos à identificação dos condutores

Condutores em Instalações Elétricas

□ **Condutor Neutro**

- "6.1.5.3.1 Qualquer condutor isolado, cabo unipolar, ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor neutro deve ser identificado conforme essa função. Em caso de identificação por cor, deve usada a cor azul-claro na isolação do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar

NOTA - A veia com isolação azul-claro de um cabo multipolar pode ser usada para outras funções, que não a de condutor neutro, se o circuito não possuir condutor neutro ou se o cabo possuir um condutor periférico utilizado como neutro."

Condutores em Instalações Elétricas

□ Condutor Neutro

- A norma não obriga o uso de cores para identificar um condutor, uma vez que ela diz: "*Em caso de identificação por cor*". Em alternativa às cores, podem ser utilizadas gravações numéricas aplicadas na isolação do cabo ou também podem ser empregados sistemas externos de identificação tais como anilhas, adesivos, marcadores, etc.
- Outro ponto importante está destacado na Nota anterior, onde se permite o uso da cor azul-clara para outra função apenas no caso da veia de um cabo multipolar. Ou seja, mesmo que uma instalação não possua o neutro, caso se utilizem condutores isolados e/ou cabos unipolares, o azul-claro não poderá ser utilizado em nenhuma hipótese

Condutores em Instalações Elétricas

❑ **Condutor Fase**

- ❑ "6.1.5.3.4 Qualquer condutor isolado, cabo unipolar, ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor de fase deve ser identificado de acordo com essa função. Em caso de identificação por cor, poderá ser usada qualquer cor, observadas as restrições estabelecidas em 6.1.5.3.1, 6.1.5.3.2 e 6.1.5.3.3.

NOTA - Por razões de segurança, não deve ser usada a cor da isolação exclusivamente amarela, onde existir o risco de confusão com a dupla coloração verde-amarelo, cores exclusivas do condutor de proteção."

- ❑ Resumidamente, os fases podem ser de qualquer cor, exceto azul-claro, verde ou verde-amarela

Condutores em Instalações Elétricas

□ **Condutor de Proteção**

- "6.1.5.3.2 Qualquer condutor isolado, cabo unipolar, ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor de proteção (PE) deve ser identificado de acordo com essa função. Em caso de identificação por cor, deve ser usada a dupla coloração verde-amarelo (cores exclusivas da função de proteção), na isolação do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar.
- **NOTA** - Na falta da dupla coloração verde-amarelo, admite-se, provisoriamente, o uso da cor verde."
- Nesse caso, não se admite utilizar, sob nenhuma hipótese, as cores verde-amarela e verde para outra função que não a de proteção. Quanto ao termo " admite-se, provisoriamente...", não há nenhuma data limite estabelecida para se eliminar o uso da cor verde como proteção. Aliás, é mais comum encontrar-se no mercado o cabo totalmente verde do que o verde-amarelo.

