



TE144 Eletricidade Aplicada

Norma ABNT NBR 5410

NBR 5410

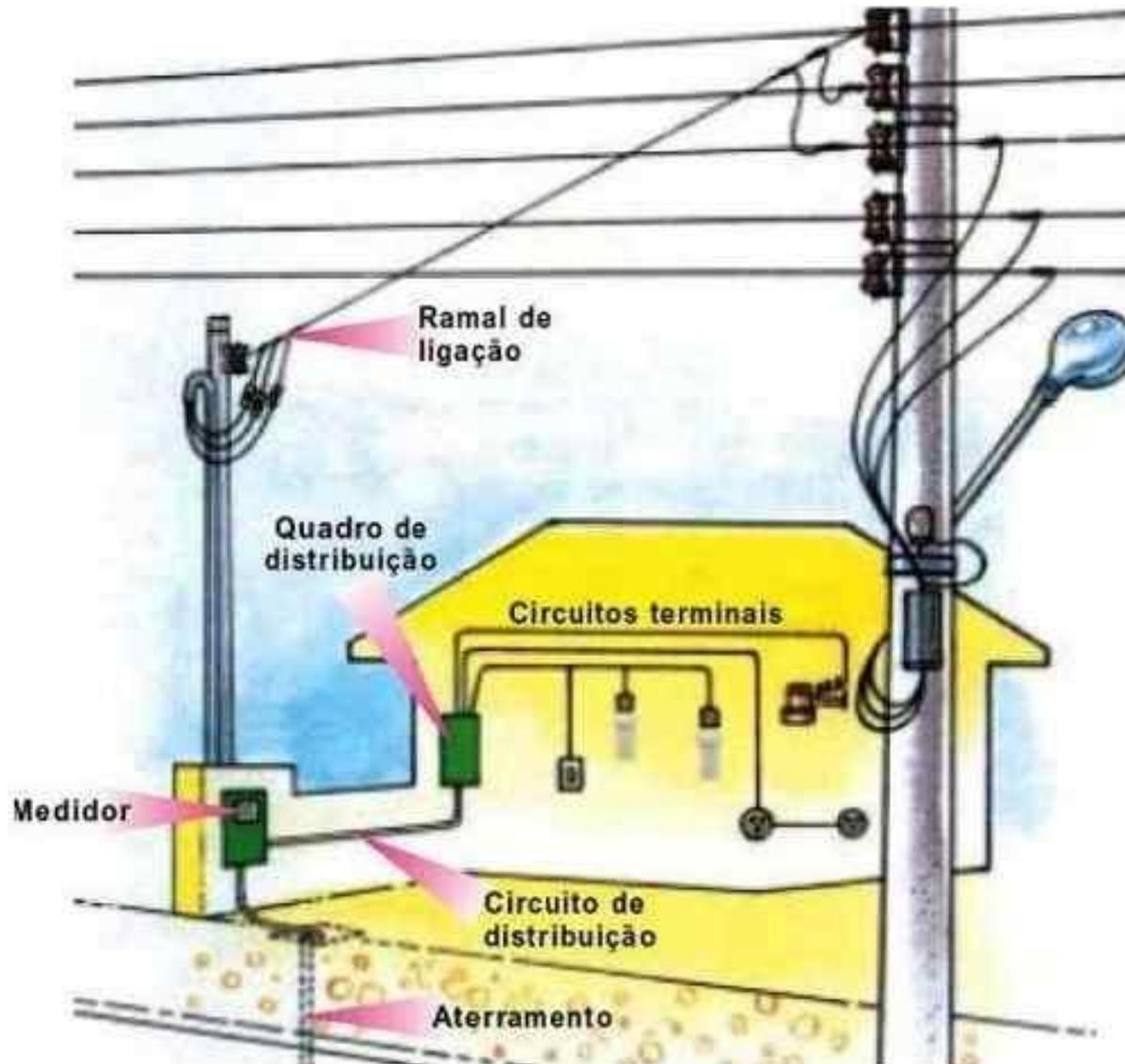
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

- 60 anos de história;
- A norma, como consta de seu preâmbulo, foi “adotada em caráter obrigatório para todo o país pelo DNIG”, o extinto Departamento Nacional de Iluminação e Gás;
- A NBR 5410 é baseada na norma internacional IEC 60364: *Electrical Installations of Buildings*;

1. Objetivos da NBR 5410

- Estabelecer as condições que as instalações elétricas de BT devem satisfazer a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens;
- Aplica-se principalmente às instalações elétricas de edificação, residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro, etc.

- A norma cobre praticamente todos os tipos de instalações de BT:
 - edificações residenciais e comerciais em geral;
 - estabelecimentos institucionais e de uso público;
 - estabelecimentos industriais;
 - estabelecimentos agropecuários e hortigranjeiros;
 - edificações pré-fabricadas;
 - reboques de acampamentos (*trailers*), locais de acampamentos (*campings*), marinas e instalações análogas; e
 - canteiros de obras, feiras, exposições e outras instalações temporárias.



- A norma *não se aplica* a:
 - instalações de distribuição (redes) e de iluminação pública;
 - instalações de tração elétrica, de veículos automotores, embarcações e aeronaves;
 - instalação em minas;
 - instalação de cercas eletrificadas;
 - equipamentos para supressão de perturbações radioelétricas, na medida em que eles não comprometam a segurança das instalações; e
 - instalações específicas para proteção contra descargas atmosféricas.

2. Definições e conceitos: instalações e alimentação

Instalação elétrica:

- Conjunto de componentes elétricos, associados e com características coordenadas entre si, constituído para uma finalidade determinada;
- Essa finalidade é via de regra associada à *utilização* de energia elétrica.

- As instalações elétricas podem ser classificadas quanto à sua tensão nominal:
 - *de baixa tensão (BT)*, com $U_N \leq 1000$ V em corrente alternada (CA), ou com $U_N \leq 1500$ V em corrente contínua (CC);
 - *de alta tensão (AT)*, com $U_N > 1000$ V em CA, ou com $U_N > 1500$ V em CC;
 - *de extrabaixa tensão (EBT ou ELV, de extra-low voltage)*, com $U_N \leq 50$ V em CA, ou com $U_N \leq 120$ V em CC.

