



**ABNT –
Associação
Brasileira de
Normas
Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 -
28^º andar
CEP 20003-900- Caixa
Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-
3122
telex: (021) 34333
ABNT-BR
Endereço Telegráfico:
NORMA TÉCNICA

Copyright ©2001
ABNT – Associação
Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil /
Impresso no Brasil
Todos os direitos
reservados

Versão 10.0

JULHO 2002

NBR 14039

**Instalações elétricas de média tensão (de 1,0 kV
a 36,2 kV)**

Origem: Projeto NBR 14039:2001
CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade
CE-03:064.01 - Comissão de Estudo de Instalações Elétricas de Baixa
Tensão
NBR 14039 –
Descriptor:
Esta Norma substitui a NBR 14039:2000
[Válida a partir da data de sua publicação](#)

Palavra-chave:

108 páginas

Sumário

Prefácio

- 1 Objetivo
- 2 Referências normativas
- 3 Definições
- 4 Determinação das características gerais
- 5 Proteção para garantir segurança
- 6 Seleção e instalação dos componentes
- 7 Verificação final
- 8 Manutenção
- 9 Requisitos para Instalações ou locais especiais

ANEXOS

A

ÍNDICE

Prefácio

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (CB) e Organismos de Normalização Setorial (ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos CB e ONS, circulam para Votação Nacional entre os associados da ABNT e demais interessados.

Esta Norma foi elaborada pela CE-03:064.11 – Comissão de Estudo de Instalações Elétricas de Média e Alta Tensão, do CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade.

[Esta Norma foi baseada nas normas NBR 5410, NFC 13200, VDE XXX e no documento IEC 99/15/CD.](#)

Os anexos de xxxxxxxx têm caráter normativo.

1 Objetivo

1.1 Esta Norma fixa os métodos de projeto e execução de instalações elétricas de média tensão, com tensão nominal de 1,0 kV a 36,2 kV, à frequência industrial, de modo a garantir segurança e continuidade de serviço.

1.2 Sua aplicação é considerada a partir :

1.2.1 De instalações alimentadas à partir do concessionário, o que corresponde ao ponto de entrega definido através da legislação vigente emanada da ANEEL;

1.3 Esta Norma abrange as instalações de geração, distribuição e utilização de energia elétrica, sem prejuízo das disposições particulares relativas aos locais e condições especiais de utilização constantes das respectivas normas. As instalações especiais, tais como marítimas, de tração elétrica, de usinas, pedreiras, luminosas com gases (neônio e semelhantes), devem obedecer, além da presente Norma, as normas específicas aplicáveis em cada caso.

1.4 Esta Norma não se aplica:

- a) às instalações elétricas de concessionários dos serviços de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, no exercício de suas funções em serviço de utilidade pública;
- b) às instalações de cercas eletrificadas;
- c) à manutenção em linha viva.

1.5 As prescrições desta Norma constituem as exigências mínimas a que devem obedecer as instalações elétricas às quais se refere, para que não venham, por suas deficiências, prejudicar e perturbar as instalações vizinhas ou causar danos a pessoas e animais e a conservação dos bens e do meio ambiente.

1.6 Esta Norma aplica-se às instalações novas, às reformas em instalações existentes e às instalações de caráter permanente ou temporário.

NOTA - Modificações destinadas a, por exemplo, acomodar novos equipamentos ou substituir os existentes, não implicam necessariamente em reforma total da instalação.

1.7 Os componentes da instalação são considerados apenas no que concerne a sua seleção e suas condições de instalação. Isto é igualmente válido para conjuntos pré-fabricados de componentes que tenham sido submetidos aos ensaios de tipo aplicáveis.

1.8 A aplicação desta Norma não dispensa o respeito aos regulamentos de órgãos públicos aos quais a instalação deva satisfazer. Em particular, no trecho entre o ponto de entrega e a origem da instalação, pode ser necessária, além das prescrições desta Norma, o atendimento das normas padrões do concessionário quanto a conformidade dos valores de graduação (sobrecorrentes temporizadas e instantâneas de fase / neutro) e capacidade de interrupção da potência de curto-circuito .

1.9 Prescrições fundamentais

A seguir são indicadas as prescrições fundamentais destinadas a garantir a segurança de pessoas, de animais, e a conservação dos bens e do meio ambiente, contra os perigos e danos que possam resultar da utilização das instalações elétricas, em condições que possam ser previstas.

1.9.1 Proteção contra choques elétricos

1.9.1.1 Proteção contra contatos diretos

As pessoas e os animais devem ser protegidos contra os perigos que possam resultar de um contato com partes vivas da instalação.

1.9.1.2 Proteção contra contatos indiretos

As pessoas e os animais devem ser protegidos contra os perigos que possam resultar de um contato com massas colocadas acidentalmente sob tensão.

1.9.2 Proteção contra efeitos térmicos

A instalação elétrica deve estar disposta de maneira a excluir qualquer risco de incêndio de materiais inflamáveis devido a temperaturas elevadas ou arcos elétricos. Além disso, em serviço normal, as pessoas e os animais domésticos não devem correr riscos de queimaduras.

1.9.3 Proteção contra sobrecorrentes

1.9.3.1 Proteção contra correntes de sobrecarga

Todo circuito deve ser protegido por dispositivos que interrompam a corrente nesse circuito quando esta, em pelo menos um de seus condutores, ultrapassar o valor da capacidade de condução de corrente nominal e que, em caso de passagem prolongada, possa provocar uma deterioração da instalação.

1.9.3.2 Proteção contra correntes de curto-circuito

Todo circuito deve ser protegido por dispositivos que interrompam a corrente nesse circuito quando pelo menos um de seus condutores for percorrido por uma corrente de curto-circuito, devendo a interrupção ocorrer num tempo suficientemente curto para evitar a deterioração da instalação.

1.9.4 Proteção contra sobretensões

As pessoas, os animais domésticos e os bens devem ser protegidos contra as conseqüências prejudiciais devidas a uma falta elétrica entre partes vivas de circuitos com tensões nominais diferentes e a outras causas que possam resultar em sobretensões (fenômenos atmosféricos, sobretensões de manobra, etc.).

1.9.5 Seccionamento e comando

1.9.5.1 Dispositivos de desligamento de emergência

Se for necessário, em caso de perigo, desenergizar um circuito, deve ser instalado um dispositivo de desligamento de emergência, facilmente identificável e rapidamente manobrável.

1.9.5.2 Dispositivos de seccionamento

Devem ser previstos meios para permitir o seccionamento adequado da instalação elétrica, dos circuitos ou dos equipamentos individuais, para manutenção, verificação, localização de defeitos e reparos.

1.9.6 Independência da instalação elétrica

A instalação elétrica deve ser disposta de modo a excluir qualquer influência danosa entre a instalação elétrica e as instalações não elétricas.

1.9.7 Acessibilidade dos componentes

Os componentes da instalação elétrica devem ser dispostos de modo a permitir:

- a) espaço suficiente para a instalação inicial e eventual substituição posterior dos componentes individuais; e
- b) acessibilidade para fins de serviço, verificação, manutenção e reparos.

1.9.8 Condições de alimentação

As características dos componentes devem ser adequadas às condições de alimentação da instalação elétrica na qual sejam utilizados.

1.9.9 Condições de instalação

Qualquer componente deve possuir, por construção, características adequadas ao local onde é instalado, que lhe permitam suportar as solicitações a que possa ser submetido. Se, no entanto, um componente não apresentar, por construção, as características adequadas, ele poderá ser utilizado sempre que provido de uma proteção complementar apropriada, quando da execução da instalação.

1.10 O projeto, a execução, a verificação e a manutenção das instalações elétricas só devem ser confiados a pessoas habilitadas a conceber e executar os trabalhos em conformidade com esta Norma.

2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das normas em vigor em um dado momento.

- NBR 5410:1997 - Instalações elétricas de baixa tensão
NBR 5413:1992 - Iluminância de interiores
NBR 5433:1982 - Redes de distribuição aérea rural de energia elétrica
NBR 5434:1982 - Redes de distribuição aérea urbana de energia elétrica
NBR 6146:1980 - Invólucros de equipamentos elétricos - Proteção
NBR 6251:2000 - Cabos de potência com isolamento extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos construtivos
NBR 7282:1989 - Dispositivos fusíveis tipo expulsão
NBR 8451:1998 - Postes de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica - Especificação
NBR 8453:1984 - Cruzeta de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica
NBR 8456:1984 - Postes de eucalipto preservado para redes de distribuição de energia elétrica
NBR 8458:1984 - Cruzetas de madeira para redes de distribuição de energia elétrica
NBR 8669:1984 - Dispositivos fusíveis limitadores de corrente
NBR 9511:1997 - Cabos elétricos - Raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento
NBR 10478 : 1988 - Cláusulas comuns a equipamentos elétricos de manobra de tensão nominal acima de 1 kV.
NBR 11137:2000 - Carretéis de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos - Dimensões e estruturas
NBR 11301 : 1990 - Cálculo da capacidade de condução de corrente de cabos isolados em regime permanente (fator de carga 100%)
NBR IEC 50 (826):1997 – Vocabulário eletrotécnico internacional – Capítulo 826 Instalações elétricas em edificações
IEC-CISPR 18-1/2/3
IEC 38(1983-01): International Electrotechnical Vocabulary. Electrical installations of buildings
IEC 420(1990-10) : High-voltage alternating current switch-fuse combinations
IEC 439-2 (2000-03) : Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Particular requirements for busbar trunking systems (busways)
IEC 479-1(1994-09): Effects of current on human beings and livestock - Part 1: General aspects
IEC 694 (2001-05) : Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards
IEC 826 (1991-06) : Loading and strength of overhead transmission lines
IEC 865-1 Corr.1 (1995-03):Loading and strength of overhead transmission lines
IEC 909-0 (2001-07): Short-circuit currents in three-phase a.c. systems - Part 0: Calculation of currents
IEC 949 (1988-11): Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-diabatic heating

3 Definições

Para efeito desta norma , aplicam-se as definições contidas na NBR IEC 50 (826):1997.

Subestação unitária: subestação que possui e ou alimenta apenas um transformador de potência.

4 Determinação das características gerais

As instalações e equipamentos deverão ser capazes de suportar as influências ambientais, elétricas, mecânicas e climáticas previstas para o local de instalação.

4.1 Regra geral

4.1.1 Devem ser determinadas as seguintes características da instalação, em conformidade com o indicado a seguir:

- a) utilização prevista, alimentação e a estrutura geral (ver 4.2);
- b) influências externas às quais está submetida (ver 4.3);
- c) manutenção (ver 4.4) .

4.1.2 Essas características devem ser consideradas na escolha das medidas de proteção para garantir a segurança (ver seção 5) e na seleção e instalação dos componentes (ver seção 6).

4.2 Alimentação e estrutura geral

4.2.1 Potência de alimentação

4.2.1.1 Generalidades

4.2.1.1.1 A determinação da potência de alimentação é essencial para a concepção econômica e segura de uma instalação nos limites adequados de temperatura e de queda de tensão.

4.2.1.1.2 Na determinação da potência de alimentação de uma instalação ou de parte de uma instalação, devem-se prever os equipamentos a serem instalados, com suas respectivas potências nominais e, após isso, considerar as possibilidades de não simultaneidade de funcionamento destes equipamentos, bem como capacidade de reserva para futuras ampliações.

4.2.1.2 Previsão de carga

A previsão de carga de uma instalação deve ser feita obedecendo-se às prescrições citadas a seguir:

- a) a carga a considerar para um equipamento de utilização é a sua potência nominal absorvida, dada pelo fabricante ou calculada a partir da tensão nominal, da corrente nominal e do fator de potência;
- b) nos casos em que for dada a potência nominal fornecida pelo equipamento (potência de saída), e não a absorvida, devem ser considerados o rendimento e o fator de potência.

4.2.2 Limitação das Perturbações

As instalações ligadas a uma rede de distribuição pública não devem prejudicar o funcionamento desta distribuição em serviço normal, da mesma forma que os aparelhos que fazem parte da instalação, quando em operação, não devem causar perturbações na rede.

4.2.3 Esquemas de aterramento

Nesta Norma são considerados os esquemas de aterramento descritos a seguir, com as seguintes observações:

- a) as figuras 1 a 6 mostram exemplos de sistemas trifásicos comumente utilizados;
- b) para classificação dos esquemas de aterramento é utilizada a seguinte simbologia :
 - primeira letra - situação da alimentação em relação a terra :
 - T= um ponto de alimentação (geralmente o neutro) diretamente aterrado;
 - I = isolamento de todas as partes vivas em relação à terra ou aterramento de um ponto através de uma impedância .
 - segunda letra - situação das massas da instalação elétrica em relação à terra :
 - T = massas diretamente aterradas, independentemente do aterramento eventual de ponto de alimentação;
 - N = massas ligadas diretamente ao ponto de alimentação aterrado (em corrente alternada , o ponto aterrado é normalmente o neutro);
 - terceira letra – utilizada no caso de ligações eventuais com as massas do posto de alimentação :
 - R = as massas do posto de alimentação estão ligadas simultaneamente ao aterramento do neutro da instalação e às massas da instalação
 - N = as massas do posto de alimentação estão ligadas diretamente ao aterramento do neutro da instalação, mas não estão ligadas às massas da instalação;
 - S = as massas do posto de alimentação estão ligadas a um aterramento eletricamente separado daquele do neutro e daquele das massas da instalação.

4.2.3.1 Esquema TNR

O esquema TNR possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, sendo as massas da instalação e do posto de alimentação ligadas a esse ponto através de condutores de proteção. Nesse esquema, toda corrente de falta direta fase-massa é uma corrente de curto-circuito.

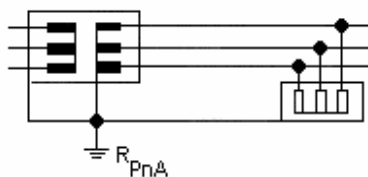


Figura 1 - Esquema TNR

4.2.3.2 Esquemas TTN e TTS

Os esquemas TTN e TTS possuem um ponto da alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a eletrodos de aterramento eletricamente distintos do eletrodo de aterramento da alimentação.

Nesse esquema, as correntes de falta direta fase-massa devem ser inferiores a uma corrente de curto-circuito, sendo porém suficientes para provocar o surgimento de tensões de contato perigosas.

São considerados dois tipos de esquemas TTN e TTS, de acordo com a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção das massas do posto de alimentação, a saber:

- a) esquema TTN, no qual o condutor neutro e o condutor de proteção das massas do posto de alimentação são ligados a um único eletrodo de aterramento (figura 2)
- b) esquema TTS, no qual o condutor neutro e o condutor de proteção das massas do posto de alimentação são ligados a eletrodos de aterramento distintos (figura 3) ;

Figura 2 - Esquema TTN

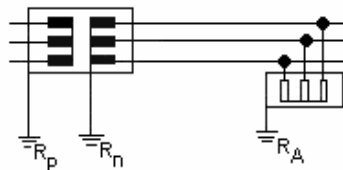


Figura 3 - Esquema TTS

4.2.3.3 Esquemas ITN, ITS e ITR

Os esquemas ITN, ITS e ITR não possuem qualquer ponto da alimentação diretamente aterrado ou possuem um ponto da alimentação aterrado através de uma impedância, estando aterradas as massas da instalação. Nesse esquema, a corrente resultante de uma única falta fase-massa não deve ter intensidade suficiente para provocar o surgimento de tensões de contato perigosas.

São considerados três tipos de esquemas ITN, ITS e ITR, de acordo com a disposição do condutor neutro e dos condutores de proteção das massas da instalação e do posto de alimentação, a saber:

- a) esquema ITN, no qual o condutor neutro e o condutor de proteção das massas do posto de alimentação são ligados a um único eletrodo de aterramento e as massas da instalação ligadas a um eletrodo distinto (figura 4) ;
- b) esquema ITS, no qual o condutor neutro, os condutores de proteção das massas do posto de alimentação e da instalação são ligados a eletrodos de aterramento distintos (figura 5) ;
- c) esquema ITR, no qual o condutor neutro, os condutores de proteção das massas do posto de alimentação e da instalação são ligados a um único eletrodo de aterramento (figura 6) .