Condutores em Instalações Elétricas

□ Condutor PEN

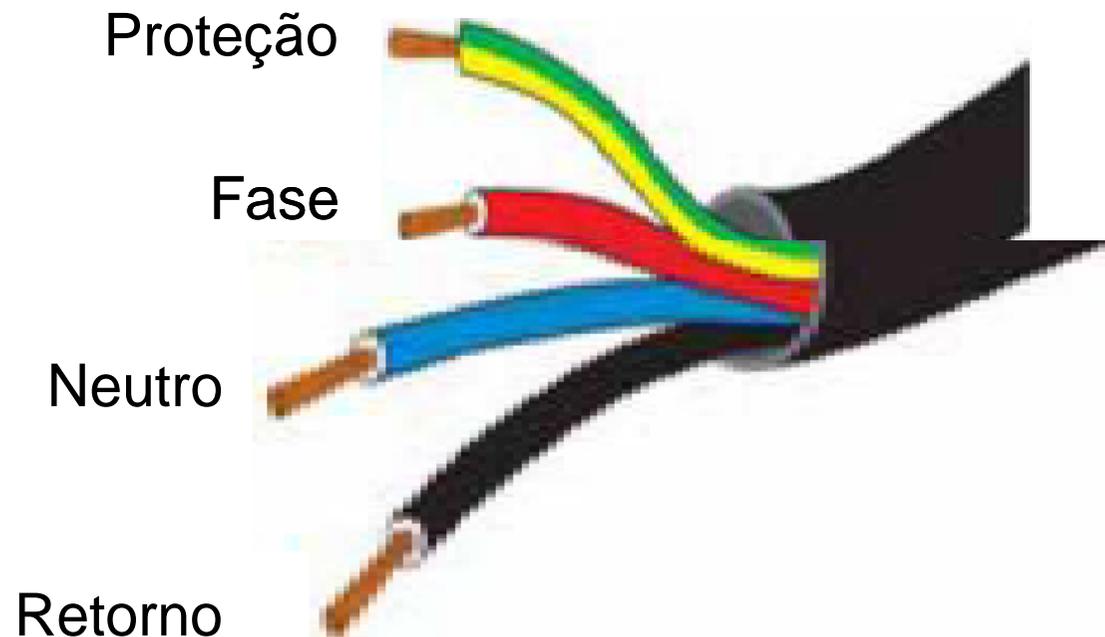
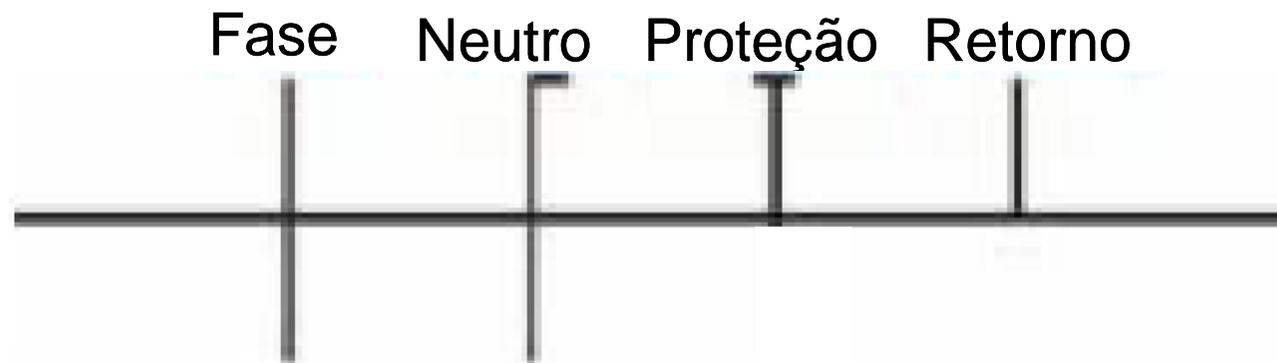
- Trata-se aqui do condutor com dupla função: proteção (PE) e neutro (N). Seu uso ocorre nos sistemas de aterramento tipo TN-C e que há limitações quanto à seção nominal mínima desses condutores (ver item 6.4.6.2 da NBR 5410/97). Sobre a identificação do PEN, temos:
- **"6.1.5.3.3** Qualquer condutor isolado, cabo unipolar, ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor PEN deve ser identificado de acordo com essa função. Em caso de identificação por cor, deve ser usada a cor azul-claro, com anilhas verde-amarelo nos pontos visíveis ou acessíveis, na isolação do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar."
- Os "*pontos visíveis ou acessíveis...*" mencionados ocorrem, por exemplo, no interior dos quadros, caixas de passagem e de ligações

Condutores em Instalações Elétricas

- ❑ Cores da isolação dos condutores recomendadas pela NBR 5410: 2004
 - ❑ Neutro: azul claro.
 - ❑ Terra: verde ou verde/amarelo.
 - ❑ No aterramento:
 - ❑ PE – verde ou verde/amarelo.
 - ❑ PEN – azul claro.
 - ❑ Fase: qualquer cor, à exceção das anteriores

Condutores em Instalações Elétricas

□ Esquemas fundamentais de ligações



Condutores em Instalações Elétricas

- ❑ **Coberturas dos Cabos de Baixa Tensão Uni/Multipolares**
- ❑ Analisando-se os itens anteriores, verifica-se que, no caso de identificação por cores, as coberturas dos cabos unipolares devem ser azul-claro para o condutor neutro e PEN, verde ou verde-amarela para o PE e de qualquer outra cor que não as anteriores para os fases
- ❑ Já para os cabos multipolares, em princípio, a cobertura pode ser de qualquer cor, uma vez que as prescrições referem-se apenas às veias no interior do cabo. Uma recomendação sensata, no entanto, é não se utilizar coberturas de cabos multipolares nas cores azul-clara, verde ou verde-amarela, para que não haja confusão com as funções de neutro e proteção

Condutores em Instalações Elétricas

❑ Instalação de Cabos de Potência em Baixa Tensão

- ❑ A instalação de cabos de potência em baixa tensão no Brasil é normalizada pela NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
- ❑ Ela prevê que os cabos devem ser instalados em função do seu tipo construtivo, ou seja, considerando-se se eles são condutores nus, condutores isolados, cabos unipolares ou cabos multipolares, conforme a seguinte tabela