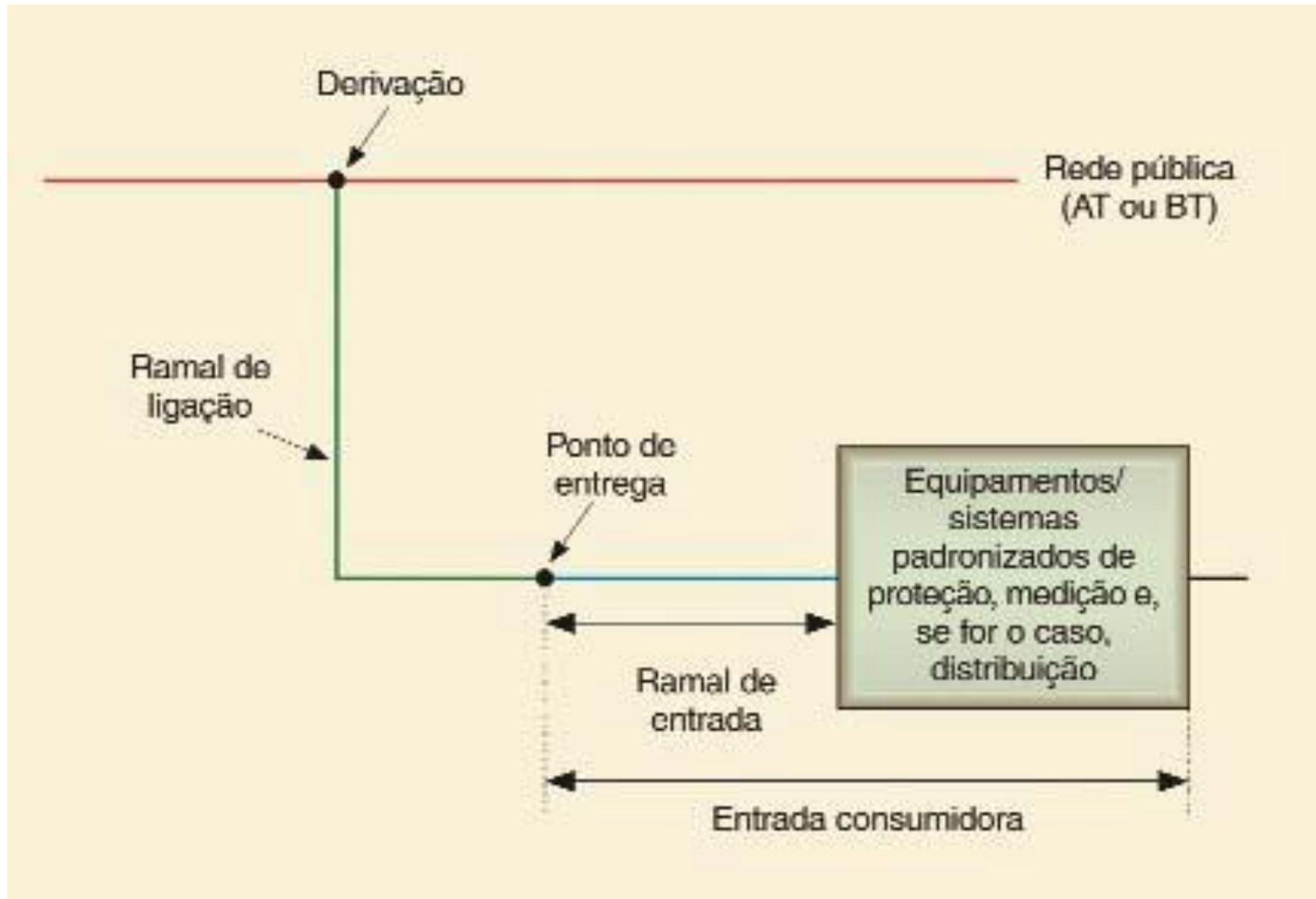
- O termo “instalação predial”, é utilizado para designar apenas instalações residenciais ou comerciais, corresponde, na verdade, a qualquer tipo de instalação contida num “prédio” (edificação);
- Tipos de instalação:
 - Instalação temporária;
 - De reparos;
 - De trabalho;
 - Semipermanente.



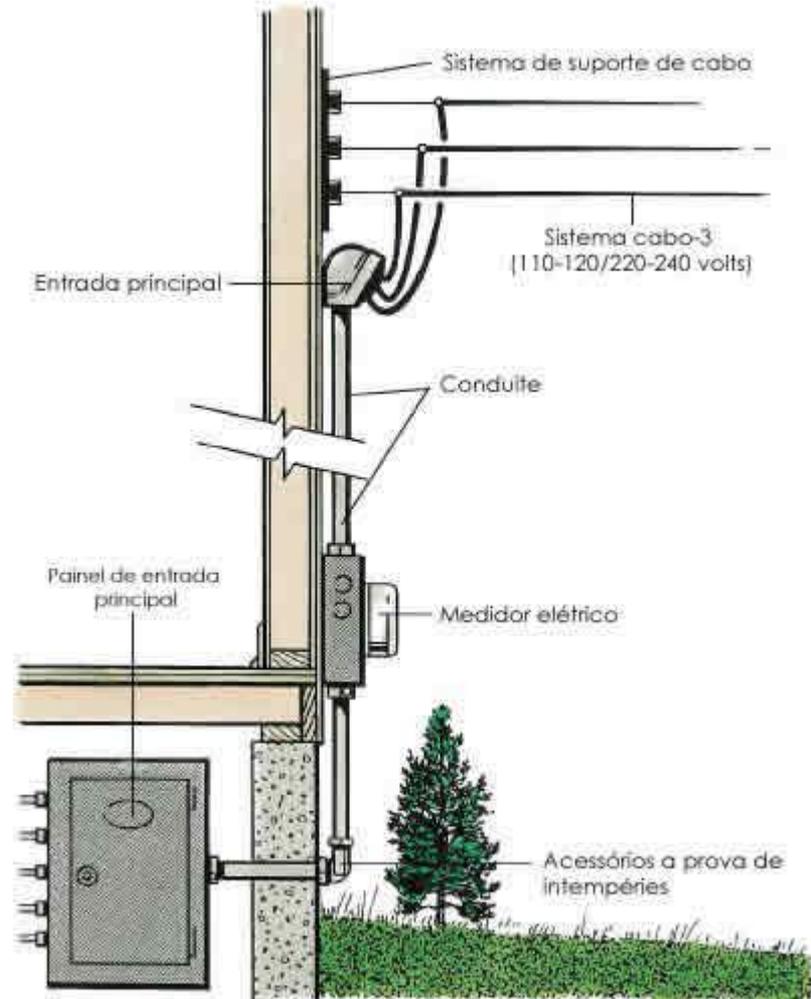
Fonte: Material do Prof. Mateus Duarte Teixeira