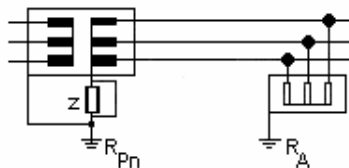


Figura 4 - Esquema ITN

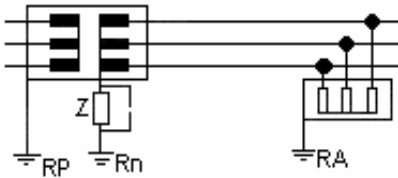


Figura 5 - Esquema ITS

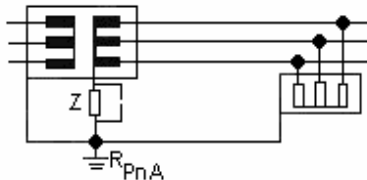


Figura 6 - Esquema ITR

4.2.3.4 Aterramento do condutor neutro

Quando a instalação for alimentada por concessionário, o condutor neutro deve ser sempre aterrado na origem da instalação.

NOTA: Do ponto de vista da instalação, o aterramento do neutro na origem proporciona uma melhoria na equalização de potenciais essencial à segurança

4.2.4 Alimentação

4.2.4.1 Generalidades

4.2.4.1.1 Devem ser determinadas as seguintes características da alimentação, tendo em vista o fornecimento da potência estimada de acordo com 4.2.1:

- a) natureza da corrente (ca ou cc) ;
- b) valor da tensão;
- c) valor da frequência;
- d) valor da corrente de curto-circuito presumida na origem da instalação.

4.2.4.1.2 Essas características devem ser obtidas do concessionário de energia elétrica, no caso de fonte externa, e devem ser determinadas, no caso de fonte própria. São aplicáveis tanto para a alimentação normal como para alimentações de segurança e de reserva.

4.2.4.2 Sistema de alimentação elétrica para serviços de segurança e sistemas de alimentação de reserva

Quando for imposta a necessidade de instalações de segurança por autoridades responsáveis pela proteção contra incêndio ou devido a prescrições relativas à fuga dos locais em caso de emergência, ou ainda quando forem especificadas pelo projetista alimentações de reserva, as características das alimentações para instalações de

segurança ou de reserva devem ser determinadas separadamente. Essas alimentações devem possuir capacidade, confiabilidade e disponibilidade adequadas ao funcionamento especificado. Esta Norma não contém prescrições particulares para instalações de segurança e para alimentações de reserva.

4.2.5 Tensão Nominal

4.2.5.1 Considera-se tensão nominal de uma instalação o valor da tensão eficaz entre fases, ou de linha, pelo qual uma instalação, ou parte de uma instalação, é designada.

4.2.5.2 Para efeito desta Norma, a tensão nominal da instalação é a maior tensão entre fases encontrada em condições normais de operação, em qualquer tempo e ponto da instalação ou parte desta.

NOTA - Uma instalação pode ter várias tensões nominais, uma para cada parte.

4.2.5.3 As tensões nominais da instalação, em kV, são as seguintes : 3, 5, 6, 13,8, 23,1 e 34,5.

4.2.5.4 A tensão nominal e a identificação dos circuitos devem ser claramente indicadas.

4.2.5.5 A tensão nominal padronizada na NBR 10478 dos equipamentos utilizados nas instalações deve ser igual ou superior à tensão nominal da instalação.

4.2.6 Os valores de tensão nominal da instalação e máximos para o equipamento são dados na tabela 1.

Tabela 1 – Tensões nominais da instalação

Tensão nominal da Instalação kV	Tensão máxima para o equipamento(valor eficaz) kV
3	3,6
5	6 (?)
6	7,2
13,8	15
23,1	24,5
34,5	36,2

4.2.7 Corrente de curto-circuito

4.2.7.1 As instalações deverão ser projetadas e construídas para suportar com segurança os efeitos térmicos e mecânicos resultantes de correntes de curto-circuito. Para o propósito desta norma, quatro tipos de curto-circuitos deverão ser considerados:

- trifásico ;
- entre fases ;
- entre fases e neutro ;
- entre duas fases e neutro .

NOTA: Exemplos de cálculos de curtos-circuitos e seus efeitos podem ser obtidos nas publicações IEC 909-HD 533 e

IEC 949.

4.2.7.2 As instalações deverão ser providas de dispositivos automáticos para seccionar curto-circuitos entre fases, faltas a terra perigosas ou para indicar a condição de falta, dependendo principalmente do esquema de aterramento.

4.2.8 Freqüência nominal

As instalações deverão ser projetadas para a freqüência nominal do sistema.

4.2.9 Corona

As instalações deverão ser projetadas para que a rádio-interferência devida ao efeito corona não exceda os limites estabelecidos em normas e/ou regulamentos específicos sobre o assunto.

NOTA - Exemplos de recomendações para a minimização da rádio-interferência das instalações de alta tensão são relatadas na IEC-CISPR 18-1/2/3.

4.2.10 Requisitos mecânicos

Equipamentos e estruturas de sustentação, incluindo suas fundações, deverão suportar a combinações dos vários esforços mecânicos previstos em uma instalação

NOTA: Os esforços mais usuais a serem considerados são os seguintes: carga de tensionamento, carga de erguimento, carga de vento, forças de comutação, forças de curto-circuito, perda de tensão nos condutores, etc.

4.3 Classificação das influências externas

Esta seção estabelece uma classificação e uma codificação das influências externas que devem ser consideradas na concepção e na execução das instalações elétricas. Cada condição de influência externa é designada por um código que compreende sempre um grupo de duas letras maiúsculas e um número, como descrito a seguir :

- a) a primeira letra indica a categoria geral da influência externa:
 - A = meio ambiente;
 - B = utilização;
 - C = construção das edificações;
- b) a segunda letra (A, B, C, ...) indica a natureza da influência externa;
- c) o número (1, 2, 3, ...) indica a classe de cada influência externa.

NOTA - A codificação indicada nesta seção não é destinada à marcação dos componentes.

4.3.1 Meios ambientes

4.3.1.1 Temperatura ambiente

A temperatura ambiente (ver tabela 2) a considerar para um componente é a temperatura no local onde deve ser instalado, considerada a influência de todos os demais componentes instalados no local e em funcionamento, não levando em consideração a contribuição térmica do componente considerado.

Tabela 2 - Temperatura ambiente

		Características	
--	--	-----------------	--

Código	Classificação	Limite inferior (°C)	Limite superior (°C)	Aplicações e exemplos
AA3	Frio	- 25	+ 5	—
AA4	Temperado	- 5	+ 40	
AA5	do	+ 5	+ 40	
AA6	Quente Muito Quente	+ 5	+ 60	

NOTAS :

1 - O valor médio por um período de 24 h não deve ser superior ao limite superior diminuído de 5°C.

2 - Para certos ambientes pode ser necessário combinar duas regiões entre as definidas acima. Assim, por exemplo, as instalações situadas no exterior podem ser submetidas a temperaturas ambientes compreendidas entre -5°C e +50°C, isto é, AA4 + AA6.

3 - As instalações submetidas a temperaturas diferentes das indicadas devem ser objeto de normas específicas.

4.3.1.2 Altitude

Conforme tabela 3.

Tabela 3 – Altitude

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AC1	Baixa	≤ 1 000 m	—
AC2	Alta	> 1 000 m	

4.3.1.3 Presença de água

Conforme tabela 4.

Tabela 4 - Presença de água

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AD1	Desprezível	A probabilidade de presença de água é desprezível	Locais em que as paredes não apresentam geralmente traços de umidade, mas que podem apresentá-lo durante períodos curtos, por exemplo sob forma de lixívia, e que secam rapidamente graças a uma boa aeração
AD2	Quedas de gotas de água	Possibilidade de quedas verticais de água	Locais em que a umidade se condensa ocasionalmente, sob forma de gotas de água, ou em que há a presença ocasional de vapor de água
AD3	Aspersão de água	Possibilidade de chuva caindo numa direção em ângulo	Locais em que a água, ao respingar, forma uma película nas paredes ou solos

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
		máximo de 60°C com a vertical	

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AD4	Projeções de água	Possibilidade de projeções de água em qualquer direção	Locais em que além de haver água nas paredes, os componentes da instalação elétrica também são submetidos a projeções de água; por exemplo, certos aparelhos de iluminação, painéis de canteiros de obra, etc.
AD5	Jatos de água	Possibilidade de jatos de água sob pressão em qualquer direção	Locais que são freqüentemente lavados com ajuda de mangueiras, tais como passeios públicos, áreas de lavagem de carros, etc.
AD6	Ondas	Possibilidade de ondas de água	Locais situados à beira mar, tais como <i>piers</i> , praias, ancoradouros, etc.
AD7	Imersão	Possibilidade de recobrimento intermitente, parcial ou total, por água	Locais susceptíveis de serem inundados e/ou onde a água possa se elevar, no mínimo, a 15 cm acima do ponto mais elevado do equipamento, estando a parte mais baixa do equipamento a, no máximo, 1 m abaixo da superfície da água
AD8	Submersão	Possibilidade de total recobrimento por água de modo permanente	Locais onde os componentes da instalação elétrica sejam totalmente cobertos de água, de maneira permanente, sob uma pressão superior a 10 kPa (0,1 bar, 1 m de água)

4.3.1.4 Presença de corpos sólidos

Conforme tabela 5.

Tabela 5 - Presença de corpos sólidos

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AE1	Desprez	Não existe	Instalações onde não são

	ível	nenhuma quantidade apreciável de poeira ou de corpos estranho	manipulados objetos pequenos
AE2	Objetos pequenos	Presença de corpos sólidos cuja menor dimensão é igual ou superior a 2,5 mm	Ferramentas e pequenos objetos são exemplos de corpos sólidos cuja menor dimensão é igual ou superior a 2,5 mm
AE3	Objetos muito pequenos	Presença de corpos sólidos cuja menor dimensão é igual ou superior a 1mm.	Fios são exemplos de corpos sólidos cuja menor dimensão é igual ou superior a 1 mm
AE4	Poeira	Presença de poeira em quantidade apreciável	Locais empoeirados. Quando as poeiras forem inflamáveis, condutoras, corrosivas ou abrasivas, deve-se considerar simultaneamente outras classes de influências externas, se necessário

Nota:

1 - Nas condições AE2 e AE3 pode existir poeira, desde que esta não tenha influência sobre os materiais elétricos .

4.3.1.5 Presença de substâncias corrosivas ou poluentes

Conforme tabela 6.

Tabela 6 - Presença de substâncias corrosivas ou poluentes

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AF 1	Desprezível	A quantidade ou natureza dos agentes corrosivos ou poluentes não é significativa	—
AF 2	Atmosférica	Presença significativa de agentes corrosivos ou poluentes de origem atmosférica	Instalações localizadas na vizinhança da orla marítima e instalações situadas nas proximidades de estabelecimentos industriais que produzam poluição atmosférica significativa, tais

			como indústrias químicas, fábricas de cimento, etc.; estes tipos de poluição provém principalmente da produção de poeiras abrasivas, isolantes ou condutoras
AF 3	Intermitente	Ações intermitentes ou acidentais de produtos químicos corrosivos ou poluentes de uso corrente	Locais onde se manipulam produtos químicos em pequenas quantidades e onde estes produtos só podem vir a ter contatos acidentais com os materiais elétricos; tais condições encontram-se nos laboratórios de fábricas, laboratórios de estabelecimentos de ensino ou nos locais onde se utilizam hidrocarbonetos (centrais de aquecimento, garagens, etc.)
AF 4	Permanente	Uma ação permanente de produtos químicos corrosivos ou poluentes em quantidades significativas	Indústria química, por exemplo

4.3.1.6 Solicitações mecânicas

Conforme tabelas 7(a) e 7(b).

Tabela 7(a) - Choques mecânicos

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AG 1	Fracos	Meios que podem produzir choques de energia igual ou inferior a 0,25 J	
AG 2	Médios	Meios que podem produzir choques de energia igual ou inferior a 2 J	Condições industriais habituais
AG 3	Significativos	Meios que podem produzir choques de energia igual ou	Condições industriais severas

		inferior a 20 J	
AG 4	Muito significativas	Meios que podem produzir choques de energia superior a 20 J	Condições industriais muito severas

Tabela 7(b) - Vibrações

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AH 1	Fracas	Vibrações desprezíveis	
AH 2	Médias	Vibrações de frequências compreendidas entre 10Hz e 50 Hz e de amplitude igual ou inferior a 0,15 mm	Condições industriais habituais
AH 3	Significativas	Vibrações de frequências compreendidas entre 10 Hz e 150 Hz e de amplitude igual ou inferior a 0,35 mm	Condições industriais severas

4.3.1.7 Presença de flora e mofo

Conforme tabela 8.

Tabela 8 - Presença de flora e mofo

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AK 1	Desprezível	Ausência de riscos de danos devidos à flora ou ao mofo	—

AK 2	Riscos	Riscos de danos devidos à flora ou ao mofo	Os riscos dependem das condições locais e da natureza da flora. Pode-se separá-los em riscos devidos ao desenvolvimento prejudicial da vegetação e riscos devidos à sua abundância
---------	--------	--	--

4.3.1.8 Presença de fauna

Conforme tabela 9.

Tabela 9 - Presença de fauna

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AL 1	Desprezível	Ausência de riscos de danos devidos à fauna	—
AL 2	Riscos	Riscos de danos devidos à fauna (insetos e pequenos animais)	Os riscos dependem da natureza da fauna. Pode-se separá-los em: perigos devidos a insetos em quantidades prejudiciais ou de natureza agressiva; presença de pequenos animais ou de pássaros em quantidades prejudiciais ou de natureza agressiva

4.3.1.9 Influências eletromagnéticas, eletrostáticas ou ionizantes

Conforme tabela 10.

10 - Influências eletromagnéticas, eletrostáticas ou ionizantes

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AM 1	Desprezível	Ausência de efeitos prejudiciais	—

		devidos a correntes parasitas, radiações eletromagnéticas, radiações ionizantes ou correntes induzidas	
A M 2	Correntes parasitas	Presença prejudicial de correntes parasitas	Estas influências encontram-se principalmente nas proximidades de subestações, de emissoras de correntes a alta frequência, de aparelhos que contenham substâncias radioativas, de linhas de alta tensão, de linhas de tração elétrica, etc.
A M 3	Eletromagnéticas	Presença prejudicial de radiações eletromagnéticas	
A M 4	Ionizantes	Presença prejudicial de radiações ionizantes	—
A M 5	Eletrostáticas	Presença prejudicial de influências eletrostáticas	—
A M 6	Indução	Presença prejudicial de correntes induzidas	—

4.3.1.10 Radiações solares

Conforme tabela 11.

Tabela 11 - Radiações solares

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AN 1	Desprezível	—	—
AN 2	Significativas	Radiações solares de intensidade e/ou duração prejudicial	Os efeitos da radiação podem causar um aumento da temperatura e modificações de estrutura de alguns materiais

4.3.1.11 Raios

Conforme tabela 12.

Tabela 12 - Raios

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AQ 1	Desprezível	—	—
AQ 2	Indiretos	Riscos provenientes da rede de alimentação	Instalações alimentadas por linhas aéreas
AQ 3	Diretos	Riscos provenientes da exposição dos equipamentos	Partes da instalação situadas no exterior das edificações

4.3.2 Utilizações**4.3.2.1 Competência das pessoas**

Conforme tabela 13.

Tabela 13 - Competência das pessoas

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
BA 1	Comuns	Pessoas inadvertidas	—
BA 4	Advertidas	Pessoas suficientemente informadas ou supervisionadas por pessoas qualificadas de modo a lhes permitir evitar os perigos que a eletricidade pode apresentar	Pessoal de manutenção e /ou operação trabalhando em locais de serviço elétrico
BA 5	Qualificadas	Pessoas que têm conhecimentos técnicos ou experiência suficiente para lhes permitir evitar os perigos que a eletricidade pode apresentar	Engenheiros e/ou técnicos trabalhando em locais de serviço elétrico fechados

4.3.2.2 Resistência elétrica do corpo humano

Conforme tabela 14.

Tabela 14 - Resistência elétrica do corpo humano

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
BB 1	Elevada	Condições secas	Circunstâncias nas quais a pele está seca (nenhuma umidade, inclusive suor)
BB 2	Normal	Condições úmidas	Passagem da corrente elétrica de uma mão à outra ou de uma mão a um pé, com a pele úmida (suor) e a superfície de contato sendo significativa (por exemplo, um elemento está seguro dentro da mão)
BB 3	Fraca	Condições molhadas	Passagem da corrente elétrica entre as duas mãos e os dois pés, estando as pessoas com os pés molhados ao ponto de se poder desprezar a resistência da pele e dos pés

4.3.2.3 Contatos das pessoas com o potencial local

Conforme tabela 15.