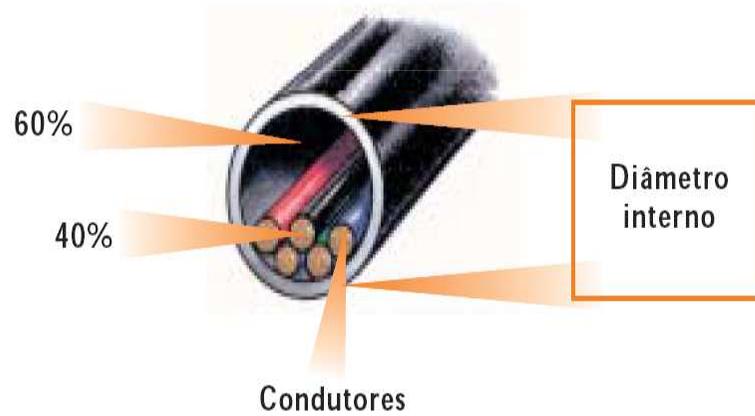
Método de Instalação								
Tipo de Cabo	Eletroduto	Moldura	Diretamente fixados	Badeira escada para cabos prateleira	Suporte	Calha	Direto (sem fixação)	Sobre Isoladores
Cond. Isolados	+	+	-	-	-	+	-	+
Cabos Unipolares	+	+	+	+	+	+	+	+
Cabos Multipolares	+	0	+	+	+	+	+	0
Condutor Nu	-	-	-	-	-	-	-	+