Alimentação de instalações BT

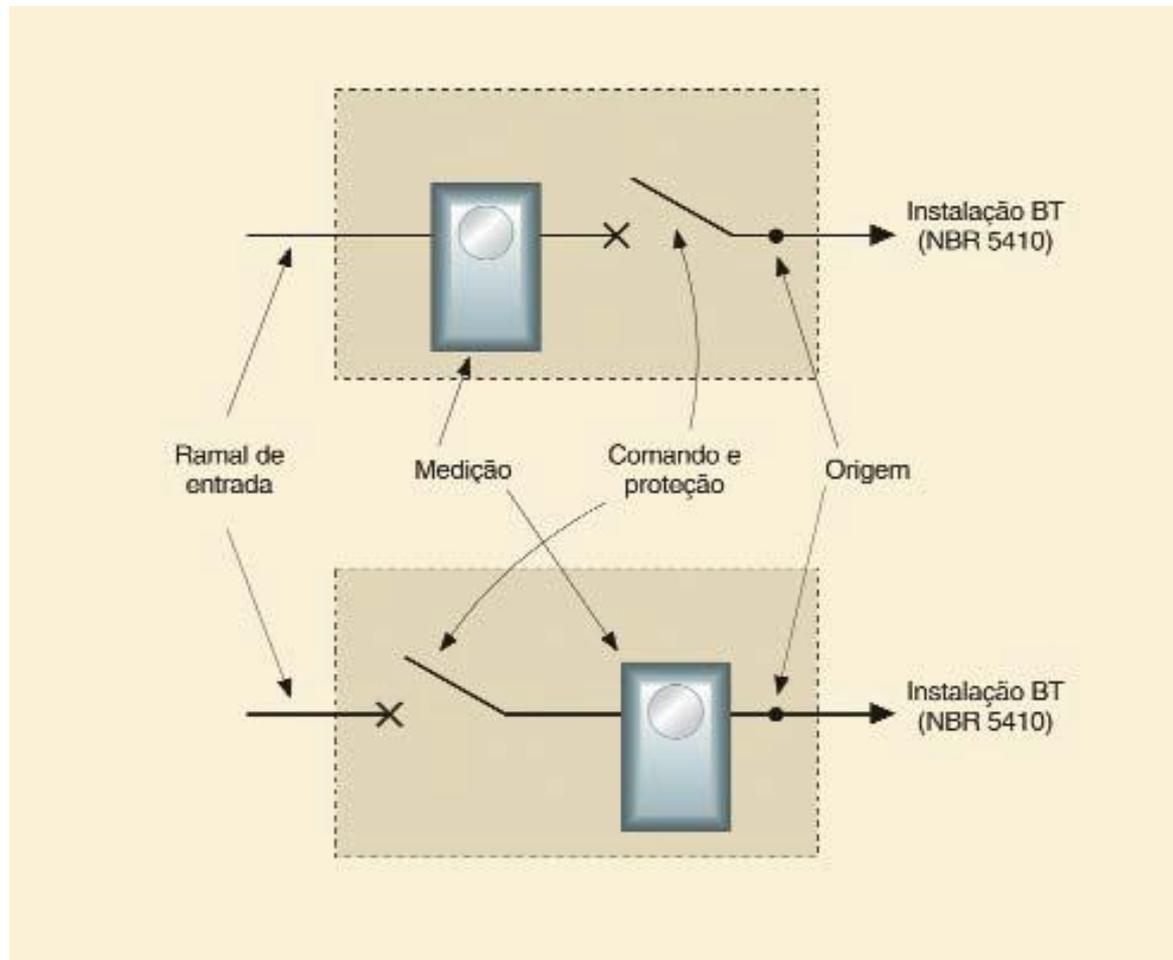
- Uma instalação de baixa tensão pode ser alimentada:
 - Diretamente em baixa tensão: por rede pública em baixa tensão da concessionária;
 - Por transformador exclusivo, da concessionária;
 - Em alta tensão, através de subestação de transformação do usuário;
 - Por fonte própria em baixa tensão, como é o caso típico dos chamados “sistemas de alimentação elétrica para serviços de segurança”, ou mesmo de instalações em locais não servidos por concessionária.