Tabela 15 - Contatos das pessoas com o potencial local

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
BC 3	Frequentes	Pessoas em contato com elementos condutores ou se postando sobre superfícies condutoras	Locais cujos piso e paredes não são isolantes e/ou possuem grandes ou inúmeros elementos condutores

4.3.2.4 Condições de fuga das pessoas em emergências

Conforme tabela 16.

Tabela 16 - Condições de fuga das pessoas em emergências

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
BD 1	Normal	Baixa densidade de ocupação, condições de fuga fáceis	Áreas comuns e de circulação em edificações exclusivamente residenciais de até 15 pavimentos e edificações de outros tipos de até 6 pavimentos

BD 2	Longa	Baixa densidade de ocupação, condições de fuga difíceis	Áreas comuns e de circulação em edificações exclusivamente residenciais com mais de 15 pavimentos e edificações de outros tipos com mais de 6 pavimentos
---------	-------	---	--

4.3.2.5 Natureza das matérias processadas ou armazenadas

Conforme tabela 17.

Tabela 17 - Natureza das matérias processadas ou armazenadas

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
BE 1	Riscos desprezíveis	—	—
BE 2	Riscos de incêndio	Presença, processamento, fabricação ou armazenamento de matérias inflamáveis, inclusive a presença de pós	
BE 3	Riscos de explosão	Presença, tratamento ou armazenamento de matérias explosivas ou que tenham ponto de fulgor baixo, inclusive a presença de pós explosivos	Refinarias e locais de armazenamento de hidrocarbonetos

4.3.3 Construção das edificações

4.3.3.1 Materiais de construção

Conforme tabela 18.

Tabela 18 - Materiais de construção

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
CA 1	Não combustíveis	—	—
CA 2	Combustíveis	Edificações construídos	Edificações construídas principalmente com madeira ou

		principalmente com materiais combustíveis	com outros materiais combustíveis
--	--	---	-----------------------------------

4.3.3.2 Estrutura das edificações

Conforme tabela 19.

Tabela 19 - Estrutura das edificações

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
CB 1	Riscos desprezíveis	—	—
CB 2	Propagação de incêndio	Edificações cuja forma e dimensões facilitam a propagação de incêndio (por exemplo, efeito de chaminé)	Edificações de grande altura (ver BD2 - tabela 16) ou edificações com sistemas de ventilação forçada
CB 3	Movimentos	Riscos devidos a movimentos de estrutura (por exemplo, deslocamentos entre partes deferentes de um prédio ou entre um prédio e o solo), assentamento dos terrenos ou das fundações das edificações	Edificações de grande altura ou construídas sobre terrenos não estabilizados
CB 4	Flexíveis ou instáveis	Construções frágeis ou que possam ser submetidas a movimentos (tais como oscilações)	Instalações sob toldos, fixadas a divisórias ou paredes desmontáveis, ou em coberturas inflamáveis

4.4 Manutenção

Deve-se estimar a frequência e a qualidade de manutenção da instalação, tendo em conta a durabilidade prevista. Essas características devem ser consideradas ao aplicar-se as prescrições dos capítulos 5, 6, 7 e 8 desta Norma, de forma que:

- a) toda verificação periódica, ensaio, manutenção e reparo necessários possam ser realizados de maneira fácil e segura;
- b) a eficácia das medidas de proteção para segurança esteja garantida;
- c) a confiabilidade dos componentes seja apropriada à durabilidade prevista.

5 Proteção para garantir a segurança

As medidas de proteção para garantir a segurança podem ser aplicadas a uma instalação completa, a uma parte de uma instalação ou a um componente.

A ordem em que as medidas de proteção são descritas não implica em qualquer noção de importância relativa.

5.1 Proteção contra choques elétricos

A proteção contra choques elétricos deve ser prevista pela aplicação das medidas especificadas em :

- a) 5.1.1 para a proteção contra contato direto.
- b) 5.1.2 para a proteção contra contato indireto.

5.1.1 Proteção contra contato direto

5.1.1.1 Proteção por isolamento das partes vivas

A isolamento é destinada a impedir todo contato com as partes vivas da instalação elétrica. As partes vivas devem ser completamente recobertas por uma isolamento que só possa ser removida através de sua destruição. Observe-se que:

- a) para os componentes montados em fábrica, a isolamento deve atender às prescrições relativas a esses componentes;
- b) para os demais componentes, a proteção deve ser garantida por uma isolamento capaz de suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas às quais possa ser submetida;
- c) as tintas, vernizes, lacas e produtos análogos não são, geralmente, considerados como constituindo uma isolamento suficiente no quadro da proteção contra os contatos diretos.

NOTA - Quando a isolamento for feita durante a execução da instalação, a qualidade desta isolamento deve ser verificada através de ensaios análogos aos destinados a verificar a qualidade da isolamento de equipamentos similares industrializados.

5.1.1.2 Proteção por meio de barreiras ou invólucros

5.1.1.2.1 As barreiras ou invólucros são destinados a impedir todo contato com as partes vivas da instalação elétrica, conforme NBR 6146.

5.1.1.2.2 As partes vivas devem estar no interior de invólucros ou atrás de barreiras que confirmam pelo menos o grau de proteção IP3X . Entretanto, se aberturas maiores do que

as admitidas para IP3X se produzirem durante a manipulação ou substituição de componentes, ou forem necessárias para permitir o funcionamento adequado dos componentes, de acordo com as prescrições aplicáveis a esses componentes, devem ser tomadas precauções para:

- a) impedir que pessoas ou animais toquem acidentalmente as partes vivas; e
- b) garantir, que as pessoas sejam advertidas de que as partes acessíveis através da abertura são vivas e não devem ser tocadas intencionalmente.

5.1.1.2.3 As superfícies superiores das barreiras ou dos invólucros horizontais que sejam facilmente acessíveis devem atender pelo menos ao grau de proteção IP4X.

5.1.1.2.4 As barreiras e invólucros devem ser fixados de forma segura e possuir robustez e durabilidade suficientes para manter os graus de proteção e a apropriada separação das partes vivas nas condições normais de serviço, levando-se em conta as condições de influências externas relevantes.

5.1.1.2.5 A supressão das barreiras, a abertura dos invólucros ou coberturas ou a retirada de partes dos invólucros ou coberturas não deve ser possível a não ser:

- a) com a utilização de uma chave ou de uma ferramenta; e
- b) após a desenergização das partes vivas protegidas por essas barreiras, invólucros ou coberturas, não podendo ser restabelecida a tensão enquanto não forem recolocadas as barreiras, invólucros ou coberturas;

ou

Nota - Esta prescrição é atendida com utilização de intertravamento mecânico e/ou elétrico.

- c) que haja interposta uma segunda barreira ou isolação que não possa ser retirada sem a desenergização das partes vivas protegidas por essas barreiras, e que impeça qualquer contato com as partes vivas.

5.1.1.3 Proteção por meio de obstáculos

5.1.1.3.1 Os obstáculos são destinados a impedir os contatos fortuitos com partes vivas, mas não os contatos voluntários por uma tentativa deliberada de contorno do obstáculo.

5.1.1.3.2 Os obstáculos devem impedir:

- a) uma aproximação física não intencional das partes vivas (por exemplo, por meio de corrimões ou de telas de arame);
- b) contatos não intencionais com partes vivas por ocasião de operação de equipamentos sob tensão (por exemplo, por meio de telas ou painéis sobre os seccionadores).

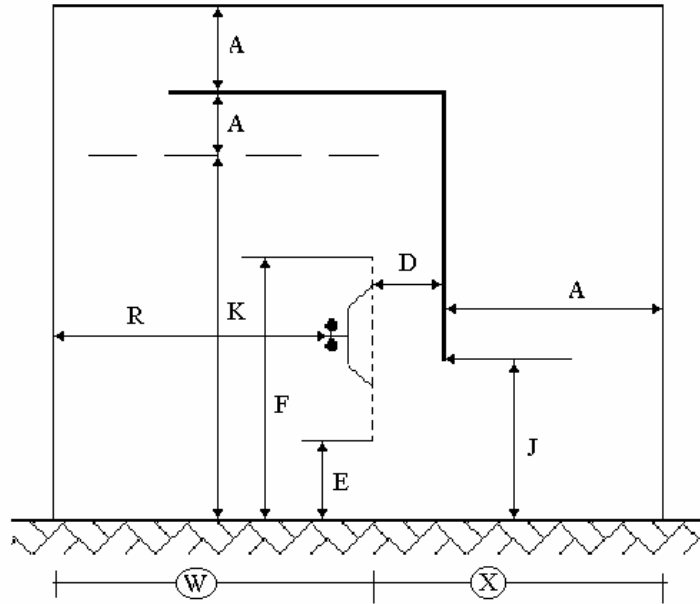
5.1.1.3.3 Os obstáculos podem ser desmontáveis sem a ajuda de uma ferramenta ou de uma chave, entretanto, devem ser fixados de forma a impedir qualquer remoção involuntária.

5.1.1.4 Proteção parcial por colocação fora de alcance

5.1.1.4.1 A colocação fora de alcance é somente destinada a impedir os contatos fortuitos com as partes vivas.

5.1.1.4.2 Quando há o espaçamento, este deve ser suficiente para que se evite que pessoas circulando nas proximidades das partes vivas em média tensão possam entrar em contato com essas partes, seja diretamente ou por intermédio de objetos que elas manipulem ou que transportem.

5.1.1.4.3 Os espaçamentos previstos para instalações internas são definidas nas figuras 7(a) e 7(b) com os valores da tabela 20 e para instalações externas na figuras 8 com os



valores da tabela 21.

Figura 7(a) – Espaçamento para instalações internas – circulação por um lado

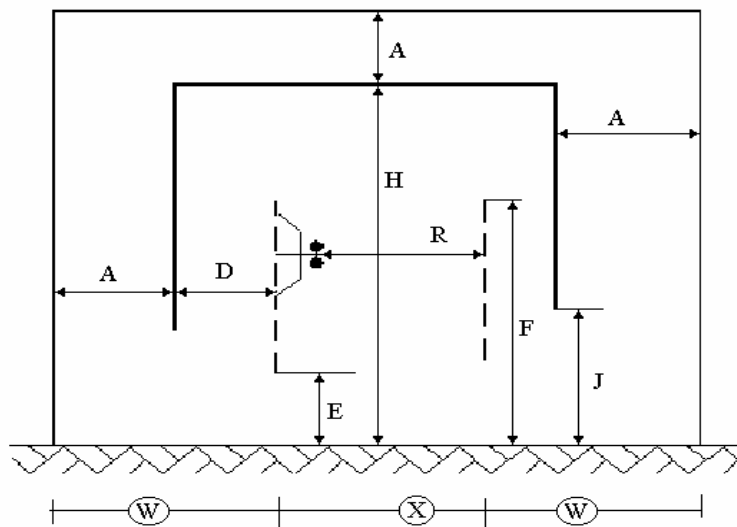


Figura 7(b) – Espaçamento para instalações internas – circulação por mais de um lado

Tabela 20 – Espaçamento para instalações internas

Espaçamento para instalações internas
Dimensões mínimas (mm)

D	300 até 24,2kV	Distancia entre a parte viva e um anteparo vertical
	400 para 36,2kV	
A	-	(fase e terra) valores da tabela 3
R	1200	locais de manobra
H	2700	altura mínima de uma parte viva c/ circulação
K	2000	Altura mínima de um anteparo horizontal
F	1700	Altura mínima de um anteparo vertical
J	E+300	altura mínima de uma parte viva sem circulação
Dimensões máximas (mm)		
E	300	Distância máxima da parte inferior de um anteparo vertical e o piso
malha	20	abertura da malha

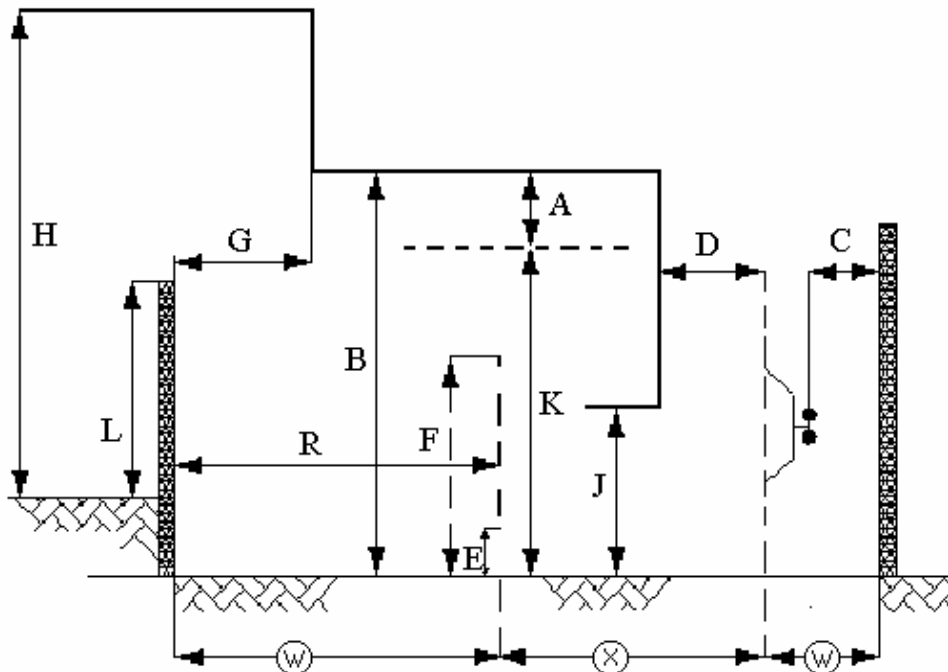


Figura 8 – Espaçamento para instalações externas ao nível do piso
Tabela 21 – Espaçamento para instalações externas

Espaçamento para instalações externas ao nível do piso		
Dimensões mínimas (mm)		
A	1500	distância entre a parte viva e a proteção externa
B	4000	altura mínima de uma parte viva c/ circulação
C	1500	locais de manobra
D	500	Distancia entre a parte viva e um anteparo vertical
F	2000	altura mínima de um anteparo vertical
H	6000	em ruas, avenidas e entradas de prédios e demais locais com transito de veículos
	5000	em local com transito de pedestres somente
	9000	em ferrovias
	7000	em rodovias
J	800	altura da parte viva
K	2200	altura de um anteparo horizontal
L	2000	altura da proteção externa
R	2000	circulação
Dimensões máximas (mm)		
E	600	altura máxima de um anteparo vertical
malha	20	para rede de proteção interna

5.1.2 Proteção contra contatos indiretos

5.1.2.1 Princípio básico

5.1.2.1.1 Aterramento

As massas devem ser ligadas a condutores de proteção nas condições especificadas em 4.2.3 para cada esquema de aterramento. Massas simultaneamente acessíveis devem ser ligadas à mesma rede de aterramento individualmente, por grupos ou coletivamente.

NOTA - As disposições referentes ao aterramento e aos condutores de proteção devem satisfazer às prescrições de 6.4.

5.1.2.1.2 Ligação eqüipotencial

A tensão de contato em qualquer ponto da instalação não pode ser superior à tensão de contato limite (U_L), com valor indicado na tabela 22. Aos limites indicados aplicam-se as tolerâncias definidas na IEC 38. Esta regra é satisfeita se a ligação eqüipotencial for realizada em conformidade com a prescrição (a) a seguir.

Tabela 22 – Valores máximos da tensão de contato limite U_L (V)

Natureza da corrente	Situação 1 ¹⁾	Situação 2 ¹⁾
Alternada, 15 Hz – 1000 Hz	50	25
Contínua sem ondulação ²⁾	120	60
<p>1) situação 1 Área Interna situação 2 Área Externa</p> <p>2) Uma tensão contínua "sem ondulação" é convencionalmente definida como apresentando uma taxa de ondulação não superior a 10% em valor eficaz; o valor de crista máximo não deve ultrapassar: 140 V para um sistema em corrente contínua sem ondulação com 120 V nominais, ou 70 V para um sistema em corrente contínua sem ondulação com 60 V nominais.</p>		

a) **Ligação eqüipotencial principal** – Em cada edificação deve existir uma ligação eqüipotencial principal reunindo os seguintes elementos:

- condutor(es) de proteção principal(is);
- condutores de eqüipotencialidade principais ligados a canalizações metálicas de utilidades e serviços e a todos os demais elementos condutores estranhos à instalação, incluindo os elementos metálicos da construção e outras estruturas metálicas;
- condutor(es) de aterramento;
- eletrodo(s) de aterramento de outros sistemas (por exemplo: de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, etc.).