Tabela 6: Escolha do tipo de linha elétrica

Teste

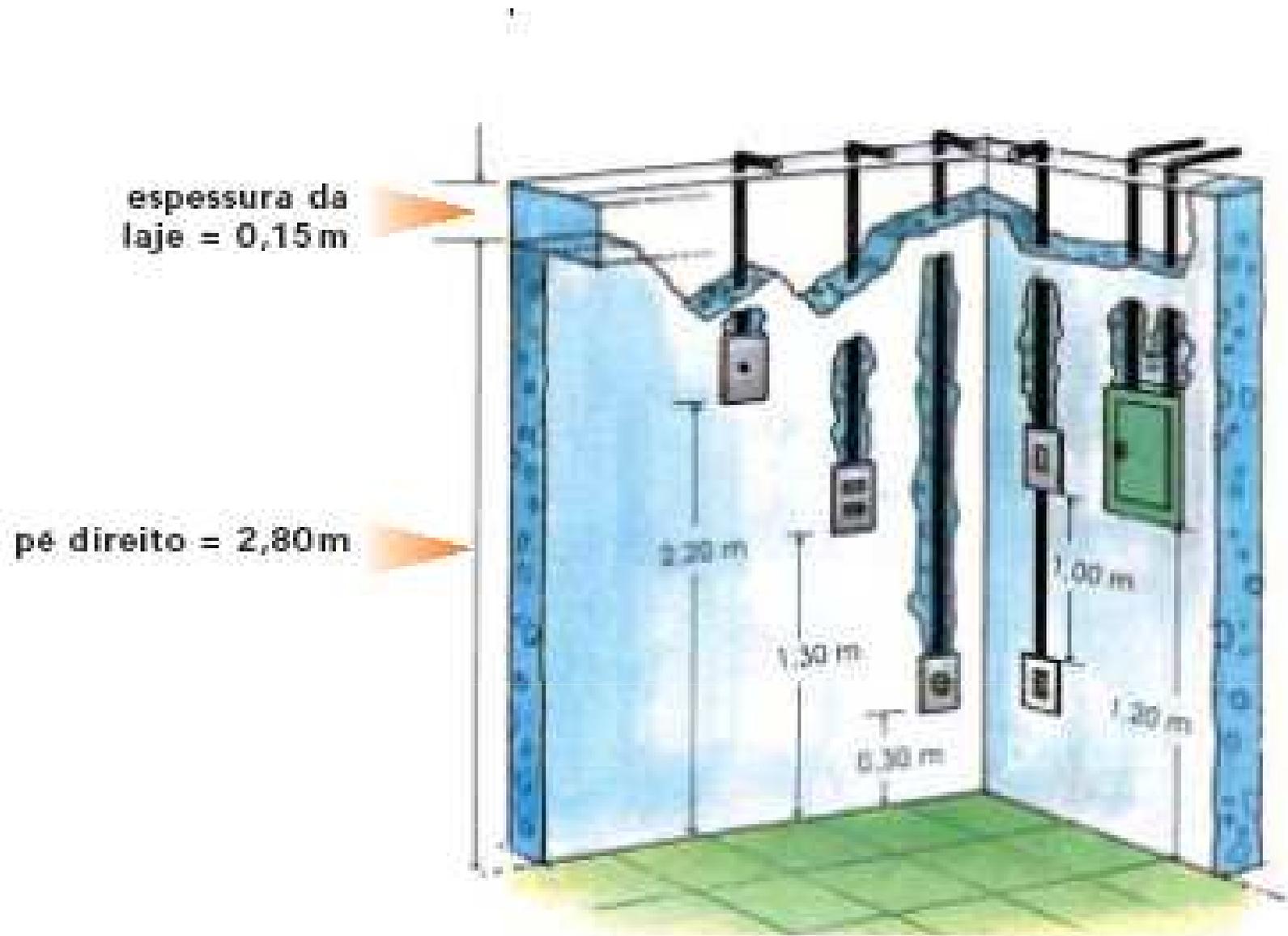
Condutores em Instalações Elétricas

□ Eletrodutos



Teste

Condutores em Instalações Elétricas



Fonte: instalações elétricas residenciais ELEKTRO/PIRELLI

Condutores em Instalações Elétricas

tabela A

seção nominal (mm ²)	isolação PVC	
	diâmetro externo (mm)	área total (mm ²)
FIOS		
1,5	2,5	6,2
2,5	3,4	9,1
4	3,9	11,9
6	4,4	15,2
10	5,6	24,6
CABOS		
1,5	3,0	7,1
2,5	3,7	10,7
4	4,2	13,8
6	4,8	18,1
10	5,9	27,3
16	6,9	37,4
25	8,5	56,7
35	9,5	71,0
50	11,5	104
70	13,5	133
95	15,0	177
120	16,5	214
150	18,5	269
185	20,5	330
240	23,5	434

tabela B - eletroduto de PVC rígido

tamanho nominal diâmetro externo (mm)	ocupação máxima 40% da área (mm ²)
16	52
20	85
25	143
32	238
40	410
50	539
60	876
75	1415
85	1990

tabela C - eletroduto de aço galvanizado

tamanho nominal diâmetro externo (mm)	ocupação máxima 40% da área (mm ²)
16	53
20	90
25	152
31	246
41	430
47	567
59	932
75	1525
88	2147

Condutores em Instalações Elétricas

tabela D - dimensionamento de eletrodutos de PVC rígido

seção nominal (mm ²)	número de condutores no eletroduto								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	tamanho nominal do eletroduto (mm)								
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20	25	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25	32	32
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50	50	50
35	25	32	40	40	50	50	50	50	60
50	32	40	40	50	50	60	60	60	75
70	40	40	50	50	60	60	75	75	75
95	40	50	60	60	75	75	75	85	85
120	50	50	60	75	75	75	85	85	
150	50	60	75	75	85	85			
185	50	75	75	85	85				
240	60	75	85						

Teste

tabela E - equivalência de padrões de medidas (eletroduto de PVC)

	tamanho nominal								
(mm)	16	20	25	32	40	50	60	75	85
(pol)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3