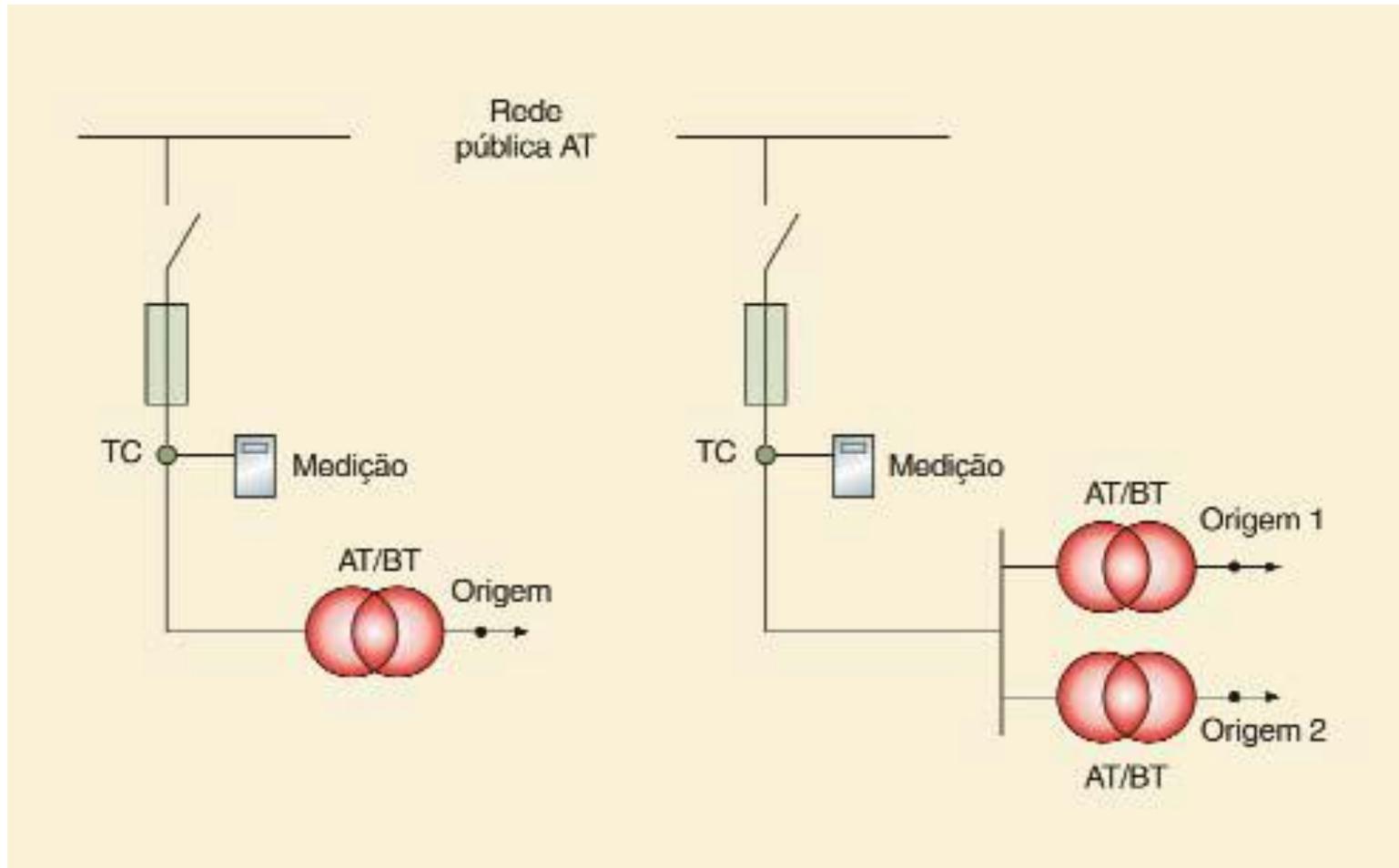
- Entrada de serviço: o conjunto de equipamentos instalados entre o ponto de derivação da rede da concessionária e a proteção e medição, inclusive;
- Ponto de entrega: ponto até o qual a concessionária se obriga a fornecer energia elétrica;
- Unidade de consumo: instalação elétrica pertencente a um único consumidor, recebendo energia elétrica em um só ponto, com sua respectiva medição.



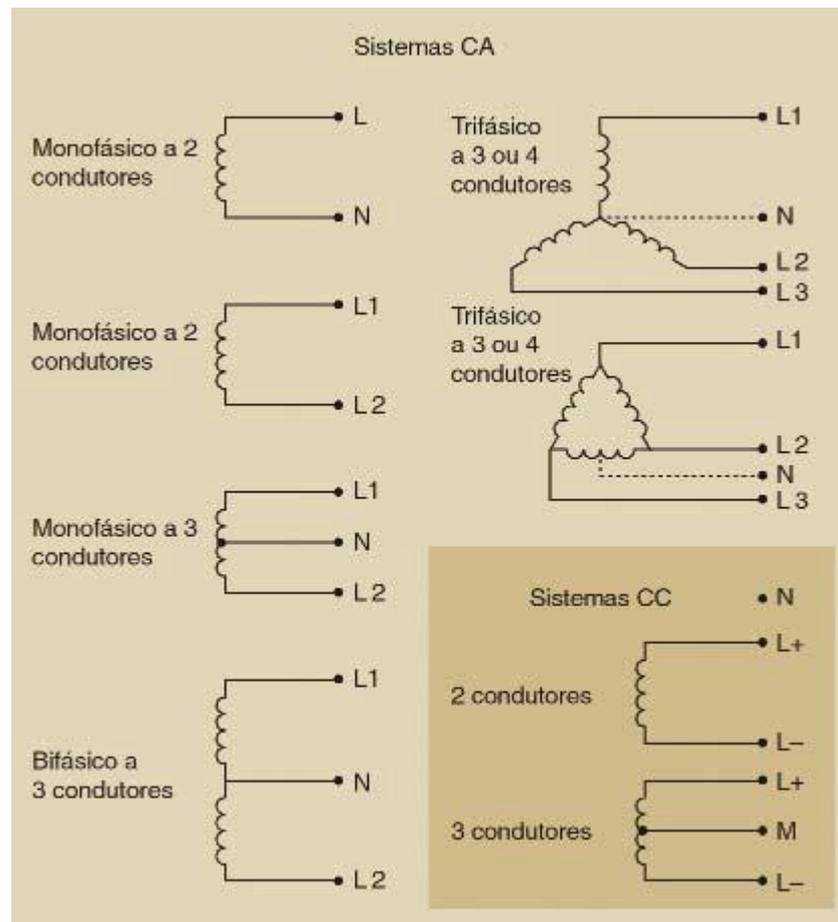
- A origem de uma instalação de baixa tensão é o ponto a partir do qual se aplicam as prescrições da NBR 5410.



- A origem de uma instalação de baixa tensão é o ponto a partir do qual se aplicam as prescrições da NBR 5410.



- A NBR 5410 considera, para a alimentação da instalação, diversos esquemas de condutores vivos, em corrente alternada (CA) e em corrente contínua (CC). São eles:



3. Definições e conceitos: os componentes da instalação

- Termo geral que se refere a um equipamento elétrico, a uma linha elétrica ou a qualquer outro elemento necessário ao funcionamento da instalação.