NOTAS :

- 1 - A ligação eqüipotencial principal, via de regra, é realizada pelo terminal de aterramento principal (ver 6.4.2.4).
 2 - Quando tais elementos originarem-se do exterior da edificação, sua conexão à ligação eqüipotencial principal deve ser efetuada o mais próximo possível do ponto em que penetram na edificação.
 3 - Os condutores de eqüipotencialidade devem satisfazer às prescrições de 6.4.

5.2 – Proteção contra efeitos térmicos

5.2.1 – Generalidades

As pessoas, os componentes fixos de uma instalação elétrica, bem como os materiais fixos adjacentes, devem ser protegidos contra os efeitos prejudiciais do calor ou radiação térmica produzida pelos equipamentos elétricos, particularmente quanto a:

- a) riscos de queimaduras;
- b) prejuízos no funcionamento seguro de componentes da instalação;
- c) combustão ou deterioração de materiais.

5.2.2 Proteção contra incêndio

5.2.2.1 Os componentes elétricos não devem apresentar perigo de incêndio para os materiais vizinhos. Devem ser observadas, além das prescrições desta Norma, eventuais instruções relevantes dos fabricantes.

5.2.2.2 Os componentes fixos, cujas superfícies externas possam atingir temperaturas que venham a causar perigo de incêndio a materiais adjacentes, devem:

- a) ser montados sobre materiais ou contidos no interior de materiais que suportem tais temperaturas e sejam de baixa condutância térmica; ou
- b) ser separados dos elementos da construção do prédio por materiais que suportem tais temperaturas sejam de baixa condutância térmica; ou

c) ser montados de modo a permitir a dissipação segura do calor, a uma distância segura de qualquer material em que tais temperaturas possam ter efeitos térmicos prejudiciais, sendo que qualquer meio de suporte deverá ser de baixa condutância térmica.

5.2.2.3 Os componentes fixos que apresentem efeitos de focalização ou concentração de calor devem estar a uma distância suficiente de qualquer objeto fixo ou elemento do prédio, de modo a não submetê-los, em condições normais, a elevação perigosa de temperatura.

5.2.2.4 Os materiais dos invólucros dispostos em torno de componentes elétricos durante a instalação devem suportar a maior temperatura susceptível de ser produzida pelo componente. Materiais combustíveis não são adequados para a construção destes invólucros, a menos que sejam tomadas medidas preventivas contra a ignição, tais como o revestimento com material incombustível ou de combustão difícil e de baixa condutância térmica.

5.2.3 Proteção contra queimaduras

5.2.3.1 As partes acessíveis de equipamentos elétricos que estejam situadas na zona de alcance normal não devem atingir temperaturas que possam causar queimaduras em pessoas e devem atender aos limites de temperatura indicados na tabela 23. Todas as partes da instalação que possam, em serviço normal, atingir, ainda que por períodos curtos, temperaturas que excedam os limites dados na tabela 23, devem ser protegidas contra qualquer contato acidental. Os valores da tabela 23 não se aplicam a componentes cujas temperaturas limites das superfícies expostas, no que concerne à proteção contra queimaduras, sejam fixadas por normas específicas.

Tabela 23 - Temperaturas máximas das superfícies externas dos equipamentos elétricos dispostos no interior da zona de alcance normal

Tipo de superfície	Temperaturas máximas (°C)
Superfícies de alavancas, volantes ou punhos de dispositivos de controle manuais:	
- metálicas	55
- não-metálicas	65
Superfícies previstas para serem tocadas em serviço normal mas não destinadas a serem mantidas à mão de forma contínua:	
- metálicas	70
- não-metálicas	80
Superfícies acessíveis mas não destinadas a serem tocadas em serviço normal:	
- metálicas	80
	90

- não-metálicas	
-----------------	--

NOTAS :

1 - Esta prescrição não se aplica a materiais cujas normas fixam limites de temperatura ou de aquecimento para as superfícies acessíveis.

2 - A distinção entre superfícies metálicas e não metálicas depende da condutividade térmica da superfície considerada. Camadas de tinta e de verniz não são consideradas como modificando a condutividade térmica da superfície. Ao contrário, certos revestimentos plásticos podem reduzir sensivelmente a condutividade térmica de uma superfície metálica e permitir considerá-la como não metálica.

3 - Para dispositivos de controle manuais, dispostos no interior de invólucros, que somente sejam acessíveis após a abertura do invólucro (por exemplo, alavancas de emergência ou alavancas de desligamento) e que não sejam utilizados freqüentemente, podem ser admitidas temperaturas mais elevadas.

5.3 Proteção contra sobrecorrentes

5.3.1 Proteção geral (subestação de entrada de energia)

É considerada proteção geral o dispositivo situado entre o ponto de entrega de energia e a origem da instalação . Esta proteção geral deve seguir, no mínimo, o especificado em 5.3.1.1 e 5.3.1.2.

5.3.1.1 Capacidade instalada menor ou igual a 300 kVA

Em uma subestação unitária com capacidade instalada menor ou igual a 300 kVA, a proteção geral deverá ser realizada por meio de um disjuntor acionado através de relés secundários com as funções 50 e 51 , fase e neutro (onde é fornecido o neutro) ou por meio de chave seccionadora e fusível , sendo que, neste caso, a proteção geral, na baixa tensão, deverá ser realizada através de disjuntor.

5.3.1.2 Capacidade instalada maior que 300 kVA

Em uma subestação com capacidade instalada maior que 300 kVA , a proteção geral deverá ser realizada exclusivamente por meio de um disjuntor, na média tensão, acionado através de relés secundários com as funções 50 e 51 , fase e neutro (onde é fornecido o neutro) .

5.3.2 Proteção contra correntes de sobrecarga

Os condutores vivos devem ser protegidos contra as correntes de sobrecargas , exceto quando alimentam cargas (transformadores, motores, etc.) que possuem sua própria proteção contra as sobrecargas.

5.3.3 Proteção contra correntes de curto-circuito

Os condutores vivos devem ser protegidos contra correntes de curto-circuito que possam provocar danos.

5.3.4 Natureza dos dispositivos de proteção

Os dispositivos de proteção devem ser escolhidos dentre os indicados em 5.3.4.1 e 5.3.4.2 .

5.3.4.1 Dispositivos que garantem simultaneamente a proteção contra correntes de sobrecarga e contra correntes de curto-circuito

Esses dispositivos de proteção devem poder interromper qualquer sobrecorrente menor ou igual à corrente de curto-circuito presumida no ponto em que o dispositivo está

instalado. Tais dispositivos podem ser disjuntores acionados através de relés secundários com as funções 50 e 51 , fase e neutro (onde é fornecido o neutro). Não são aceitos relés de princípio com retardo a líquido .

NOTAS:

1- Quando forem utilizados relés com as funções 50 e 51 do tipo microprocessado, digital, auto-alimentados ou não , deverá ser garantido, na falta de energia , uma fonte de alimentação de substituição , com autonomia mínima de 2 horas , que garanta a sinalização dos eventos ocorridos e o acesso à memória de registro dos relés .

2- Os transformadores de corrente de proteção conectados aos relés secundários devem ser instalados sempre a montante do disjuntor ou chave a ser atuado(a) , garantindo assim a proteção contra falhas do próprio dispositivo .

3- Para qualquer tipo de relé, deverá ser instalado um dispositivo exclusivo que garanta a energia necessária ao acionamento da bobina de abertura do disjuntor, que permita teste individual, recomendando-se o uso de fonte capacitiva.

5.3.4.2 Dispositivos que garantem apenas a proteção contra corrente de curto-circuito

Tais dispositivos podem ser utilizados quando a proteção contra sobrecargas for realizada por outros meios ou quando se admitir a omissão da proteção contra sobrecargas . Esses dispositivos devem poder interromper qualquer corrente de curto-circuito menor ou igual à corrente de curto-circuito presumida . Podem ser utilizados :

- a) disjuntores acionados através de relés com a função 50 .
- b) dispositivos fusíveis limitadores de corrente conforme a NBR 8669 e do tipo expulsão conforme a NBR 7282 para uso exclusivo em instalações externas .

5.4 Proteção contra sobretensões

As sobretensões nas instalações elétricas de média tensão não devem comprometer a segurança das pessoas, nem a integridade das próprias instalações e dos equipamentos servidos.

5.5 Proteção contra mínima tensão, máxima tensão e falta de tensão.

5.5.1.1 Devem ser estudadas medidas de proteção quando uma queda de tensão significativa (ou sua falta total) e o posterior restabelecimento desta, foram susceptíveis de criar perigo para pessoas e bens ou de perturbar o bom funcionamento da instalação.

NOTA: No caso da proteção contra quedas e faltas de tensão, normalmente são utilizados relés de subtensão acoplados a dispositivos de seccionamento.

5.5.1.2 Quando aplicável, a proteção de máxima tensão deverá atuar no dispositivo de seccionamento apropriado.

5.6 Proteção contra inversão de fase

Quando aplicável, as instalações devem ser protegidas contra inversão de fase, de forma que o relé de proteção atue no dispositivo principal de seccionamento.

5.7 Proteção das pessoas que trabalham nas instalações elétricas de média tensão

As instalações elétricas deverão ser construídas e instaladas de forma que possam ser empregadas as medidas necessárias para garantir a proteção das pessoas que trabalham nas instalações elétricas .

5.7.1 – Os equipamentos de proteção a serem utilizados pelos trabalhadores são, no

mínimo, os seguintes : capacetes, óculos de segurança, luvas e botas e estrado ou tapete isolante .

5.7.2 Os equipamentos deverão ser providos de meios que permitam, quando necessário, o seu isolamento da instalação.

5.7.3 Equipamentos deverão ser providos para que a instalação completa ou partes da instalação possam ser isoladas , dependendo das condições operacionais. Isto poderá ser realizado, por exemplo, desligando-se interruptores ou removendo-se elos ou interligações.

5.7.4 Instalação ou partes de instalações que possam ser energizadas por várias fontes deverão ser dispostas de forma que todas as fontes possam ser isoladas.

5.7.5 Se os pontos de neutro de vários equipamentos estão arranjados em paralelo, deverá ser possível isolá-los separadamente. Isto também se aplica às bobinas e resistores de falta à terra, sendo que a proteção de sobretensão deverá ser mantida.

5.7.6 Deverão ser providos meios para descarregar os equipamentos que ainda possam transferir potencial após a sua desconexão da instalação, como, por exemplo, capacitores.

5.7.7 Dispositivos para prevenção de religamento dos equipamentos de isolamento
Os equipamentos empregados com o propósito de isolamento deverão ser providos de dispositivos elétricos e/ou mecânicos apropriados que garantam a sua condição de isolamento.

Quando partes removíveis, como, por exemplo, os fusíveis ou disjuntores extraíveis, são utilizadas para a desconexão da instalação completa ou parte dela e são substituídas por coberturas ou barreiras, essas deverão ser montadas de tal forma que a sua remoção somente possa ser executada com o uso de ferramenta apropriada.

Os equipamentos que são operados manualmente deverão permitir o uso de dispositivos de travamento mecânico para evitar o seu religamento.

5.7.8 Dispositivos para a verificação do estado de desenergização

Dispositivos para a verificação do estado de desenergização deverão ser disponibilizados para garantir a segurança das pessoas que trabalham nas instalações elétricas.

Os dispositivos deverão permitir que o estado de desenergização possa ser verificado em todos os pontos onde o trabalho será realizado.

NOTA: Tanto dispositivos fixos como portáteis podem ser utilizados para atender a este requisito.

5.7.9 Dispositivos para aterramento e curto-circuitamento

5.7.9.1 Cada parte de uma instalação que possa ser isolada de outras partes deverá possuir dispositivos que permitam o seu aterramento e curto-circuitamento.

NOTA: Equipamentos como, por exemplo, transformadores e capacitores, deverão ser providos de meios para seu aterramento e curto-circuitamento no ponto de sua instalação. Este requisito não deverá ser aplicado a partes do sistema onde isto não for praticável ou é desapropriado (por exemplo, transformadores ou máquinas elétricas com terminações seladas ou terminações flangeadas de cabos). Nestes casos, o aterramento e o curto-circuitamento deverão ser realizados nos respectivos cubículos ou compartimentos situados nos lados primário e secundário.

5.7.9.2 Para cada parte da instalação, deverão ser providos pontos de conexão facilmente acessíveis e apropriadamente dimensionados no sistema de aterramento e nas partes vivas para permitir a conexão dos dispositivos de aterramento e curto-circuitamento. Os mecanismos existentes em cubículos ou compartimentos deverão ser projetados de forma a permitir a conexão manual dos dispositivos de aterramento e curto-circuitamento.

5.7.9.3 Quando o aterramento e curto-circuitamento são feitos por chaves de aterramento controladas remotamente, a posição da chave deverá ser fielmente transmitida para o ponto de controle remoto

5.8 Proteção contra fuga de líquido isolante

NOTA: Em todos os casos descritos a seguir, os regulamentos das autoridades competentes deverão ser atendidos.

5.8.1 As instalações que contenham 1000 litros ou mais de líquido isolante deverão ser providas de tanque de contenção.

5.8.2 Nas instalações abrigadas, pisos impermeáveis com soleira apropriada poderão ser utilizados como depósito se não mais que três transformadores ou outros equipamentos estejam instalados e que cada um deles contenha menos de 1000 litros.

5.8.3 Nas instalações não abrigadas, pisos impermeáveis com soleira apropriada poderão ser utilizados como depósito que não seja destinado a conter todo o líquido, mesmo sem tanques de contenção, se a superfície poluída puder ser removida e se o líquido não for destinado aos sistemas de drenagem ou córregos. Isto não se aplica a áreas de contenção, a zonas de proteção de mananciais e outros casos especiais, nos quais as autoridades competentes deverão ser consultadas.

5.9 Proteção contra perigos resultantes de faltas por arco

Os dispositivos e equipamentos que podem gerar arcos durante a sua operação devem ser selecionados e instalados de forma a garantir a segurança das pessoas que trabalham nas instalações.

NOTA: A seguir, são relacionadas algumas medidas para garantir a proteção das pessoas contra os perigos resultantes de faltas por arco:

- a) Utilização de um ou mais dos seguintes meios:
 - dispositivos de abertura sob carga;
 - chave de aterramento resistente ao curto-circuito presumido;
 - sistemas de intertravamento;
 - fechaduras com chave não intercambiáveis.
- b) Corredores operacionais tão curtos, altos e largos quanto possível;
- c) Coberturas sólidas ou barreiras ao invés de coberturas perfuradas ou telas;
- d) Equipamentos testados para resistir às faltas de arco internas;
- e) Emprego de dispositivos limitadores de corrente;
- f) Seleção de tempos de interrupção muito curtos, o que pode ser obtido através de relés instantâneos ou através de dispositivos sensíveis a pressão, luz ou calor atuando em dispositivos de interrupção rápidos;
- g) Operação da instalação a uma distância segura.

6 Seleção e instalação dos componentes

6.1 Prescrições comuns a todos os componentes da instalação

6.1.1 Generalidades

6.1.1.1 A escolha do componente e sua instalação devem permitir que sejam obedecidas as medidas de proteção para garantir a segurança, as prescrições para garantir um funcionamento adequado ao uso da instalação e as prescrições apropriadas às condições de influência externas previsíveis.

6.1.1.2 Os componentes devem ser selecionados e instalados de forma a satisfazer às prescrições enunciadas nesta seção, bem como às prescrições aplicáveis das outras seções desta Norma.

6.1.2. Conformidade com as normas

6.1.2.1 Os componentes da instalação devem satisfazer às normas brasileiras que lhes sejam aplicáveis e, na falta destas, às norma IEC e ISO.

6.1.2.2 Na falta de normas brasileiras, IEC e ISO, os componentes devem ser selecionados através de acordo especial entre o projetista e o instalador.

6.1.3 Condições de serviço e influências externas

6.1.3.1 Condições de serviço

6.1.3.1.1 Tensão

Os componentes devem ser adequados à tensão nominal (valor eficaz em corrente alternada) da instalação. Se, numa instalação que utiliza o esquema IT, o condutor neutro for distribuído, os componentes ligados entre uma fase e o neutro devem ser isolados para a tensão entre fases.

6.1.3.1.2 Corrente

Os componentes devem ser escolhidos considerando-se a corrente de projeto (valor eficaz em corrente alternada) que possa percorrê-los em serviço normal. Deve-se igualmente considerar a corrente susceptível de percorrê-los em condições anormais, levando-se em conta a duração da passagem de uma tal corrente, em função das características de funcionamento dos dispositivos de proteção.

6.1.3.1.3 Freqüência

Se a freqüência tiver influência sobre as características dos componentes, a freqüência nominal do componente deve corresponder à freqüência da corrente no circuito pertinente.