Cálculo da Corrente dos Circuitos Elétricos

Exemplo da Distribuição de Circuitos

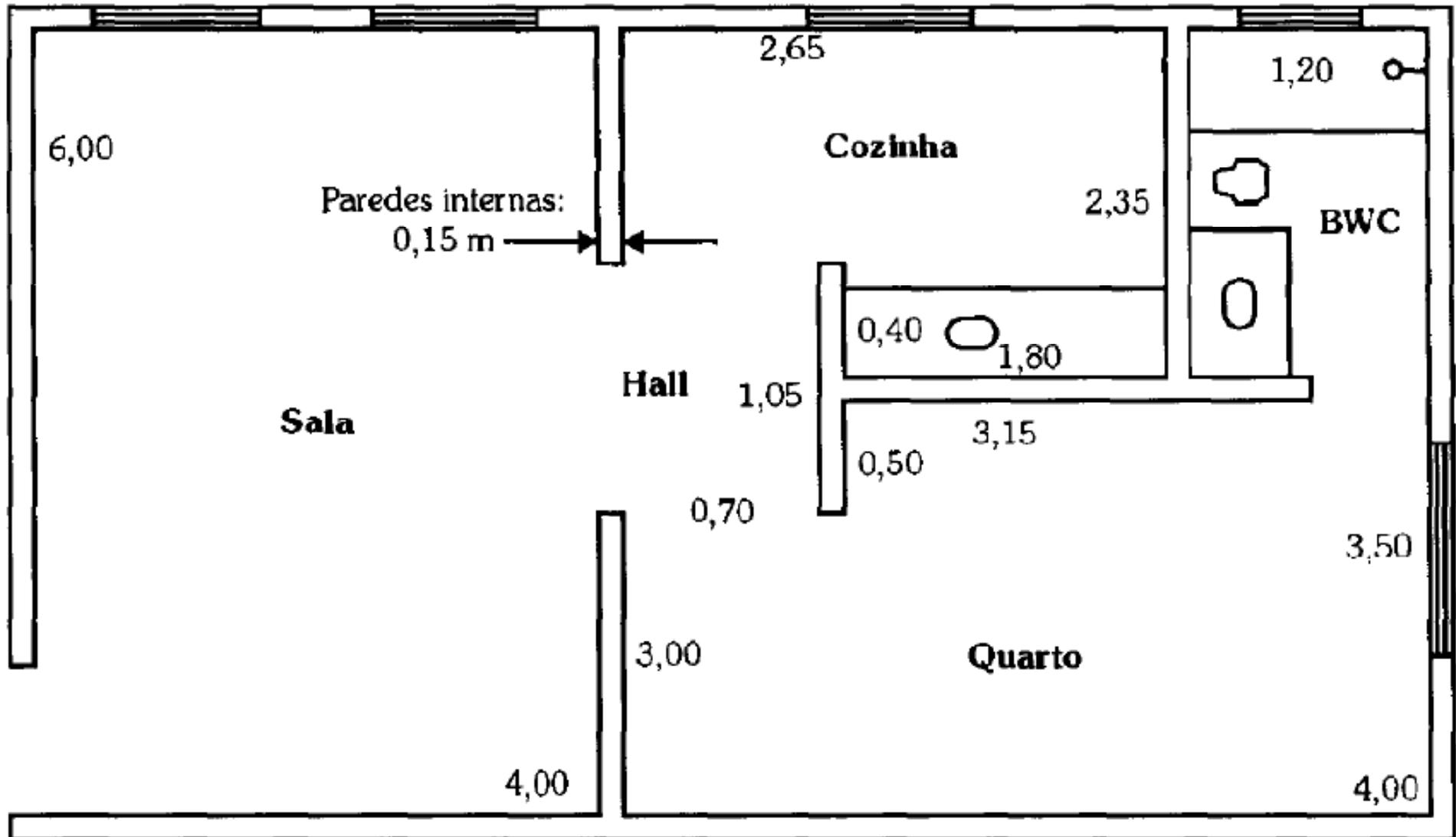
- A fórmula da potência permite o cálculo da corrente desde que os valores de tensão e potência sejam conhecidos