- Equipamento elétrico: exerce função de geração, transmissão, distribuição ou utilização de energia;
- Linha elétrica: destinado a transportar energia ou transmitir sinais elétricos;
- Aparelho elétrico: designa equipamentos de medição e outros de utilização, como:
 - Eletrodoméstico;
 - Eletroprofissional;
 - De iluminação;
- Dispositivo elétrico: desempenhar uma ou mais das seguintes funções: manobra, comando, proteção, seccionamento e conexão.

- Caixa de derivação: utilizada para passagem e/ou ligação de condutores, entre si e/ou a dispositivos nela instalados;
- Quadros de distribuição: destinam-se a receber energia de uma ou mais alimentações e distribuí-la a um ou mais circuitos, podendo também desempenhar funções de proteção, seccionamento, comando e/ou medição, Ex: CCMs (centros de comandos de motores).

4. Definições e conceitos: isolação, choques, aterramento

Isolação

- É o material isolante ou o conjunto de materiais isolantes utilizados para isolar eletricamente, isto é, impedir a circulação de corrente entre partes condutoras;
- Quando uma isolação perde sua propriedade de isolar, falamos em falha de isolamento.

Choque Elétrico

- Efeito patofisiológico resultante da passagem de uma corrente elétrica, a chamada corrente de choque, através do corpo de uma pessoa ou de um animal. Eletrocussão é o choque elétrico fatal.
- No estudo da proteção contra choques elétricos deve-se considerar três elementos fundamentais:
 - Parte viva – condutor ou parte condutora a ser energizada, incluindo o condutor neutro
 - Massa (ou parte condutiva exposta) – parte condutiva que pode ser tocada e que normalmente não é viva, mas pode tornar-se viva em condições de falta
 - Elemento condutivo estranho (à instalação) – não faz parte da instalação elétrica, mas pode nela introduzir um potencial, geralmente o da terra.

- Numa instalação, os choques elétricos podem provir de dois tipos de contatos:
 - contato direto; e
 - contato indireto.
- Aterramento: ligação intencional com a terra, realizada por um condutor ou por um conjunto de condutores enterrados no solo → eletrodo.

5. Os 6 Critérios de Dimensionamento de circuitos de BT

- Os seis critérios técnicos de dimensionamento são:
 - Seção mínima;
 - Capacidade de condução de corrente;
 - Queda de tensão;
 - Proteção contra sobrecargas;
 - Proteção contra curtos-circuitos;
 - Proteção contra contatos indiretos (aplicável apenas quando se usam dispositivos a sobrecorrente na função de seccionamento automático).

Seção mínima

- As seções mínimas admitidas em qualquer instalação de baixa tensão estão definidas na tabela 43, item 6.2.6 da norma. Dentre os valores ali indicados, destacamos dois:
 - Seção mínima de um condutor de cobre para circuitos de iluminação é de $1,5 \text{ mm}^2$; e
 - A seção mínima de um condutor de cobre para circuitos de força, que incluem tomadas de uso geral, é $2,5 \text{ mm}^2$.

Capacidade de condução de corrente

- Importantíssimo, pois leva em consideração os efeitos térmicos provocados nos componentes do circuito pela passagem da corrente elétrica em condições normais (corrente de projeto);
- Este critério de dimensionamento é tratado na seção 6.2.5 da NBR 5410, que apresenta então tabelas para determinação das seções dos condutores pela capacidade de corrente;
- O uso correto dessas tabelas requer que seus dados sejam devidamente traduzidos para a situação concreta, real, que o projetista tem pela frente.

- Tabela 35 — Temperaturas características dos condutores

Tipo de isolação	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C	Temperatura limite de sobrecarga (condutor) °C	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C
Policloreto de vinila (PVC) até 300 mm ²	70	100	160
Policloreto de vinila (PVC) maior que 300 mm ²	70	100	140
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

- 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
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258

- Tabela 40 — Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não-subterrâneas

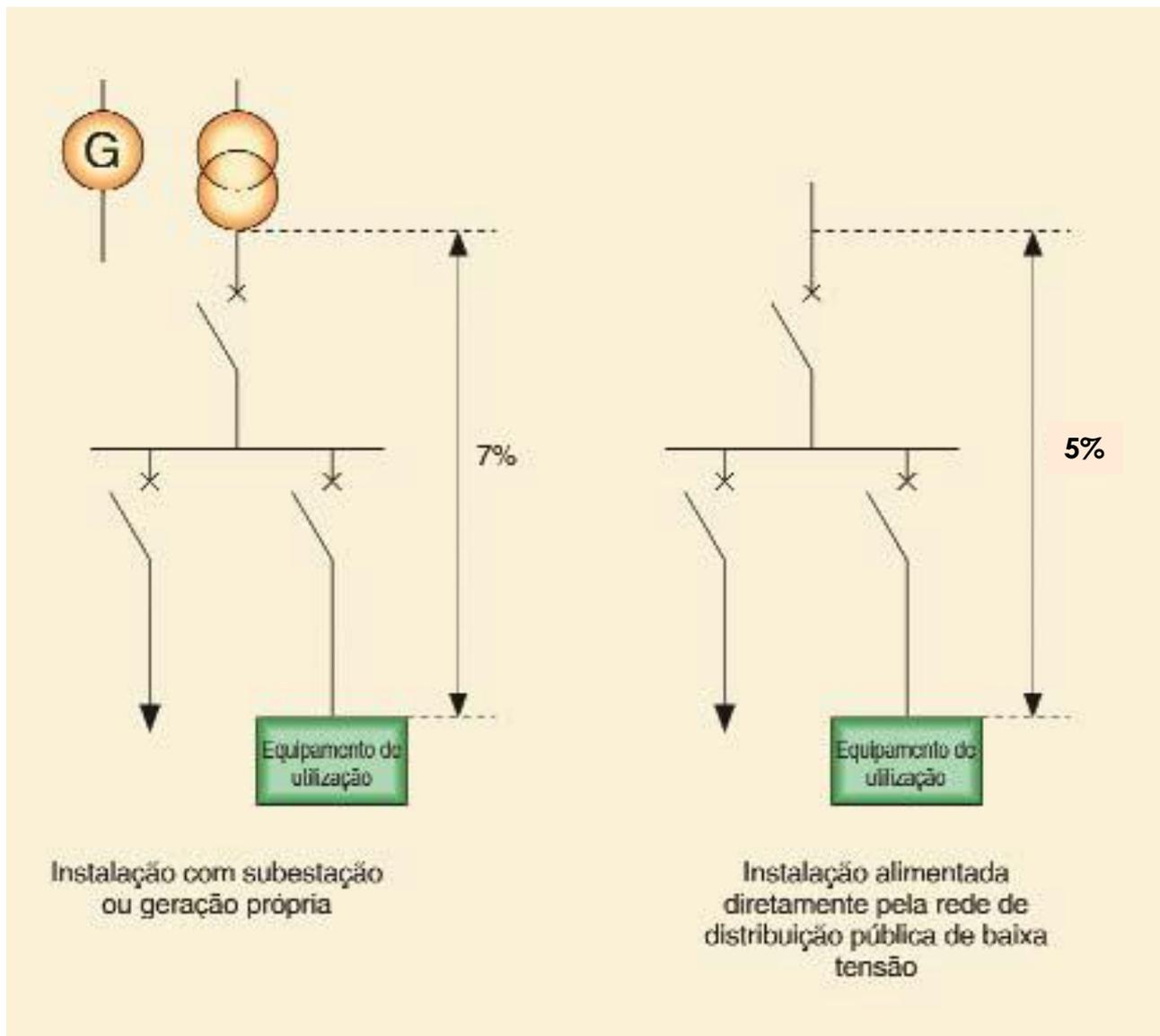
Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	–	0,65
70	–	0,58
75	–	0,50
80	–	0,41