6.1.3.1.4 Potência

Os componentes escolhidos segundo suas características de potência devem ser adequados às condições normais de serviço, considerando os regimes de carga que possam ocorrer.

6.1.3.1.5 Compatibilidade

A menos que sejam tomadas medidas adequadas quando da instalação, os componentes devem ser escolhidos de modo a não causar, em serviço normal, efeitos prejudiciais, quer aos demais componentes, quer à rede de alimentação, incluindo condições de manobra. Cuidados específicos devem ser observados no caso do emprego de condutores de alumínio.

6.1.3.2 Influências externas

6.1.3.2.1 Os componentes devem ser selecionados e instalados de acordo com as

prescrições da tabela 24. Essa tabela indica as características dos componentes em função das influências externas a que podem ser submetidos e que são definidas em 4.3. As características dos componentes são determinadas, seja por um grau de proteção, seja por conformidade com ensaios.

Tabela 24 - Características dos componentes da instalação em função das influências externas

Código	Influências externas	Características exigidas para seleção e instalação dos componentes
A - Condições ambientais (4.3.1)		
AA	Temperatura ambiente (4.3.1.1)	Componentes especialmente projetados ou disposições apropriadas Podem ser necessárias certas precauções suplementares (por exemplo, lubrificação especial) Normal (em certos casos podem ser necessárias precauções especiais) Normal Componentes especialmente projetados ou disposições apropriadas ¹
AA3	- 25 °C + 5 °C }	
AA4	- 5 °C + 40 °C	
AA5	- 5 °C + 40 °C	
AA6	+ 5 °C + 60 °C	
AC	Altitude (4.3.1.2)	
AC1	≤ 1000m	
AC2	> 1000m	
AD	Presença de água (4.3.1.3)	IPX0 IPX1 IPX3 IPX4 IPX5 IPX6 IPX7 IPX8
AD1	Desprezível	
AD2	Quedas de gotas de água	
AD3	Aspersão de água	
AD4	Projeção de água	
AD5	Jatos de água	
AD6	Ondas	
AD7	Imersão	
AD8	Submersão	
AE	Presença de corpos sólidos (4.3.1.4)	IP0X } IP3X } Ver também 5.1.2 IP4X } { IP5X Se as poeiras puderem penetrar sem { prejudicar o funcionamento do componente IP6X Se as poeiras não devem penetrar no { componente
AE1	Desprezível	
AE2	Objetos pequenos (2,5 mm)	
AE3	Objetos muito pequenos (1mm)	
AE4	Poeira	

Tabela 24(continuação)

Código	Influências externas	Características exigidas para seleção e instalação dos componentes
A - Condições ambientais (4.3.1)		
AF	Presença de substâncias corrosivas ou poluentes (4.3.1.5)	Normal
AF1	Desprezível	

AF2	Agentes atmosféricos	De acordo com a natureza dos agentes
AF3	Intermitente	Proteção contra corrosão definida pelas especificações dos componentes
AF4	Permanente	Componentes especialmente projetados de acordo com a natureza dos agentes
AG	Choques mecânicos (4.3.1.6)	
AG1	Fracos	Normal. Por exemplo, componentes para uso doméstico ou análogo
AG2	Médios	Componentes para uso industrial, quando aplicável, ou proteção reforçada
AG3	Significativos	Proteção reforçada
AG4	Muito significativos	Proteção muito reforçada
AH	Vibrações (4.3.1.6)	
AH1	Fracas	Normal
AH2	Média }]	Componentes especialmente projetados ou disposições especiais
AH3	Significativas]]	
AK	Presença de flora ou mofo (4.3.1.7)	
AK1	Desprezível	Normal
AK2	Riscos	Proteção especiais tais como: - grau de proteção aumentado (ver AE); - componentes especiais ou revestimentos protegendo os invólucros - disposições para evitar a presença de flora.
AL	Presença de fauna (4.3.1.8)	
AL1	Desprezível	Normal
AL2	Riscos	A proteção pode compreender: - um grau de proteção adequado contra a penetração de corpos sólidos (ver AE); - uma resistência mecânica suficiente (ver AG); - precauções para evitar a presença de fauna (como limpeza, uso de pesticidas); - componentes especiais ou revestimentos protegendo os invólucros
AM	Influências eletromagnéticas, eletrostáticas ou ionizantes (4.3.1.9)	
AM1	Desprezível	Normal
AM2	Correntes parasitas	Proteção especial tais como: - isolamento adequada; - revestimentos protetores especiais; - proteção catódica; - equipotencialidade suplementar

Tabela 24(continuação)

Código	Influências externas	Características exigidas para seleção e instalação dos componentes
A - Condições ambientais (4.3.1)		
AM3	Eletromagnéticas }]	Proteção especiais tais como: - distanciamento das fontes de radiação - interposição de telas protetoras - invólucros especiais
AM4	Ionizantes]]	
AM5	Eletrostáticas	Proteções especiais tais como: - isolamento apropriada do local; - equipotencialidade suplementar
AM6	Induções	Proteções especiais tais como:

		- distanciamento das fontes de corrente induzida; - interposição de telas protetoras
AN AN1 AN2	Radiações solares (4.3.1.10) Desprezíveis Significativas	Normal Disposições especiais tais como: - materiais resistentes à radiação ultravioleta; - revestimentos de cores especiais; - interposição de telas protetoras
AQ AQ1 AQ2 AQ3	Raios (4.3.1.11) Desprezíveis Indireto Direto	Normal Em estudo Em estudo
B - Utilizações (4.3.2)		
BA BA1 BA4 BA5	Competência de pessoas (4.3.2.1) Comuns Advertidas Qualificadas	Componentes protegidos contra contatos diretos e indiretos Componentes não protegidos contra contatos diretos admitidos apenas nos locais que só sejam acessíveis a pessoas devidamente autorizadas
BB BB1 BB2 BB3	Resistência elétrica do corpo humano (4.3.2.2) Elevada Normal Fracá	Normal Normal Medidas de proteção apropriadas (ver 5.8.1)

Tabela 24(conclusão)

Código	Influências externas	Características exigidas para seleção e instalação dos componentes
B - Utilizações (4.3.2)		
BC BC3	Contatos de pessoas com o potencial de terra (4.3.2.3) Freqüentes	Componentes protegidos contra contatos diretos e indiretos
BD BD1 BD2	Fuga das pessoas em emergência (4.3.2.4) Normal Longa	Normal Componentes constituídos de materiais não propagantes de chama e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos ou utilização de materiais não propagantes de chama e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos que envolvam os componentes da instalação
BE BE1 BE2 BE3	Natureza dos materiais processados ou armazenados (4.3.2.5) Riscos desprezíveis Riscos de incêndio Riscos de explosão	Normal Componentes constituídos de materiais não propagantes de chama. Disposições tais que uma elevação significativa da temperatura, ou uma faísca, no componente, não possa provocar incêndio no exterior. Utilização de materiais não propagantes de chama e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos que envolvam os componentes da instalação Componentes adequados para atmosferas explosivas

C - Construção de edificações (4.3.3)		
CA	Materiais de construção (4.3.3.1)	
CA1	Não combustíveis	Normal
CA2	Combustíveis	Em estudo
CB	Estrutura das edificações (4.3.3.2)	
CB1	Riscos desprezíveis	Normal
CB2	Propagação de incêndio	Componentes constituídos de materiais não propagantes de chama, incluindo fogo de origem não elétrica. Barreiras corta-fogo. Utilização de materiais não propagantes de chama e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos que envolvam os componentes da instalação NOTA - Podem ser previstos detectores de incêndio
CB3	Movimentos	Juntas de dilatação ou de expansão nas linhas elétricas

6.1.3.2.2 Quando um componentes não possuir, por construção, as características correspondentes às influências externas do local, ele poderá ser utilizado sob a condição de que seja provido, por ocasião da execução da instalação, de uma proteção complementar apropriada. Esta proteção não pode afetar as condições de funcionamento do componente protegido.

6.1.3.2.3 Quando diferentes influências externas se produzirem simultaneamente, seus efeitos podem ser independentes ou influenciar-se mutuamente e os graus de proteção devem ser escolhidos de acordo.

6.1.3.2.4 A escolha das características dos componentes em função das influências externas é necessária não somente para seu funcionamento correto, mas também para garantir a confiabilidade das medidas de proteção, em conformidade com as prescrições de 5.1 a 5.6. As medidas de proteção associadas à construção dos componentes são válidas apenas para as condições de influências externas dadas se os correspondentes ensaios previstos nas normas dos componentes forem prescritos para aquelas condições.

NOTAS

1 Para efeito desta Norma, são considerados como “normais” as seguintes classes de influências externas:

- AA (temperatura ambiente): AA4;
- AB (umidade atmosférica): ainda não normalizada;
- outras condições ambientais (AC a AR): XX1 de cada parâmetro;
- condições de utilização e de construção das edificações (B e C): XX1 para todos os parâmetros, exceto XX2 para o parâmetro BC.

2 A palavra “normal” que figura na terceira coluna da tabela 24 significa que o componente deve satisfazer, de modo geral, às normas brasileiras aplicáveis (ou, na sua falta, às normas IEC e ISO ou o acordo entre o projetista e o instalador).

6.1.4 Acessibilidade

Os componentes, inclusive as linhas elétricas, devem ser dispostos de modo a facilitar sua operação, sua inspeção, sua manutenção e o acesso a suas conexões. Tais possibilidades não devem ser significativamente reduzidas pela montagem de equipamentos nos invólucros ou compartimentos.

6.1.5 Identificação dos componentes

6.1.5.1 Generalidades

As placas indicativas ou outros meios adequados de identificação devem permitir identificar a finalidade dos dispositivos de comando e proteção, a menos que não exista

qualquer possibilidade de confusão. Se o funcionamento de um dispositivo de comando e proteção não puder ser observado pelo operador e disso possa resultar perigo, uma placa indicativa, ou um dispositivo de sinalização, deve ser colocada em local visível ao operador.

6.1.5.2 Linhas elétricas

As linhas elétricas devem ser dispostas ou marcadas de modo a permitir sua identificação quando da realização de verificações, ensaios, reparos ou modificações da instalação.

6.1.5.3 Condutores

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

NOTA - A veia com isolamento 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.

6.1.5.3.2 Qualquer 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-amarela (cores exclusivas da função de proteção) na veia do cabo multipolar ou na cobertura do cabo unipolar.

NOTA - Na falta da dupla coloração verde-amarela, admite-se o uso da cor verde.

6.1.5.3.3 Qualquer 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 identificação verde-amarela nos pontos visíveis ou acessíveis, na veia do cabo multipolar ou na cobertura do cabo unipolar.

6.1.5.3.4 Qualquer cabo unipolar ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor de fase deve ser identificado de acordo com essa função (p. ex.: por número, disposição, cores ou símbolos) e esta identificação deve estar indicada nos diagramas e desenhos.

6.1.5.3.5 Qualquer condutor nú utilizado como condutor de fase deve ser identificado de acordo com essa função. No caso da identificação ser feita por cor, devem ser utilizadas as cores definidas no item **6.1.5.3.6**.

6.1.5.3.6 No caso de emprego de cores para identificação dos condutores de fase, deverão ser utilizadas as seguintes cores:

6.1.5.3.6.1 Em corrente alternada:

Fase A: vermelho;

Fase B: branco;

Fase C: marrom.

6.1.5.3.6.2 Em corrente contínua:

Pólo positivo: vermelho;

Pólo negativo: preto;

Condutor médio: branco.

6.1.5.4 Equipamentos

6.1.5.4.1 Quando existirem na mesma instalação tensões diversas ou diferentes espécies de correntes, os equipamentos e materiais afetos a cada uma delas devem, tanto quanto

possível, ser agrupados e separados dos outros e ser facilmente identificáveis.

6.1.5.4.2 Os dispositivos de proteção devem estar dispostos e identificados de forma que seja fácil reconhecer os respectivos circuitos protegidos.

6.1.5.4.3 As posições de “fechado” e “aberto” dos equipamentos de manobra de contatos não visíveis devem ser indicadas por meio de letras e cores, devendo ser adotada a seguinte convenção:

I – vermelho: contatos fechados;
O – verde: contatos abertos.

6.1.6 Independência dos componentes

6.1.6.1 Os componentes devem ser escolhidos e dispostos de modo a impedir qualquer influência prejudicial entre as instalações elétricas e as instalações não elétricas.

6.1.7 Documentação da instalação

6.1.7.1 A instalação deverá ser executada a partir de projeto específico, que deverá conter, no mínimo:

- a) plantas;
- b) esquemas (unifilares e outros que se façam necessários);
- c) detalhes de montagem, quando necessários;
- d) memorial descritivo;
- e) especificação dos componentes: descrição sucinta do componente, características nominais e norma(s) a que devem atender.

6.1.6.2.11.5 Após concluída a instalação, a documentação indicada em 6.1.7.1 deverá ser revisada de acordo com o que foi executado (projeto “como construído”).

6.2 Seleção e instalação das linhas elétricas

6.2.1. Generalidades

6.2.1.1 Na seleção e instalação de linhas elétricas deve ser considerada a aplicação de 1.9 aos condutores, suas terminações e/ou emendas, aos suportes e suspensões a eles associados e aos seus invólucros ou métodos de proteção contra influências externas.

6.2.1.2 As prescrições a seguir são aplicáveis, em particular, aos condutores vivos (fases e neutro, no caso de circuitos em corrente alternada). Sobre condutores de proteção, ver 6.4.3.

6.2.2 Tipos de linhas elétricas

6.2.2.1 Os tipos de linhas elétricas estão indicados na tabela 25.

6.2.2.2 Outros tipos de linhas elétricas, além dos constantes da tabela 25, podem ser utilizados desde que atendam às prescrições gerais desta seção.

Tabela 25 - Tipos de linhas elétricas

Método de instalação ou número:	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência a utilizar para a capacidade de condução de corrente ¹⁾
1		cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares ao ar livre	A
2		cabos unipolares espaçados ao ar livre	B
3		cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares em canaletas fechadas no solo	C
4		cabos unipolares espaçados em canaletas fechadas no solo	D
5		cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares em eletroduto ao ar livre	E
6		cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares em banco de dutos ou eletroduto enterrado no solo	F
7		cabos unipolares em banco de dutos ou eletrodutos enterrados e espaçados – um cabo por duto ou eletroduto	G
8		cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares diretamente enterrados	H
9		cabos unipolares espaçados diretamente enterrados	I

6.2.3 Cabos unipolares e multipolares

6.2.3.1 Os cabos utilizados nas linhas elétricas deverão atender às prescrições da NBR 6251.

6.2.3.2 Nos locais AD8, independentemente do tipo de cabo, é obrigatório o emprego de condutores com construção bloqueada, conforme NBR 6251.

6.2.3.3 Nas instalações com tensão nominal superior a 3,6/6 kV, os cabos unipolares e as veias dos cabos multipolares deverão ser do tipo a campo elétrico radial (providos de blindagens do condutor e da isolação), conforme a NBR 6251.

6.2.3.4 A tensão nominal dos cabos deve ser escolhida em função das características da instalação, conforme a NBR 6251.

6.2.3.5 Nas instalações com tensão nominal superior a 3,6/6 kV, não é permitido o emprego de cabos com isolação em cloreto de polivinila ou copolímero de cloreto de vinila e acetato de vinila ou polietileno termoplástico.

6.2.3.6 Os acessórios necessários para a correta instalação dos cabos devem ser compatíveis elétrica, química e mecanicamente com os mesmos, atendendo as condições de influências externas previstas para o local de instalação.

6.2.3.7 As linhas pré-fabricadas devem atender às normas específicas e ser instaladas de acordo com as instruções do fabricante.

6.2.4 Seleção e instalação em função das influências externas

NOTA - As prescrições relativas à seleção e instalação das linhas são apresentadas na tabela 26, consideradas as influências externas indicadas em 4.3.