$$S = VI$$

$$\therefore I = \frac{S}{V}$$

Exemplo da Distribuição de Circuitos

□ Planta baixa da residência



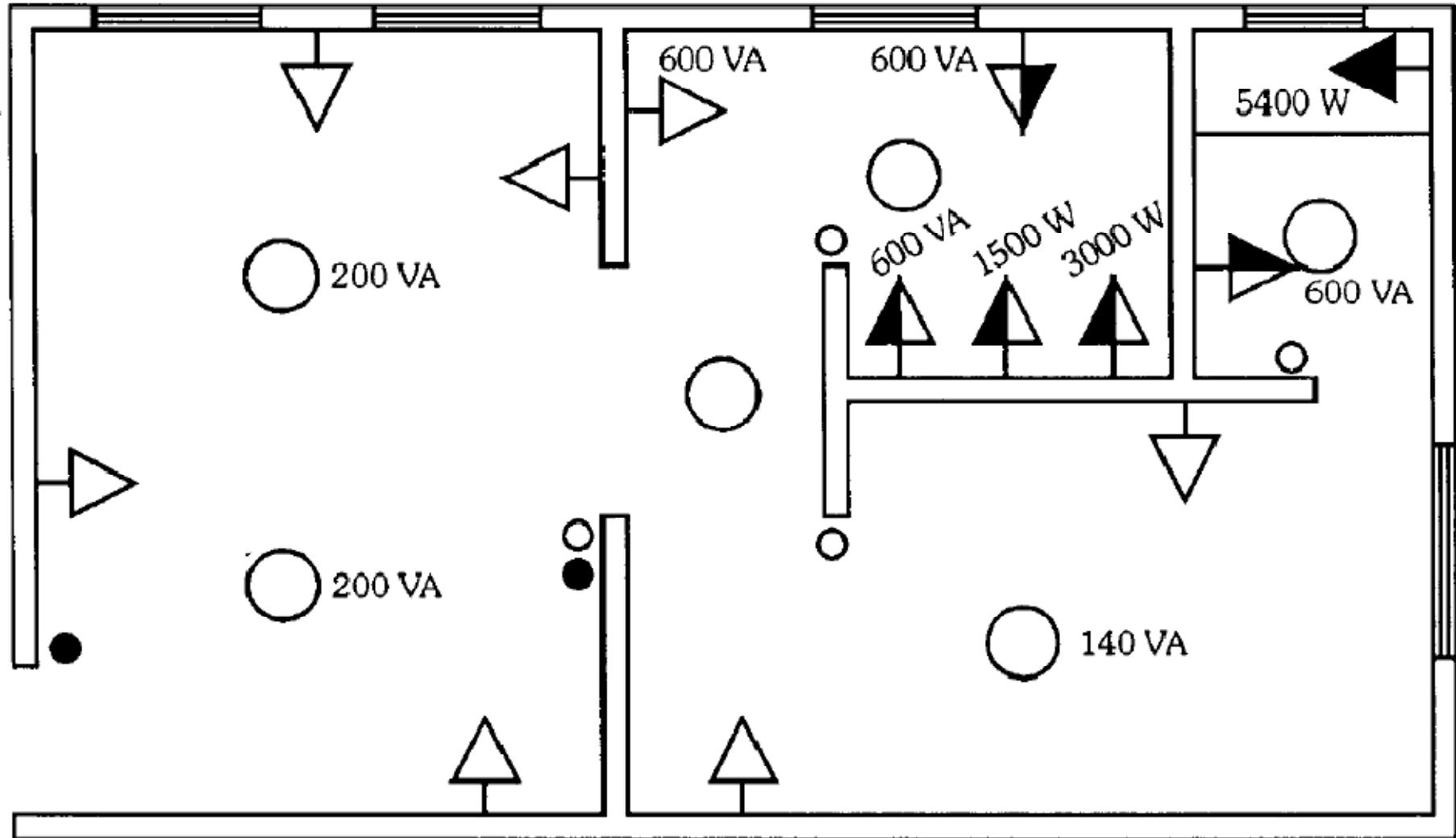
Exemplo da Distribuição de Circuitos

□ Quadro de distribuição de cargas

Dependência	DIMENSÕES		ILUMINAÇÃO			T.U.G.			T.U.E.	
	Área (m ²)	Perím. (m)	Nº de Pontos	Pot. Unit. (VA)	Pot. Total (VA)	Nº de Pontos	Pot. Unit. (VA)	Pot. Total (VA)	Aparelho	Potência (W)
Sala	24,00	20,00	2	200	400	4	100	400	-	-
Quarto	13,57	15,00	1	200	200	3	100	300	-	-
BWC	2,82	7,10	1	100	100	1	600	600	Chuveiro	5400
Hall	0,85	3,70	1	100	100	1	100	100	-	-
Cozinha	5,89	10,00	1	100	100	3	600	1800	Microond.	1500
									Torneira	3000
TOTAIS	47,13	55,80	6	-	900	12	-	3200	3	9900

Exemplo da Distribuição de Circuitos

- Distribuição dos pontos na planta



Exemplo da Distribuição de Circuitos

- Quadro de distribuição de cargas (Excel)

Exemplo - A														
Quadro de Previsão de Cargas														
N	Dependências	Dimensões				Iluminação			TUG			TUE		
		L	C	Área (m2)	Perímetro (m)	Número de pontos	Potência unitária (VA)	Potência total (VA)	Número de pontos	Potência unitária (VA)	Potência total (VA)	Número de pontos	Potência unitária (W)	Potência total (W)
1	Sala	6	4	24	20	2	200	400	4	100	400	0	0	0
1	Quarto	4	3,5	13,57	15	1	200	200	3	100	300	0	0	0
1	WC	2,35	1,2	2,82	7,1	1	100	100	1	600	600	1	5400	5400
1	Hall	1,05	0,80	0,85	3,7	1	100	100	1	100	100	0	0	0
1	Cozinha	2,35	2,65	5,89	10	1	100	100	3	600	1800	1	3000	3000
												1	1500	1500
5														
Sub-totais [VA]				47,13	55,8	6		900	12		3200	3		9900
Sub-totais [W]							1	900		1	3200		1	9900
Total														14000

Potência
14000 [VA]
Fornecimento
monofásico

Exemplo da Distribuição de Circuitos

Quadro de distribuição de circuitos (Excel)

Exemplo - A

Quadro da Distribuição de Circuitos

Circuito		Tensão (V)	Local	Potência			Corrente (A)	Numero de circuitos agrupados	Seção dos condutores	Tipo	Proteção	
N	Tipo			Quantidade x Potência (VA)	Sub - total (VA)	Total (VA)					Número de pólos	Corrente nominal
1	Iluminação social	127	Sala	2	200	400						
			Quarto	2	100	200						
			WC	1	100	100						
			Hall	1	100	100						
			Cozinha	1	100	100	900					
2	TUG's	127	Sala	4	100	400						
			Quarto	3	100	300	700					
3	TUG's	127	WC	1	600	600						
			Hall	1	100	100	700					
4	TUG's	127	Cozinha	2	600	1200	1200					
5	TUG's	127	Cozinha	1	600	600	600					
6	TUE's	127	WC	1	5400	5400	5400					
7	TUE's	127	Cozinha	1	3000	3000	3000					
8	TUE's	127	Cozinha	1	1500	1500	1500					
Total							14000					
Distribuição	Quadro de distribuição											
	Quadro de medidor											

Circuitos

Potência [VA]

Continua ...