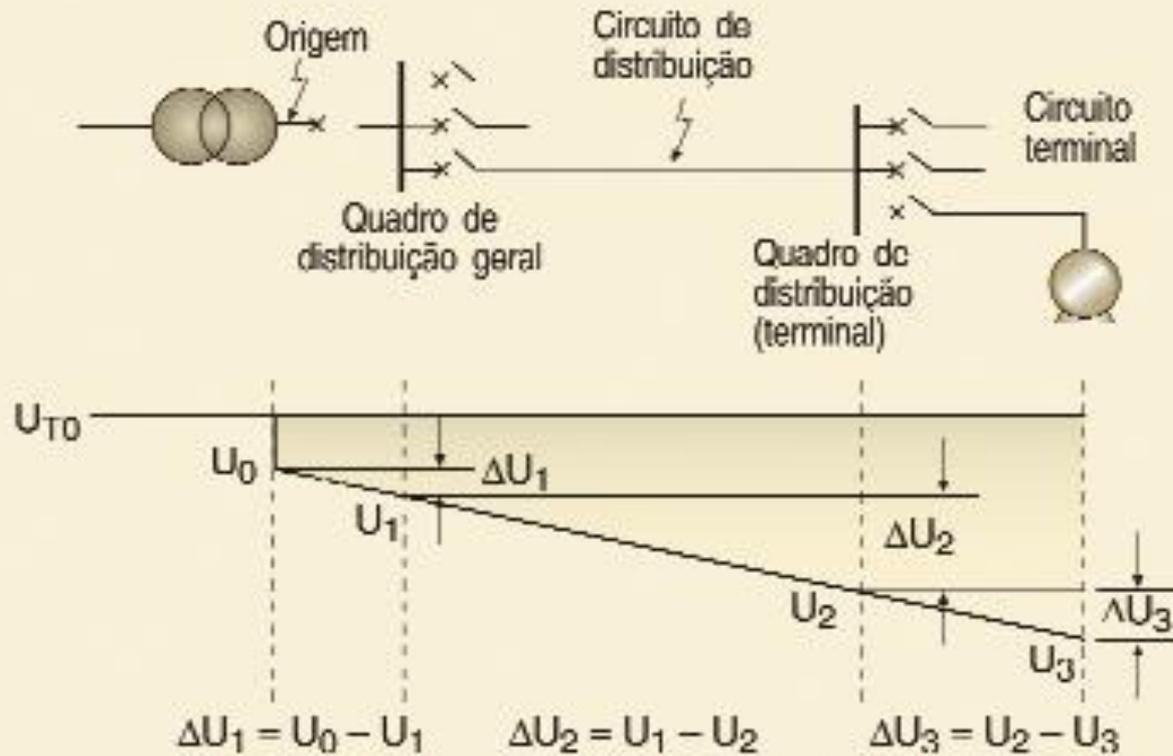
- Tabela 42 — Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos 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	0,72	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Queda de tensão

- Este critério é tratado em 6.2.7 da NBR 5410, tabela 46. Fixa os limites máximos admissíveis de queda de tensão nas instalações alimentadas por ramal de baixa tensão (5%) e por transformador/gerador próprio (7%);
- Em outro ponto, 6.5.3.4.4, é abordada a queda de tensão máxima permitida durante a partida de motores, fixada em, no máximo, 10% nos terminais do motor.





Em cada trecho:
 $\Delta U = 2 \cdot l \cdot I \cdot (r \cdot \cos\phi + x \cdot \text{sen}\phi)$

Sobrecarga e curto-circuito

- Objeto do capítulo 5.3 e das seções 5.7.4, 6.3.4 e 6.3.7;
- Enfoca o assunto estabelecendo prescrições para a proteção contra correntes de sobrecarga, e de curto-circuito.
- Nota 3 de 5.3.1 → “*A proteção dos condutores realizada de acordo com esta seção não garante necessariamente a proteção dos equipamentos ligados a esses condutores*”

- Isto é: não se pode esperar que um disjuntor de 20 A, situado no quadro de distribuição de uma residência, e ao qual esteja ligado um condutor de 2,5 mm², consiga proteger adequadamente contra sobrecorrentes um aparelho de DVD de 300 VA – 127 V (menos de 3 A);

Proteção contra contatos indiretos

- O objetivo da medida de proteção, enunciada no artigo 5.1.3.1 da NBR 5410, é assegurar que o circuito seja automaticamente desligado caso algum dos equipamentos por ele alimentados venha a sofrer uma falta à terra ou à massa capaz de originar uma tensão de contato perigosa.