Tabela 26 - Seleção e instalação de linhas elétricas em função das influências externas

Código	Classificação	Seleção e instalação das linhas
A - Condições ambientais (4.3.1)		
AA = Temperatura ambiente (4.3.1.1)		
AA3	- 25°C + 5°C	Para temperaturas inferiores a -10°C, os cabos com isolação e/ou cobertura de PVC e PE termoplástico, bem como os condutos de PVC, não devem ser manipulados nem submetidos a esforços mecânicos, posto que o PVC e o PE termoplástico podem tornar-se quebradiços.
AA4	- 5°C + 40°C	Quando a temperatura ambiente (ou do solo) for superior aos valores de referência (25°C para linhas subterrâneas e 30°C para as demais) as capacidades de condução de corrente dos condutores e cabos isolados devem ser reduzidas de acordo com 6.2.5.3
AA5	+ 5°C + 40°C	
AA6	+ 5°C + 60°C	
AC = Altitude (4.3.1.2) (sem influência)		
AD = Presença de água (4.3.1.3)		
AD1	Desprezível	Nenhuma limitação
AD2	Queda de gotas de água	
AD3	Aspersão de água	Nas condições AD3 a AD6, só devem ser usadas linhas com proteção adicional à penetração de água com os graus IP adequados, a princípio sem revestimento metálico externo.
AD4	Projeção de água	
AD5	Jatos de água	
AD6	Ondas	
AD7	Imersão	
AD8	Submersão	Cabos especiais para uso sob água e obrigatório o emprego de condutores com construção bloqueada. Linhas com graus IP adequados,

Código	Classificação	Seleção e instalação das linhas
		a princípio sem revestimento metálico externo.
AE = Presença de corpos sólidos (4.3.1.4)		
AE1	Desprezível	Nenhuma limitação
AE2	Objetos pequenos	Nenhuma limitação, desde que não haja exposição a danos mecânicos
AE3	Objetos muito pequenos	Nenhuma limitação
AE4	Poeira	Limitações restritas às influências AF, AJ e BE
AF = Presença de substâncias corrosivas ou poluentes (4.3.1.5)		
AF1	Desprezível	Nenhuma limitação
AF2 AF3	Agentes presentes na atmosfera Intermitente	As linhas devem ser protegidas contra corrosão ou contra agentes químicos. Os cabos uni e multipolares com cobertura extrudada são considerados adequados.
AF4	Permanente	Só é admitido o uso de cabos uni ou multipolares adequados aos agentes químicos presentes
AG = Choques mecânicos (4.3.1.6)		
AG1	Fracos	Nenhuma limitação
AG2	Médios	Linhas com proteção leve, sendo que os cabos uni e multipolares usuais são considerados adequados
AG3 AG4	Significativos Muito significativos	Linhas com proteção reforçada (AG3) e muito reforçada (AG4), observando-se que os cabos uni e multipolares providos de armação metálica são considerados adequados (armação intertravada para condição AG4).
AH = Vibrações (4.3.1.6)		
AH1	Fracas	Nenhuma limitação
AH2	Médias	Nenhuma limitação
AH3	Significativas	Só podem ser utilizadas linhas flexíveis constituídas por cabos uni ou multipolares flexíveis
AK = Presença de flora ou mofo (4.3.1.7)		
AK1	Desprezível	Nenhuma limitação
AK2	Riscos	Deve ser avaliada a necessidade de utilizar: - cabos providos de armação, se diretamente enterrados; - materiais especiais ou revestimento adequado protegendo cabos ou eletrodutos
AL = Presença de fauna (4.3.1.8)		
AL1	Desprezível	Nenhuma limitação
AL2	Riscos	Linhas com proteção especial. Se existe risco devido à presença de roedores e cupins, deve ser usada uma das soluções: - cabos providos de armação; - materiais especialmente aditivados ou revestimento adequado em cabos ou eletrodutos
AM = Influências eletromagnéticas, eletrostáticas ou ionizantes (4.3.1.9)		
AM1	Desprezível	Nenhuma limitação
AM2 AM3 AM4 AM5	Correntes parasitas Eletromagnéticas Ionizantes Eletrostáticas	Para as condições AM2, AM3 e AM5 a proteção pode ser garantida por revestimento metálico contínuo e aterrado, ou também por distanciamento. Para a condição AM4 deve-se recorrer a normas específicas

Código	Classificação	Seleção e instalação das linhas
AM6	Indução	Cabos com projeto especial, levando em consideração o fator de blindagem
AN = Radiações solares (4.3.1.10)		
AN1	Desprezível	Nenhuma limitação
AN2	Significativas	Os cabos ao ar livre ou em condutos abertos e os condutos devem ser resistentes às intempéries. A elevação da temperatura da superfície dos cabos deve ser levada em conta nos cálculos da capacidade de condução de corrente.
AQ = Raios (4.3.1.11) Em estudo		
B – Utilizações		
BA = Competência das pessoas (4.3.2.1) (sem influência)		
BB = Resistência elétrica do corpo humano (4.3.2.2)		
BB1 BB2	Elevada Normal	Nenhuma limitação
BB3	Fraca	Só devem ser utilizados, em princípio, cabos uni ou multipolares sem armação. Admite-se o uso de cabos multipolares providos de armação, desde que esta seja ligada ao condutor de proteção do circuito, nas duas extremidades.
BC = Contatos de pessoas com o potencial local (4.3.2.3)		
BC3	Freqüentes	Só devem ser utilizados, em princípio, cabos sem armação. Admite-se utilizar cabos multipolares providos de armação, desde que esta seja ligada ao condutor de proteção do circuito nas duas extremidades. Admite-se também o uso de eletrodutos metálicos, desde que aterrados nas duas extremidades.
BD = Fuga das pessoas em emergência (4.3.2.4)		
BD1	Normal	Nenhuma limitação
BD2	Longa	a) no caso de linhas constituídas por cabos fixados em paredes ou em tetos, ou constituídas por condutos abertos, os cabos deverão ser resistentes ao fogo sob condições simuladas de incêndio, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos; b) no caso de linhas em condutos fechados estes deverão ser resistentes ao fogo sob condições simuladas de incêndio, livres de halogênios e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos.
BE = Natureza dos materiais processados ou armazenados (4.3.2.5)		
BE1	Riscos desprezíveis	Nenhuma limitação
BE2	Riscos de incêndio	a) no caso de linhas constituídas por cabos fixados em paredes ou em tetos, ou constituídas por condutos abertos, os cabos deverão ser resistentes ao fogo sob condições simuladas de incêndio, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos; b) no caso de linhas em condutos fechados estes deverão ser resistentes ao fogo sob condições simuladas de incêndio, livres de halogênios e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos.
BE3	Riscos de explosão	Linhas protegidas por escolha adequada da maneira de instalar
C - Construção das edificações		
CA = Materiais de construção (4.3.3.1)		
CA1	Não combustíveis	Nenhuma limitação
CA2	Combustíveis	a) no caso de linhas constituídas por cabos fixados em paredes ou em tetos, ou constituídas por condutos abertos, os cabos deverão ser resistentes ao fogo sob condições simuladas de incêndio, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos;

Código	Classificação	Seleção e instalação das linhas
		b) no caso de linhas em condutos fechados estes deverão ser resistentes ao fogo sob condições simuladas de incêndio, livres de halogênios e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos.
CB = Estrutura das edificações (4.3.3.2)		
CB1	Riscos desprezíveis	Nenhuma limitação
CB2	Propagação de incêndio	a) no caso de linhas constituídas por cabos fixados em paredes ou em tetos, ou constituídas por condutos abertos, os cabos deverão ser resistentes ao fogo sob condições simuladas de incêndio, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos; b) no caso de linhas em condutos fechados estes deverão ser resistentes ao fogo sob condições simuladas de incêndio, livres de halogênios e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos.
CB3	Movimentos	Linhas flexíveis ou contendo juntas de dilatação e de expansão
CB4	Flexíveis	Linhas flexíveis

6.2.5 Capacidades de condução de corrente

6.2.5.1 Introdução

6.2.5.1.1 As prescrições desta subseção são destinadas a garantir uma vida satisfatória aos cabos elétricos submetidos aos efeitos térmicos produzidos pela circulação de correntes de valores iguais às capacidades de condução de corrente respectivas, durante períodos prolongados em serviço normal. Outras considerações intervêm na determinação da seção dos condutores, tais como as prescrições para a proteção contra choques elétricos (ver 5.1), a proteção contra efeitos térmicos (ver 5.2), a proteção contra sobrecorrentes (ver 5.3), a queda de tensão (ver 6.2.8), bem como as temperaturas limites para os terminais de equipamentos aos quais os condutores sejam ligados.

6.2.5.1.2 Métodos de referência

Os métodos de referência são os métodos de instalação, para os quais a capacidade de condução de corrente foi determinada por cálculo. São eles:

- A - cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares ao ar livre;
- B - cabos unipolares espaçados ao ar livre;
- C - cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares em canaletas fechadas no solo;
- D - cabos unipolares espaçados em canaletas fechadas no solo;
- E - cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares em eletroduto ao ar livre;
- F - cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares em banco de dutos ou eletroduto enterrado no solo;
- G - cabos unipolares em banco de dutos ou eletrodutos enterrados e espaçados – um cabo por duto ou eletroduto;
- H - cabos unipolares justapostos (na horizontal ou em trifólio) e cabos tripolares diretamente enterrados;
- i) I - cabos unipolares espaçados diretamente enterrados.

NOTAS

1 Nos métodos A e B, o cabo é instalado com convecção livre (sobre isoladores, bandejas tipo escada, etc) e qualquer superfície adjacente deve ser de, no mínimo, 0,5 vez o diâmetro externo do cabo, para cabo unipolar, ou, no mínimo, 0,3 vez o diâmetro externo do cabo, para cabo tripolar, sem levar em consideração o efeito da radiação solar direta.

2 Nos métodos C e D, o cabo é instalado em canaleta fechada, com 0,5 m de largura e 0,5 m de profundidade, e qualquer superfície adjacente deve ser de, no mínimo, 0,5 vez o diâmetro externo do cabo, para cabo unipolar, ou, no mínimo, 0,3 vez o diâmetro externo do cabo, para cabo tripolar.

3 No método E, o cabo é instalado num eletroduto de plástico e qualquer superfície adjacente deve ser de, no mínimo, 0,3 vez o diâmetro externo do eletroduto, sem levar em consideração o efeito da radiação solar direta.

4 No método F, os cabos unipolares são instalados num eletroduto de plástico, ou de barro e os cabos tripolares em eletrodutos de plástico, metálico ou de barro no solo de resistividade térmica de 0,9 K.m/W, a uma profundidade de 0,9 m. Foi considerado, no caso de banco de duto, largura de 0,3 m e altura de 0,3 m, e com resistividade térmica de 1,2 K.m/W.

5 No método G, os cabos unipolares são instalados num eletroduto de plástico, ou de barro, e os cabos tripolares em eletrodutos de plástico, metálico ou de barro espaçados do duto adjacente em uma vez o diâmetro externo do duto, no solo de resistividade térmica de 0,9 K.m/W, a uma profundidade de 0,9 m. Foi considerado, no caso de banco de duto, largura de 0,5 m e altura de 0,5 m, com quatro dutos, e com resistividade térmica de 1,2 K.m/W

6 No método H, o cabo é instalado diretamente no solo de resistividade térmica de 0,9 K.m/W, a uma profundidade de 0,9 m.

7 No método I, o cabo é instalado diretamente no solo de resistividade térmica de 0,9 K.m/W, a uma profundidade de 0,9 m e o espaçamento entre os cabos unipolares deve ser, no mínimo, igual ao diâmetro externo do cabo.

Na tabela 25, para cada método de instalação, é indicado o método de referência correspondente utilizado para a obtenção da capacidade de condução de corrente.

6.2.5.2 Generalidades

6.2.5.2.1 A corrente transportada por qualquer condutor, durante períodos prolongados em funcionamento normal, deve ser tal que a temperatura máxima para serviço contínuo dada na tabela 27 não seja ultrapassada. A capacidade de condução de corrente deve estar de acordo com 6.2.5.2.2 ou determinada de acordo com 6.2.5.2.3.

Tabela 27 - Temperaturas características dos condutores

Tipo de isolamento	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) (°C)	Temperatura limite de sobrecarga (condutor) (°C)	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) (°C)
Cloreto de polivinila (PVC)	70	100	160
Poliétileno (PE)	70	100	160
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Poliétileno reticulado (XLPE)	90	130	250
Borracha etileno-propileno (EPR 105)	105	140	250

6.2.5.2.2 A prescrição de 6.2.5.2.1 é considerada atendida se a corrente nos cabos não for superior às capacidades de condução de corrente adequadamente escolhida nas tabelas 28, 29, 30 e 31, afetadas, se for o caso, dos fatores de correção dados nas tabelas.

NOTAS

1 As tabelas 28, 29, 30 e 31 dão as capacidades de condução de corrente para os métodos de referência A, B, C, D, E, F, G, H e I, descritos em 6.2.5.1.2, aplicáveis aos diversos tipos de linhas, conforme indicado na tabela 25.

2 As capacidades de condução de corrente dadas nas tabelas 28, 29, 30 e 31 referem-se a funcionamento contínuo em regime permanente (fator de carga 100%), em corrente contínua ou em corrente alternada com frequência de 50 Hz ou 60 Hz.

6.2.5.2.3 Os valores adequados de capacidades de condução de corrente podem ser calculados como indicado na NBR 11301. Em cada caso pode-se levar em consideração as características da carga e, para os cabos enterrados, a resistividade térmica real do solo.

Tabela 28 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A, B, C, D, E, F, G, H e I:

- cabos unipolares e multipolares – condutor de cobre, isolamento de XLPE e EPR; temperatura de 90°C no condutor;
 - temperaturas: 30°C (ambiente); 25°C (solo)

		Métodos de instalação definidos na Tabela 25								
Seção (mm ²)		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Tensão nominal menor ou igual a 8,7/15 kV	10	87	105	80	92	67	70	83	92	106
	16	114	137	104	120	87	90	107	118	135
	25	150	181	135	156	112	116	138	153	176
	35	183	221	164	189	136	140	165	184	211
	50	221	267	196	226	162	166	196	218	250
	70	275	333	243	279	200	204	239	267	304
	95	337	407	294	336	243	245	286	321	363
	120	390	470	338	384	278	280	325	365	410
	150	445	536	382	433	315	315	364	410	458
	185	510	613	435	491	357	356	410	462	513
	240	602	721	509	569	419	413	473	534	585
	300	687	824	575	643	474	465	532	600	652
	400	796	959	658	734	543	527	604	680	734
	500	907	1100	741	829	613	590	679	762	818
	630	1027	1258	829	932	686	656	762	846	908
800	1148	1411	916	1031	761	720	847	926	995	
1000	1265	1571	996	1126	828	777	927	1000	1078	
Tensão nominal maior que 8,7/15 kV	16	118	137	107	120	91	93	108	116	132
	25	154	179	138	155	117	119	139	151	171
	35	186	217	166	187	139	142	166	180	202
	50	225	259	199	221	166	169	197	211	235
	70	279	323	245	273	205	207	240	260	289
	95	341	394	297	329	247	248	287	312	346
	120	393	454	340	375	283	283	326	355	393
	150	448	516	385	423	320	318	365	399	440
	185	513	595	437	482	363	359	411	454	498
	240	604	702	510	560	425	417	475	526	572
	300	690	802	578	633	481	470	534	593	640
	400	800	933	661	723	550	533	606	674	722
	500	912	1070	746	817	622	597	682	759	808
	630	1032	1225	836	920	698	664	766	849	900
	800	1158	1361	927	1013	780	734	853	935	986
1000	1275	1516	1009	1108	849	793	932	1012	1071	

Tabela 29 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A, B, C, D, E, F, G, H e I

cabos unipolares e multipolares – condutor de alumínio, isolamento de XLPE e EPR; temperatura de 90°C no condutor; temperaturas - 30°C (ambiente); 25°C (solo)

		Métodos de instalação definidos na Tabela 25								
Seção (mm ²)		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Tensão nominal menor ou igual a 8,7/15 kV	10	67	81	61	71	51	54	64	71	82
	16	88	106	80	93	67	70	83	91	105
	25	116	140	105	121	87	90	107	118	137
	35	142	172	127	147	105	109	129	142	164
	50	171	208	152	176	126	129	153	169	195
	70	214	259	188	217	156	158	187	207	238
	95	262	317	228	262	188	190	224	249	285
	120	303	367	263	300	216	217	255	284	323
	150	346	418	297	338	245	245	286	318	361
	185	398	480	339	385	279	278	324	361	407
	240	472	566	398	448	328	324	375	418	466
	300	541	649	453	508	373	366	423	472	523
	400	635	763	525	586	433	421	485	541	595
	500	735	885	601	669	496	478	552	616	672
	630	848	1026	685	763	566	541	626	698	756
800	965	1167	770	856	640	606	706	779	840	
1000	1083	1324	853	953	709	666	786	857	927	
Tensão nominal maior que 8,7/15 kV	16	91	106	82	93	70	72	84	90	102
	25	119	139	107	121	91	93	108	117	133
	35	144	169	129	145	108	110	129	139	157
	50	174	201	154	172	129	131	153	164	183
	70	217	251	190	212	159	160	188	201	226
	95	264	306	230	256	192	193	225	242	271
	120	306	354	264	293	220	220	256	276	308
	150	348	402	299	330	248	247	287	310	345
	185	400	465	341	377	283	280	324	354	393
	240	472	550	399	440	333	326	376	411	454
	300	541	630	454	498	378	369	424	465	511
	400	634	740	525	575	437	423	486	535	583
	500	733	858	601	657	501	482	553	609	660
	630	845	994	686	750	572	545	628	693	745
	800	961	1119	774	837	649	612	708	776	827
1000	1081	1270	858	934	722	675	788	861	915	