Exemplo da Distribuição de Circuitos

□ Quadro de distribuição de circuitos (Excel)

Exemplo - A

Quadro da Distribuição de Circuitos

Circuito		Tensão (V)	Local	Potência			Corrente (A)	Numero de circuitos agrupados	Seção dos condutores	Tipo	Proteção		
N	Tipo			Quantidade x Potência (VA)	Sub - total (VA)	Total (VA)					Número de pólos	Corrente nominal	
1	Iluminação social	127	Sala	2	200	400	7,09			DTM	1		
			Quarto	2	100	200							
			WC	1	100	100							
			Hall	1	100	100							
			Cozinha	1	100	100							
2	TUG's	127	Sala	4	100	400	700	5,51			DTM	1	
			Quarto	3	100	300					+IDR	2	
3	TUG's	127	WC	1	600	600	700	5,51			DTM	1	
			Hall	1	100	100					+IDR	2	
4	TUG's	127	Cozinha	2	600	1200	1200	9,45			DTM	1	
											+IDR	2	
5	TUG's	127	Cozinha	1	600	600	600	4,72			DTM	1	
											+IDR	2	
6	TUE's	127	WC	1	5400	5400	5400	42,52			DTM	1	
											+IDR	2	
7	TUE's	127	Cozinha	1	3000	3000	3000	23,62			DTM	1	
											+IDR	2	
8	TUE's	127	Cozinha	1	1500	1500	1500	11,81			DTM	1	
											+IDR	2	
Total	VA						14000						
Distribuição	Quadro de distribuição	127					14000	110,24			DTM	1	
	Quadro de medidor												

Circuitos

Potência

Corrente...

Disjuntores

2ª Lista de Exercícios – 1) Exercício

□ Quadro de distribuição de cargas (mínimo)

Exercício 1)														
Quadro de Previsão de Cargas														
N	Dependências	Dimensões				Iluminação			TUG			TUE		
		L	C	Área (m ²)	Perímetro (m)	Número de pontos	Potência unitária (VA)	Potência total (VA)	Número de pontos	Potência unitária (VA)	Potência total (VA)	Número de pontos	Potência unitária (W)	Potência total (W)
1	Área de serviço	1,8	3,4	6,12	10,4	1	100	100	3	600	1800			
1	Banheiro	1,8	2,3	4,14	8,2	1	100	100	3	600	1800	1	5600	5600
1	Copa	3,1	3,05	9,46	12,3	1	100	100	3	600	1800			
									1	100	100			
1	Cozinha	3,75	3,1	11,63	13,7	1	100	100	3	600	1800	1	5000	5000
						1	60	60	1	100	100	1	1500	1500
1	Dormitório 1	3,25	3,4	11,05	13,3	1	100	100	3	100	300			
						1	60	60						
1	Dormitório 2	3,15	3,40	10,71	13,1	1	100	100	3	100	300			
						1	60	60						
1	Sala	3,25	3,05	9,91	12,6	1	100	100	3	100	300			
1	Hall	1	1,08	1,08	4,16	1	100	100	1	100	100			
	Sub-totais [VA]			64,1	87,76	11		980	24		8400	3		12100
	Sub-totais [W]						1	980		1	8400		1	12100
	Total													21480

Teste

Fornecimento
bifásico

2ª Lista de Exercícios – 1) Exercício

□ Quadro de distribuição de cargas (completo)