6. Influências Externas

- Um dos pilares da NBR 5410 é a classificação das chamadas *influências externas*, que orienta as tarefas de seleção e instalação dos componentes;
- Em particular, a questão do grau de proteção chama a atenção porque é tratada com clareza pela norma e é também o tipo de informação que os fabricantes de material elétrico costumam fornecer.

- A norma internacional, a IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*, define os graus de proteção providos por invólucros, classificando-os com os conhecidos índices IP (**I**nternational **P**rotection Code).
- A classificação IP é constituída das letras “IP” seguidas por dois algarismos e, conforme o caso, por mais uma ou duas letras;

Grau de proteção dos invólucros:

IP

2

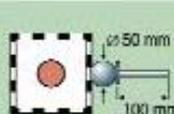
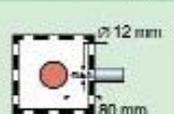
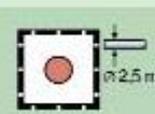
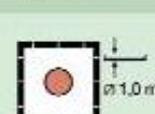
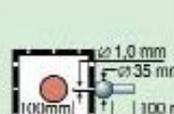
3

C

W

1º algarismo característico:

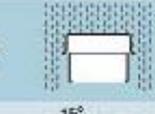
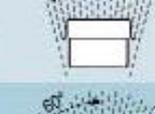
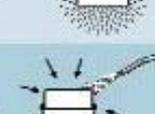
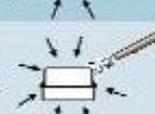
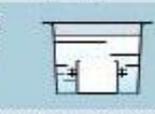
Proteção contra o ingresso de corpos sólidos estranhos e contra acesso a partes perigosas

	Indicação relativa à proteção do equipamento	Indicação relativa à proteção das pessoas
0	Não protegido	Não protegido
1	Proteção contra corpos sólidos superiores a 50 mm 	Proteção contra acesso com o dorso da mão 
2	Proteção contra corpos sólidos superiores a 12,5 mm 	Proteção contra acesso com o dedo 
3	Proteção contra corpos sólidos superiores a 2,5 mm 	Proteção contra acesso com ferramenta 
4	Proteção contra corpos sólidos superiores a 1 mm 	
5	Proteção contra poeira (admite-se ingresso limado, sem formação de depósitos nocivos) 	Proteção contra acesso com fio 
6	Proteção total contra a penetração de poeira 	

2º algarismo característico:

Proteção contra a penetração de líquidos

Indicação relativa à proteção do equipamento

0	Não protegido 
1	Proteção contra quedas verticais de gotas d'água 
2	Proteção contra quedas de gotas d'água até 15° da vertical 
3	Proteção contra chuva até 60° da vertical 
4	Proteção contra projeções d'água de qualquer direção 
5	Proteção contra jatos d'água (de baixa pressão) de qualquer direção 
6	Proteção contra fortes jatos d'água, assimiláveis a vagas ou ondas do mar 
7	Proteção contra os efeitos da imersão (imersão entre 15 cm e 1 m) 
8	Proteção contra os efeitos da submersão (imersão prolongada sob pressão)

Letra adicional*

Indicação relativa à proteção das pessoas

- A** Proteção contra acesso com o dorso da mão (usada em proteções tipo IP 0X)
- B** Proteção contra acesso com o dedo (usada em proteções IP 0X e IP 1X)
- C** Proteção contra acesso com ferramenta (usada em proteções IP 0X, IP 1X e IP 2X)
- D** Proteção contra acesso com fio (usada em proteções IP 0X, IP 1X, IP 2X e IP 3X)

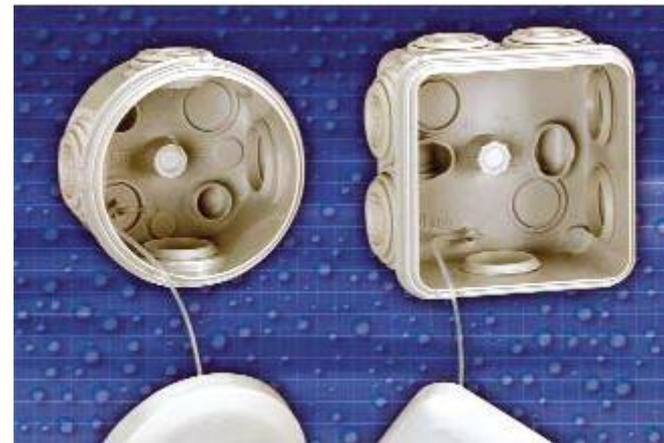
- * A ser utilizada quando
- a proteção efetiva contra contato com partes perigosas é superior àquela indicada pelo primeiro algarismo característico; ou quando
 - apenas a proteção contra contato com partes perigosas for indicada (primeiro algarismo substituído por "X").

Letra suplementar

Informações suplementares

- H** Equipamento de alta tensão
- M** Ensaiado contra efeitos nocivos do ingresso de água com aparelhos em movimento
- S** Ensaiado contra efeitos nocivos do ingresso de água em condições estacionárias
- W** Indicado para uso em condições atmosféricas especificadas

- O exemplo comum de inobservância das regras da NBR 5410 relativas às influências externas é o emprego, em áreas externas, de materiais concebidos para uso interno;
- No jardim ou no quintal de uma residência, por exemplo, os componentes devem ter grau de proteção IPX4, como a tomada da foto da esquerda, ou mesmo IPX5, como a caixa da direita.