Tabela 30 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A, B, C, D, E, F, G, H e I

- cabos unipolares e multipolares – condutor de cobre, isolamento de EPR; temperatura de 105°C no condutor;
 - temperaturas - 30°C (ambiente); 25°C (solo)

		Métodos de instalação definidos na Tabela 25								
Seção (mm ²)		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Tensão nominal menor ou igual a 8,7/15 kV	10	97	116	88	102	75	77	92	100	115
	16	127	152	115	133	97	100	118	128	147
	25	167	201	150	173	126	129	152	165	191
	35	204	245	182	209	153	155	183	199	229
	50	246	297	218	250	183	185	217	237	272
	70	307	370	269	308	225	226	265	290	331
	95	376	453	327	372	273	272	316	348	394
	120	435	523	375	425	313	310	359	396	446
	150	496	596	424	479	354	349	403	445	498
	185	568	683	482	543	403	394	453	502	557
	240	672	802	564	630	472	458	523	580	636
	300	767	918	639	712	535	515	588	652	710
	400	890	1070	731	814	613	585	668	740	800
	500	1015	1229	825	920	693	655	752	831	893
	630	1151	1408	924	1035	777	728	845	924	993
800	1289	1580	1022	1146	863	801	940	1014	1089	
1000	1421	1762	1112	1253	940	864	1029	1096	1182	
Tensão nominal maior que 8,7/15 kV	16	131	151	118	132	102	103	119	126	143
	25	171	199	153	171	131	132	153	163	186
	35	207	240	184	206	156	157	183	195	219
	50	250	286	220	244	187	187	217	229	255
	70	311	357	272	301	230	229	265	282	314
	95	379	436	329	362	278	275	317	338	376
	120	438	503	377	414	319	313	360	385	426
	150	498	572	426	467	360	352	403	433	478
	185	571	660	484	532	409	397	454	492	541
	240	672	779	565	619	479	461	525	571	622
	300	768	891	641	699	542	519	590	644	696
	400	891	1037	734	800	621	589	670	734	787
	500	1018	1192	829	905	703	662	755	827	881
	630	1155	1367	930	1020	790	737	848	927	983
	800	1297	1518	1033	1124	882	815	944	1022	1078
1000	1430	1694	1125	1231	961	881	1034	1108	1173	

Tabela 31 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A, B, C, D, E, F, G, H e I

- cabos unipolares e multipolares – condutor de alumínio, isolamento de EPR; temperatura de 90°C no condutor;
 - temperaturas - 30°C (ambiente); 25°C (solo)

		Métodos de instalação definidos na Tabela 25								
Seção (mm ²)		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Tensão nominal ou igual a 8,7/15 kV	10	75	89	68	79	58	59	71	76	89
	16	98	118	89	103	75	77	92	99	114
	25	129	156	116	134	98	100	118	128	148
	35	158	190	141	162	118	120	142	154	178
	50	191	231	169	194	141	143	169	183	212
	70	239	288	209	240	175	176	207	225	259
	95	292	352	253	289	212	211	247	270	309
	120	338	408	291	331	243	241	282	307	351
	150	385	464	329	374	275	271	316	345	392
	185	443	534	376	425	314	307	357	391	442
	240	525	629	441	495	370	358	414	453	507
	300	603	722	502	561	421	405	467	512	568
	400	708	850	582	648	488	465	536	588	647
	500	820	986	666	740	560	529	609	669	731
	630	947	1145	760	844	639	599	692	759	824
	800	1079	1302	856	948	723	671	780	849	916
1000	1213	1480	950	1057	803	739	869	936	1013	
Tensão nominal maior que 8,7/15 kV	16	101	117	91	102	79	80	92	98	111
	25	133	154	118	133	102	102	119	127	144
	35	160	186	143	160	121	122	142	151	170
	50	194	222	171	189	145	145	169	177	199
	70	241	278	211	234	179	177	207	218	245
	95	294	339	255	282	216	213	247	262	294
	120	340	391	293	323	247	243	282	299	334
	150	387	445	330	363	279	273	316	336	374
	185	444	516	377	416	318	310	357	383	427
	240	524	610	441	485	374	360	414	446	494
	300	601	699	501	550	425	407	467	504	555
	400	705	822	581	635	493	468	535	580	634
	500	815	953	665	726	565	532	609	662	718
	630	941	1106	760	829	646	603	692	753	811
800	1070	1244	857	926	733	677	780	844	901	
1000	1205	1414	953	1034	815	747	870	939	999	

Tabela 32 - Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30° C para linhas não subterrâneas e de 25°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas

Temperatura (°C)	Isolação	
	EPR ou XLPE	EPR 105
Ambiente		
10	1,15	1,13
15	1,12	1,10
20	1,08	1,06
25	1,04	1,03
35	0,96	0,97
40	0,91	0,93
45	0,87	0,89
50	0,82	0,86
55	0,76	0,82
60	0,71	0,77
65	0,65	0,73
70	0,58	0,68
75	0,50	0,63
80	0,41	0,58
do solo		
10	1,11	1,09
15	1,07	1,06
20	1,04	1,03
30	0,96	0,97
35	0,92	0,94
40	0,88	0,90
45	0,83	0,87
50	0,78	0,83
55	0,73	0,79
60	0,68	0,75
65	0,62	0,71
70	0,55	0,66
75	0,48	0,61
80	0,39	0,56

Tabela 33 - Fatores de correção para cabos contidos em eletrodutos enterrado no solo ou diretamente enterrados, com resistividades térmicas diferentes de 0,9 K.m/W, a serem aplicados às capacidades de condução de corrente do método de referência F, G, H e I

Resistividade térmica (K.m/W)	1	1,5	2	2,5	3
Fator de correção métodos F e G	0,98	0,90	0,83	0,78	0,74
Fator de correção métodos H e I	0,96	0,82	0,73	0,66	0,61

NOTAS

- Os fatores de correção dados são valores médios para as seções nominais incluídas nas tabelas 31, 32, 33 e 34, com uma dispersão, geralmente, inferior a 5%.
- Os fatores de correção são aplicáveis a cabos em eletrodutos enterrados ou diretamente enterrados, a uma profundidade de até 0,9 m.
- Fatores de correção para resistividades térmicas diferentes podem ser calculados pelos métodos dados na NBR 11301.

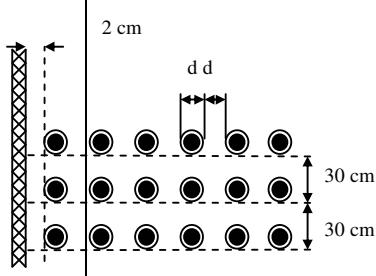
Tabela 34 - Fatores de correção da capacidade de condução de corrente em

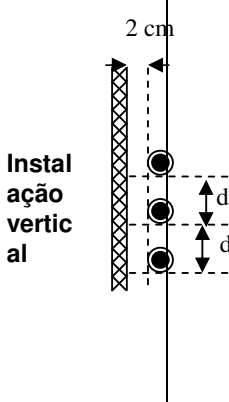
função do agrupamento

Maneira de Instalar		Fatores de correção	Multiplicar os fatores de capacidade de condução de corrente das tabelas de 28 a 31
Ao Ar Livre	Bandejas	Tabelas 35, 36 e 37	A e B
No Solo	Banco de dutos	Tabela 38	F e G
	Diretamente enterrados	Tabela 39	H e I

*Nota: As capacidades de condução de corrente em canaletas (colunas C e D das tabelas de 28 a 31) foram calculadas para condições de instalação pré fixadas (Ex: dimensões das canaletas, agrupamento dos cabos, etc.). A alteração de uma ou mais dessas condições de instalação implicarão em uma variação na temperatura no interior da canaleta, diferente da utilizada no cálculo dos valores. Dessa forma, recomenda-se consultar o fabricante de cabos caso seja necessário o cálculo dos fatores de correção para este tipo de instalação.

Tabela 35 - Fatores em função do agrupamento – Instalações ao Ar Livre – Cabos Unipolares em Plano

Agrupamento de cabos em sistemas trifásicos, instalados em ambientes abertos e ventilados. Estes valores são válidos, desde que os cabos mantenham as disposições de instalação propostas.		Número de ternas			Multiplicar pelos valores da coluna
		1	2	3	
Instalação em bandejas* 	Número de bandejas	Fator de correção (fa)			I
	1	1	0,97	0,96	
	2	0,97	0,94	0,93	
	3	0,96	0,93	0,92	
	6	0,94	0,91	0,90	

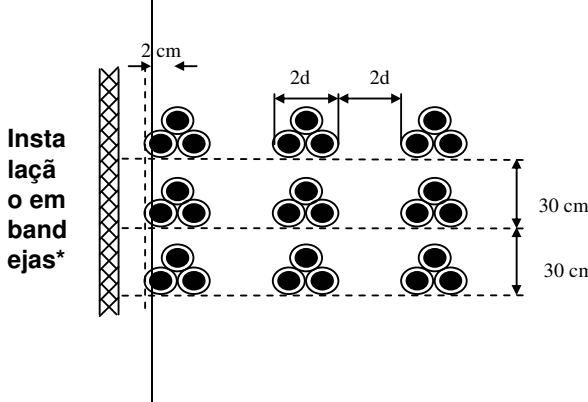
 <p>Instalação vertical</p>	<p>0 , 9 4</p>	<p>0 , 9 1</p>	<p>0 , 8 9</p>	
<p>Casos onde não há necessidade de correção</p>	<p>No caso de instalações em plano, aumentando-se a distância entre os cabos reduz-se o aquecimento mútuo. Entretanto, simultaneamente, aumentam-se as perdas nas blindagens metálicas. Por isso torna-se impossível dar indicação sobre disposições para as quais na há necessidade de fator de correção.</p>			

NOTAS

1 Esses fatores são aplicáveis a grupos de cabos, uniformemente carregados.

2 Os valores indicados são médios para a faixa usual de seções nominais, com dispersão, geralmente, inferior a 5%.

Tabela 36 - Fatores em função do agrupamento – Instalações ao Ar Livre – Cabos Unipolares em Trifólios

<p>Agrupamento de cabos em sistemas trifásicos, instalados em ambientes abertos e ventilados. Estes valores são válidos, desde que os cabos mantenham as disposições de instalação propostas.</p>		Número de ternas			
		1	2	3	
 <p>Instalação em bandejas*</p>	<p>Número de bandejas</p>	<p>Fator de correção (fa)</p>			<p>Multiplicar pelos valores da coluna</p>
	<p>1</p>	<p>1</p>	<p>0 , 9 8 6</p>	<p>0 , 9 6</p>	<p>II</p>
	<p>2</p>	<p>1</p>	<p>0 , 9 5</p>	<p>0 , 9 3</p>	

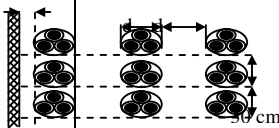
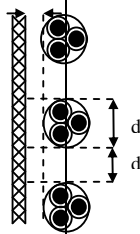
		3	1	0 , 9 4	0 , 9 2
		6	1	0 , 9 3	0 , 9 0
Instalação vertical			1	0 , 9 3	0 , 9 0
Casos onde não há necessidade de correção					Número qualquer de Ternas

NOTAS

1 Esses fatores são aplicáveis a grupos de cabos, uniformemente carregados.

2 Os valores indicados são médios para a faixa usual de seções nominais, com dispersão, geralmente, inferior a 5%.

Tabela 37 - Fatores em função do agrupamento – Instalações ao Ar Livre – Cabos Tripolares

Agrupamento de cabos em sistemas trifásicos, instalados em ambientes abertos e ventilados. Estes valores são válidos, desde que os cabos mantenham as disposições de instalação propostas.			Número de cabos *						
			1	2	3	6	9		
<p>Instalação em bandejas*</p>  <p>2 cm</p>	<p>Número de bandejas</p>	Fator de correção (fa)					Multiplicar pelos valores da coluna		
		1	1,98	0,96	0,93	0,92		0,92	III
		2	1,95	0,93	0,90	0,89		0,89	
		3	1,94	0,92	0,89	0,88		0,88	
		6	1,93	0,90	0,87	0,86		0,86	
<p>Instalação vertical</p> 		1,93	0,90	0,87	0,86	0,86			

<p>Ca so s on de nã o há ne ce ssi da de de cor reç ão</p>		<p>Número qualquer de cabos</p>	
---	--	--	--

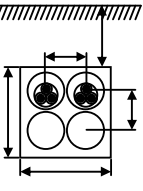
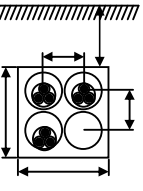
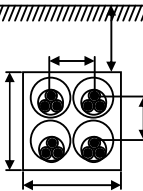
NOTAS

1 Esses fatores são aplicáveis a grupos de cabos, uniformemente carregados.

2 Os valores indicados são médios para a faixa usual de seções nominais, com dispersão, geralmente, inferior a 5%.

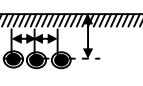
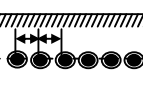
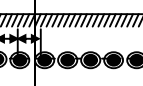
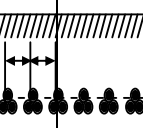
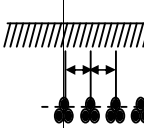
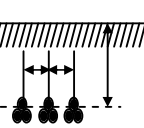
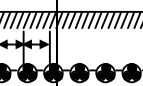
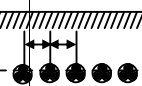
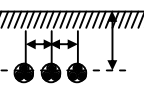
Tabela 38 - Fatores em função do agrupamento – Instalações no Solo – Em Banco de Dutos

<p>Multiplicar pelos valores da COLUNA X</p>			
<p>Até seção 95 mm² inclusive</p>	1,00	0,90	0,82
<p>Acima de 95 mm²</p>	1,00	0,87	0,77
<p>Multiplicar pelos valores da COLUNA XI</p>			
<p>Até seção 95 mm² inclusive</p>	0,91	0,85	0,79
<p>Acima de 95 mm²</p>	0,88	0,81	0,73

Multiplicar pelos valores da COLUNA XII			
Até seção 95 mm2 inclusive	0,91	0,85	0,79
Acima de 95 mm2	0,88	0,81	0,73

NOTA - Os valores indicados são aplicáveis para uma profundidade de 0,9 m e uma resistividade térmica do solo de 0,9 K.m/W. São valores médios para as mesmas dimensões dos cabos utilizados nas colunas F e G das tabelas de 28 a 31. Os valores médios arredondados podem apresentar erros de 10% em certos casos. Se forem necessários valores mais precisos deve-se recorrer à NBR 11301.

Tabela 39 - Fatores em função do agrupamento – Instalações no Solo – Instalações no Solo

Multiplicar pelos valores da COLUNA X			
Até seção 95 mm2 inclusive	1,00	0,87	0,80
Acima de 95 mm2	1,00	0,85	0,78
Multiplicar pelos valores da COLUNA XI			
Até seção 95 mm2 inclusive	0,86	0,79	0,71
Acima de 95 mm2	0,83	0,76	0,67
Multiplicar pelos valores da COLUNA XII			
Até seção 95 mm2 inclusive	0,86	0,79	0,71
Acima de 95 mm2	0,83	0,76	0,67

NOTA - Os valores indicados são aplicáveis para uma profundidade de 0,9 m e uma resistividade térmica do solo de 0,9 K.m/W. São valores médios para as mesmas dimensões dos cabos utilizados

nas colunas H e I das tabelas de 28 a 31. Os valores médios arredondados podem apresentar erros de 10% em certos casos. Se forem necessários valores mais precisos deve-se recorrer à NBR 11301.

6.2.5.3 Temperatura ambiente

6.2.5.3.1 O valor da temperatura ambiente a utilizar é o da temperatura do meio circundante quando o cabo ou o condutor considerado não estiver carregado.