Exercício 1)														
Quadro de Previsão de Cargas														
N	Dependências	Dimensões				Iluminação			TUG			TUE		
		L	C	Área (m2)	Perímetro (m)	Número de pontos	Potência unitária (VA)	Potência total (VA)	Número de pontos	Potência unitária (VA)	Potência total (VA)	Número de pontos	Potência unitária (W)	Potência total (W)
1	Área de serviço	1,8	3,4	6,12	10,4	1	100	100	3	600	1800			
1	Banheiro	1,8	2,3	4,14	8,2	1	100	100	3	600	1800	1	5600	5600
1	Copa	3,1	3,05	9,46	12,3	1	100	100	3	600	1800			
1	Cozinha	3,75	3,1	11,63	13,7	1	100	100	3	600	1800	1	5000	5000
						1	100	100	1	100	100	1	1500	1500
1	Dormitório 1	3,25	3,4	11,05	13,3	1	100	100	3	100	300			
						1	100	100						
1	Dormitório 2	3,15	3,40	10,71	13,1	1	100	100	3	100	300			
						1	100	100						
1	Sala	3,25	3,05	9,91	12,6	1	100	100	3	100	300			
1	Hall	1	1,08	1,08	4,16	1	100	100	1	100	100			
	Sub-totais [VA]			64,1	87,76	11		1100	24		8400	3		12100
	Sub-totais [W]						1	1100		1	8400		1	12100
	Total													21600

Fornecimento bifásico

Teste

2ª Lista de Exercícios – 1) Exercício

□ Quadro de distribuição de circuitos

Exercício 1												
Quadro da Distribuição de Circuitos												
Circuito		Tensão (V)	Local	Potência			Corrente (A)	Numero de circuitos agrupados	Seção dos condutores	Tipo	Proteção Número de pólos	Corrente nominal
N	Tipo			Quantidade x Potência (VA)	Sub - total (VA)	Total (VA)						
1	Iluminação social	127	Área de serviço	1	100	100	1100	8,7				
			Banheiro	1	100	100						
			Copa	1	100	100						
			Cozinha	2	100	200						
			Dormitório 1	2	100	200						
			Dormitório 2	2	100	200						
			Hall	1	100	100						
			Sala	1	100	100						
2	TUG's	127	Área de serviço	2	600	1200	1200	9,4				
3	TUG's	127	Área de serviço	1	600	600	1200	9,4				
			Cozinha	1	600	600						
4	TUG's	127	Cozinha	2	600	1200	1200	9,4				
5	TUG's	127	Copa	2	600	1200	1200	9,4				
6	TUG's	127	Copa	1	600	600	1200	9,4				
			Banheiro	1	600	600						
7	TUG's	127	Banheiro	2	600	1200	1200	9,4				
8	TUG's	127	Dormitório 2	3	100	300	1200	9,4				
			Copa	1	100	100						
			Dormitório 1	3	100	300						
			Hall	1	100	100						
			Sala	3	100	300						
			Cozinha	1	100	100						
6	TUE's	220	Banheiro	1	5600	5600	5600	25,5				
7	TUE's	220	Cozinha	1	5000	5000	5000	22,7				
8	TUE's	127	Cozinha	1	1500	1500	1500	11,8				
Total							21600					
Distribuição	Quadro de distribuição											
	Quadro de medidor											

Circuitos

Potência

2ª Lista de Exercícios – 1) Exercício

□ Quadro de distribuição de circuitos

Exercício 1												
Quadro da Distribuição de Circuitos												
Circuito		Tensão (V)	Local	Potência			Corrente (A)	Numero de circuitos agrupados	Seção dos condutores	Tipo	Proteção Número de pólos	Corrente nominal
N	Tipo			Quantidade x Potência (VA)	Sub - total (VA)	Total (VA)						
1	Iluminação social	127	Área de serviço	1	100	100	8,7					
			Banheiro	1	100	100						
			Copa	1	100	100						
			Cozinha	2	100	200						
			Dormitório 1	2	100	200						
			Dormitório 2	2	100	200						
			Hall	1	100	100						
			Sala	1	100	100						
1100												
2	TUG's	127	Área de serviço	2	600	1200	1200	9,4				
3	TUG's	127	Área de serviço	1	600	600						
			Cozinha	1	600	600	1200	9,4				
4	TUG's	127	Cozinha	2	600	1200	1200	9,4				
5	TUG's	127	Copa	2	600	1200	1200	9,4				
6	TUG's	127	Copa	1	600	600						
			Banheiro	1	600	600	1200	9,4				
7	TUG's	127	Banheiro	2	600	1200	1200	9,4				
8	TUG's	127	Dormitório 2	3	100	300						
			Copa	1	100	100						
			Dormitório 1	3	100	300						
			Hall	1	100	100						
			Sala	3	100	300						
			Cozinha	1	100	100	1200	9,4				
6	TUE's	220	Banheiro	1	5600	5600	5600	25,5				
7	TUE's	220	Cozinha	1	5000	5000	5000	22,7				
8	TUE's	127	Cozinha	1	1500	1500	1500	11,8				
Total							21600					
Distribuição	Quadro de distribuição											
	Quadro de medidor											

Circuitos

Potência

Corrente...

Disjuntores