Os graus de proteção IP exigidos em cada local

Locais domésticos e análogos

Banheiro	
– Volume 0	27
– Volume 1	24, 25
– Volume 2	24
– Volume 3	21
Copa	21
Cozinha	21
Dormitório	20
Garagem	21
Jardim, quintal	24, 25
Lavabo	21
Lavanderia	24
Piscina (ao tempo)	
– Volume 0	28
– Volume 1	24
– Volume 2	24
Porão	21
Sala	20
Terraço (coberto)	21

Locais técnicos

Acumuladores (salas de)	03
Bombas d'água (casas de)	23
Câmaras frigoríficas	33
Garagens (servindo exclusivamente para o estacionamento de veículos) de área não superior a 100 m ²	21
Laboratórios	21, 23
Máquinas (casas de)	31
Oficinas	21, 23
Salas de controle	20
Serviço elétrico	00

Garagens e parques de estacionamento cobertos com área superior a 100 m²

Áreas de estacionamento	21
Áreas de lavagem	25
Áreas de segurança	
– interiores	21
– exteriores	24
Áreas de lubrificação	23
Áreas de recarga de baterias	23
Oficinas	21

Estabelecimentos industriais

Abatedouros	55, 65
Ácidos (fabricação e depósito)	33
Acumuladores (fabricação)	33
Álcool (fabricação e armazenamento)	33
Alumínio (fabricação e depósito)	51, 53, 61, 63
Asfalto, betume (depósitos)	53, 63
Borracha (fabricação, transformação)	54, 64
Cal	50, 60
Caldeiraria	30
Carboneto (fabricação e depósito)	51, 61
Cartuchos (fabricação)	53, 63
Carvão (entrepósitos)	53, 63
Celulose (fabricação)	34
Cervejarias	24
Cimento (fabricação)	50, 60
Cloro (fábrica e depósitos)	33
Cobre (tratamento dos minérios)	31
Colas (fabricação)	33
Combustíveis líquidos (depósitos)	31, 33
Coqueiras	53, 63
Couro (fabricação, depósitos)	31
Cromagem	33
Curtumes	35
Decapagem	54, 64
Destilarias	33

Locais comerciais e anexos

Açougue	
– área de vendas	24
– câmara fria	23
Drogaria, perfumaria (depósitos)	33
Exposição, galeria de arte	20
Floricultura	24
Fotografia (laboratório)	23
Frutas, legumes	24
Livraria, papelaria	20
Lavanderia	24
Lojas de ferragens	20
Marcenaria	50, 60
Mecânica, autopeças, acessórios	20
Móveis (exposição e vendas)	20

7. Verificação Final - Documentação

- A verificação final consiste em um conjunto de procedimentos, realizados durante e/ou quando concluída a instalação, com o objetivo de verificar sua conformidade com as prescrições da NBR 5410
- Deve ser realizada por pessoas qualificadas (BA5), incluindo trabalhos de escritório e “de campo”, isto é, no local da instalação.

Os documentos da instalação

A NBR 5410 exige que o projeto de instalações elétricas de baixa tensão seja constituído, no mínimo, por:

- plantas;
- esquemas;
- detalhes de montagem, quando necessários;
- memorial descritivo; e
- especificação dos componentes.

As **plantas**, em escalas convenientes, devem indicar:

- localização da(s) subestação(ões) e dos quadros de distribuição;
- percurso e características das linhas elétricas correspondentes aos circuitos de distribuição (principais e divisionários) e aos circuitos terminais; e
- localização dos pontos de luz, das tomadas de corrente e dos equipamentos fixos diretamente alimentados.

Os **esquemas** unifilares e, eventualmente, trifilares, correspondentes às subestações e aos quadros de distribuição, devem indicar:

- quantidade, destino, formação e seções dos condutores de entrada e saída das subestações e dos quadros; e
- correntes nominais dos dispositivos, indicando, se for o caso, sua função nos circuitos.

No caso de instalações mais complexas, podem ser necessários esquemas funcionais (caso típico de telecomandos, comutação automática, etc.).

Dependendo da complexidade da edificação ou mesmo da instalação, podem ser necessários alguns **detalhes de montagem**, para orientar a execução.

O **memorial descritivo** deverá apresentar uma descrição sucinta da instalação e, se for o caso, das soluções adotadas, utilizando, sempre que necessário, tabelas e desenhos complementares.

Por fim, a **especificação dos componentes** deve indicar, para cada componente, uma descrição sucinta, suas características nominais e a norma ou as normas a que devem atender.

Inspeção visual

1) Análise, em escritório, de todos os documentos do projeto *as built*, objetivando verificar:

- se a documentação fornecida está completa (quanto à quantidade de documentos); e
- se os dados fornecidos são suficientes para a realização da verificação final.

2) Verificação, em escritório, a partir dos dados do projeto *as built*, do dimensionamento dos circuitos de distribuição e terminais, seguindo, no caso mais geral, os critérios:

- da capacidade de condução de corrente;
- da queda de tensão;
- da coordenação entre condutores e dispositivos de proteção contra correntes de sobrecarga;
- da coordenação entre condutores e dispositivos de proteção contra correntes de curto-circuito; e
- da proteção contra contatos indiretos, se usados dispositivos a sobrecorrente na função de seccionamento automático..

3) Verificação, no local, da consistência, da funcionalidade e da acessibilidade da instalação, constando, em princípio, de:

- conformidade dos diversos componentes com os dados e indicações do projeto *as built*;
- compatibilidade dos diversos componentes com as influências externas;
- condições de acesso aos componentes, tendo em vista as condições de segurança e de manutenção.

4) Verificação, no local, das medidas de proteção contra contatos diretos (total ou parcial) aplicáveis;

5) Verificação preliminar, no local, dos componentes do sistema de aterramento;

6) Verificação, no local, dos procedimentos de segurança em locais contendo banheira e/ou chuveiro, em piscinas e em saunas.

Ensaio de campo em instalações

- Continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais existentes na instalação;
- Resistência de isolamento da instalação;
- Verificação das medidas de proteção contra contatos indiretos por seccionamento automático da alimentação;
- Ensaio de tensão aplicada, para componentes construídos ou montados no local da instalação;
- Ensaio de funcionamento, para montagens como quadros, acionamentos, controles, intertravamentos, comandos, etc.;
- Verificação da separação elétrica dos circuitos, para os casos de SELV, PELV e proteção por separação elétrica; e
- Resistência elétrica de pisos e paredes, aplicável a locais não-condutivos.