6.2.5.3.2 Quando o valor da capacidade de condução de corrente for escolhido utilizando as tabelas 28 a 31, as temperaturas ambientes de referência são as seguintes:

- a) para cabos enterrados diretamente no solo ou em eletrodutos enterrados: 25° C;
- b) para as demais maneiras de instalar: 30° C.

6.2.5.3.3 Quando forem utilizadas as tabelas 28 a 31 e a temperatura ambiente no local em que devem ser instalados os cabos diferir das temperaturas de referência, os fatores de correção especificados na tabela 32 devem ser aplicados aos valores de capacidade de condução de corrente das tabelas 28 a 31.

6.2.5.3.4 Os fatores de correção da tabela 32 não consideram o aumento de temperatura devido à radiação solar ou a outras radiações infravermelhas. Quando os cabos forem submetidos a tais radiações, as capacidades de condução de corrente devem ser calculadas pelos métodos especificados na NBR 11301.

6.2.5.4 Resistividade térmica do solo

6.2.5.4.1 As capacidades de condução de corrente das tabelas 28 a 31 para os cabos enterrados correspondem a uma resistividade térmica do solo de 0,9 K.m/W.

6.2.5.4.2 Em locais onde a resistividade térmica do solo seja superior a 0,9 K.m/W, caso típico de solos secos, deve ser feita uma redução adequada nos valores de capacidade de condução de corrente, a menos que o solo na vizinhança imediata dos cabos seja substituído por terra mais apropriada. A tabela 33 fornece os fatores de correção para resistividades térmicas do solo diferentes de 0,9 K.m/W.

6.2.5.5 Agrupamento de circuitos

6.2.5.5.1 Os fatores de correção especificados nas tabelas 34 a 39 são aplicáveis a grupos de cabos unipolares ou cabos multipolares com a mesma temperatura máxima para serviço contínuo. Para grupos contendo cabos com diferentes temperaturas máximas para serviço contínuo, a capacidade de condução de corrente de todos os cabos do grupo deve ser baseada na menor das temperaturas máximas para serviço contínuo de qualquer cabo do grupo, afetada do fator de correção adequado.

6.2.5.5.2 Se, devido a condições de funcionamento conhecidas, um circuito ou cabo multipolar, for previsto para conduzir não mais do que 30% da capacidade de condução de corrente de seus condutores, já afetada pelo fator de correção aplicável, o circuito ou cabo multipolar pode ser omitido para efeito da obtenção do fator de correção do restante do grupo.

6.2.5.6 Condutores em paralelo

Quando dois ou mais condutores são ligados em paralelo na mesma fase ou polaridade devem ser tomadas medidas para garantir que a corrente se divida igualmente entre eles.

6.2.5.7 Variações das condições de instalação num percurso

Quando os condutores e cabos são instalados num percurso ao longo do qual as

condições de resfriamento (dissipação de calor) variam, as capacidades de condução de corrente devem ser determinadas para a parte do percurso que apresenta as condições mais desfavoráveis.

6.2.6 Correntes de curto-circuito

6.2.6.1 Correntes de curto-circuito nos condutores

Os valores máximos das correntes de curto-circuito que podem percorrer os condutores dos cabos devem ser indicados pelos fabricantes.

6.2.6.2 Correntes de curto-circuito na blindagem metálica do cabo

Os valores máximos das correntes de curto-circuito que podem percorrer as blindagens metálicas dos cabos devem ser indicados pelos fabricantes.

6.2.7 Quedas de tensão

NOTA: Para o cálculo da queda de tensão num circuito deve ser utilizada a corrente de projeto do circuito, calculada a partir das prescrições de 4.2.1.

6.2.7.1 A queda de tensão entre a origem de uma instalação e qualquer ponto de utilização deve ser menor ou igual a 5%.

6.2.7.2 Quedas de tensão maiores que as indicadas em 6.2.7.1 são permitidas para equipamentos com corrente de partida elevada, durante o período de partida, desde que dentro dos limites permitidos em suas normas respectivas.

6.2.8 Conexões

6.2.8.1 As conexões de condutores entre si e com equipamentos devem ser adequadas aos materiais do(s) condutor(es) ou dos terminais dos equipamentos e instaladas e utilizadas de modo adequado.

6.2.8.2 As conexões devem estar em condições de suportar os esforços provocados por correntes de valores iguais às capacidades de condução de corrente e por correntes de curto-circuito, determinadas pelas características dos dispositivos de proteção. Por outro lado, as conexões não devem sofrer modificações inadmissíveis em decorrência de seu aquecimento, do envelhecimento dos isolantes e das vibrações que ocorrem em serviço normal. Em particular, devem ser consideradas as influências da dilatação térmica e das tensões eletroquímicas que variam de metal para metal, bem como as influências das temperaturas que afetam a resistência mecânica dos materiais.

6.2.8.3 Devem ser tomadas precauções para evitar que partes metálicas de conexões energizem outras partes metálicas normalmente isoladas de partes vivas.

6.2.8.4 Salvo nos casos de linhas aéreas, as conexões de condutores entre si e com equipamentos não devem ser submetidas a qualquer esforço de tração ou de torção.

6.2.8.5 Para as linhas elétricas constituídas por condutos fechados, só se admitem conexões contidas em invólucros apropriados, tais como caixas, quadros, etc., que garantam a necessária acessibilidade e proteção mecânica.

6.2.8.6 As conexões devem ser realizadas de modo que a pressão de contato independa do material isolante.

6.2.8.7 Quando dispositivos ou equipamentos elétricos forem previstos para serem

diretamente ligados a condutores de alumínio, estes devem atender aos requisitos das normas de conexões para alumínio.

6.2.8.8 As conexões para alumínio, com aperto por meio de parafuso, devem ser instaladas de forma a garantir pressão adequada sobre o condutor de alumínio. Esta pressão é assegurada pelo uso de torque controlado durante o aperto do parafuso. O torque adequado deve ser fornecido pelo fabricante do conector ou do equipamento que possua os conectores.

6.2.8.9 As conexões prensadas devem ser realizadas por meio de ferramentas adequadas para o tipo de tamanho de conector utilizado, de acordo com as recomendações do fabricante do conector.

6.2.8.10 Em condutores de alumínio somente são admitidas emendas por meio de conectores por compressão ou solda adequada.

6.2.8.11A conexão entre cobre e alumínio somente deve ser realizada por meio de conectores adequados a este fim.

6.2.8.12 Em locais sujeitos às condições de influências externas AD2, AD3 e AD4, todos os componentes de uma conexão devem ser protegidos contra corrosões provocadas pela presença de água e/ou umidade.

6.2.9 Condições gerais de instalação

6.2.9.1 Proteção contra influências externas

A proteção contra influências externas conferida pela maneira de instalar deve ser assegurada de maneira contínua.

6.2.9.2 Extremidades

Nas extremidades das linhas elétricas e especialmente nos locais de penetração nos equipamentos, a proteção deve ser conseguida de maneira contínua e, se necessário, deve ser assegurada a estanqueidade.

6.2.9.3 Travessias de paredes

Nas travessias de paredes, as linhas elétricas devem ser providas de proteção mecânica adequada.

6.2.9.4 Vizinhanças

6.2.9.4.1 Nos casos de vizinhança entre linhas elétricas e canalizações não elétricas, as linhas e as canalizações devem ser dispostas de forma a manter entre suas superfícies externas uma distância tal que toda intervenção em uma instalação não arrisque danificar as outras. Na prática, uma distância de 20 cm é considerada como suficiente. Esta regra não se aplica às linhas e canalizações embutidas.

6.2.9.4.2 Na vizinhança de canalizações de calefação, de ar quente ou de dutos de exaustão de fumaça, as linhas elétricas não devem correr o risco de ser levadas a uma temperatura prejudicial e, por conseguinte, devem ser mantidas a uma distância suficiente ou ser separadas daquelas canalizações por anteparos adequados.

6.2.9.4.3 As linhas elétricas não devem utilizar dutos de exaustão de fumaça ou de

ventilação.

6.2.9.4.4 As linhas elétricas não devem ser colocadas paralelamente abaixo de canalizações que possam gerar condensações (tais como tubulações de água, de vapor, de gás, etc.), a menos que sejam tomadas precauções para proteger as linhas elétricas dos efeitos dessas condensações.

6.2.9.4.5 As linhas elétricas não devem utilizar as mesmas canaletas ou poços que as canalizações não elétricas, exceto se as seguintes condições forem simultaneamente atendidas:

- a) a proteção contra contatos indiretos seja assegurada conforme as prescrições de 5.1.2, considerando-se as canalizações metálicas não elétricas como elementos condutores;
- b) as linhas elétricas sejam completamente protegidas contra perigos que possam resultar da presença de outras instalações.

6.2.9.5 Vizinhança com outras linhas elétricas

As linhas elétricas de diferentes tensões nominais não devem ser colocadas nas mesmas canaletas ou poços, a menos que sejam tomadas precauções adequadas para evitar que, em caso de falta, os circuitos de menores tensões nominais sejam submetidos a sobretensões.

6.2.9.6 Barreiras corta-fogo

6.2.9.6.1 Nas travessias de pisos e paredes por linhas elétricas devem ser tomadas precauções adequadas para evitar a propagação de um incêndio.

6.2.9.6.2 Nos espaços de construção, e nas galerias, devem ser tomadas precauções adequadas para evitar a propagação de um incêndio.

6.2.10 Instalações de cabos

6.2.10.1 Os cabos multipolares só devem conter os condutores de um e apenas um circuito e, se for o caso, o condutor de proteção respectivo.

6.2.10.2 Os condutos fechados podem conter condutores de mais de um circuito, quando as três condições seguintes forem simultaneamente atendidas:

- os circuitos pertençam à mesma instalação, isto é, se originem do mesmo dispositivo geral de manobra e proteção, sem a interposição de equipamentos que transformem a corrente elétrica;
- as seções nominais dos condutores fase estejam contidas dentro de um intervalo de três valores normalizados sucessivos;
- os cabos tenham a mesma temperatura máxima para serviço contínuo.

6.2.10.3 Os cabos unipolares pertencentes a um mesmo circuito devem ser instalados nas proximidades imediatas uns dos outros. Essa regra aplica-se igualmente ao condutor de proteção correspondente.

6.2.10.4 Não é permitida a instalação de um único cabo unipolar no interior de um conduto fechado de material ferromagnético.

NOTA: Não se recomenda a instalação de um único cabo unipolar no interior de um conduto fechado de material isolante.

6.2.10.4 Quando vários cabos forem reunidos em paralelo, eles devem ser reunidos em tantos grupos quantos forem os cabos em paralelo, cada grupo contendo um cabo de cada fase ou polaridade. Os cabos de cada grupo devem estar instalados nas proximidades imediatas uns dos outros.

NOTA - Em particular, no caso de condutos fechados metálicos, todos os condutores vivos de um mesmo circuito devem estar contidos em um mesmo conduto.

6.2.11 Prescrições para instalação

6.2.11.1 Eletrodutos não enterrados

6.2.11.1.1 As dimensões internas dos eletrodutos e respectivos acessórios de ligação devem permitir instalar e retirar facilmente os cabos após a instalação dos eletrodutos e acessórios. Para isso, é necessário que a taxa máxima de ocupação em relação à área da seção transversal dos eletrodutos não seja superior a:

- 40% no caso de um cabo;
- 30% no caso de dois ou mais cabos.

6.2.11.1.2 Em cada trecho de tubulação, entre duas caixas, entre extremidades, ou entre extremidade e caixa, podem ser previstos, no máximo, três curvas de 90° ou seu equivalente até, no máximo, 270°. Em nenhuma hipótese devem ser previstas curvas com deflexão superior a 90°.

6.2.11.1.3 As curvas feitas diretamente nos eletrodutos não devem reduzir efetivamente seu diâmetro interno.

6.2.11.1.4 Devem ser empregadas caixas de derivação:

- a) em todos os pontos de entrada ou saída dos cabos da tubulação, exceto nos pontos de transição ou passagem de linhas abertas para linhas em eletrodutos, os quais, nestes casos, devem ser rematados com buchas;
- b) em todos os pontos de emenda ou derivação de cabos;
- c) para dividir a tubulação em trechos adequados que considerem os esforços de tração aos quais os cabos possam estar sujeitos durante o puxamento.

6.2.11.1.5 Os cabos devem formar trechos contínuos entre as caixas de derivação; as emendas e derivações devem ficar colocadas dentro das caixas. Cabos emendados ou cujos componentes tenham sido danificados e recompostos não devem ser enfiados em eletrodutos.

6.2.11.1.6 Os eletrodutos embutidos em concreto armado devem ser colocados de modo a evitar sua deformação durante a concretagem, devendo ainda ser fechadas as caixas e bocas dos eletrodutos com peças apropriadas para impedir a entrada de argamassas ou nata de concreto durante a concretagem.

6.2.11.1.7 As junções dos eletrodutos embutidos devem ser efetuadas com auxílio de acessórios estanques em relação aos materiais de construção.

6.2.11.1.8 Os eletrodutos só devem ser cortados perpendicularmente a seu eixo. Deve ser retirada toda rebarba susceptível de danificar as isolações dos cabos.

6.2.11.1.9 Nas juntas de dilatação, os eletrodutos rígidos devem ser seccionados, devendo ser mantidas as características necessárias à sua utilização (por exemplo, no caso de eletrodutos metálicos, a continuidade elétrica deve ser sempre mantida).

6.2.11.1.11 Quando necessário, os eletrodutos rígidos isolantes devem ser providos de juntas de expansão para compensar as variações térmicas.

6.2.11.1.12 Os cabos somente devem ser enfiados depois de estar completamente terminada a rede de eletrodutos e concluídos todos os serviços de construção que os possam danificar. O puxamento só deve ser iniciado após a tubulação estar perfeitamente limpa.

6.2.11.1.13 Para facilitar a enfição dos cabos podem ser utilizados:

a) guias de puxamento que, entretanto, só devem ser introduzidos no momento do puxamento dos cabos e não durante a execução das tubulações;

b) talco, parafina ou outros lubrificantes que não prejudiquem a integridade do cabo.

6.2.11.1.14 Só são admitidos em instalação aparente eletrodutos que não propaguem a chama.

6.2.11.1.15 Só são admitidos em instalação embutida os eletrodutos que suportem os esforços de deformação característicos do tipo de construção utilizado.

6.2.11.1.16 Em instalação embutida, os eletrodutos que possam propagar a chama devem ser totalmente envolvidos por materiais incombustíveis.

6.2.11.2 Ao ar livre (cabos em bandejas, leitos, prateleiras e suportes)

6.2.11.2.1 Os meios de fixação, as bandejas, leitos, prateleiras ou suportes devem ser escolhidos e dispostos de maneira a não poder trazer prejuízo aos cabos. Eles devem possuir propriedades que lhes permitam suportar sem danos as influências externas a que são submetidos.

6.2.11.2.2 Nos percursos verticais deve ser assegurado que os esforços de tração exercidos pelo peso dos cabos não conduza a deformações ou rupturas dos condutores. Tais esforços de tração não devem ser exercidos sobre as conexões.

6.2.11.2.3 Nas bandejas, leitos e prateleiras, os cabos devem ser dispostos preferencialmente em uma única camada.

6.2.11.3 Canaletas

6.2.11.3.1 As canaletas instaladas no solo são classificadas, sob o ponto de vista das influências externas (presença de água) como AD4, conforme tabela 4 .

6.2.11.4 Linhas elétricas enterradas

6.2.11.4.1 Em instalações com cabos diretamente enterrados, somente são admitidos:

- a) cabos unipolares ou multipolares providos de armação ou;
- b) cabos unipolares ou multipolares sem armação, porém com proteção mecânica adicional provida pelo método construtivo adotado.

6.2.11.4.2 Os cabos devem ser protegidos contra as deteriorações causadas por movimentação de terra, contato com corpos duros, choque de ferramentas em caso de escavações, bem como contra umidade e ações químicas causadas pelos elementos do solo.

6.2.11.4.3 Como prevenção contra os efeitos de movimentação de terra, os cabos devem ser instalados, em terreno normal, pelo menos a 0,90 m da superfície do solo. Essa profundidade deve ser aumentada para 1,20 m na travessia de vias acessíveis a veículos e numa zona de 0,50 m de largura, de um lado e de outro dessas vias. Essas profundidades podem ser reduzidas em terreno rochoso ou quando os cabos estiverem protegidos, por exemplo, por eletrodutos que suportem sem danos as influências externas a que possam ser submetidos.

6.2.11.4.4 Quando uma linha enterrada cruzar com uma outra linha elétrica enterrada, elas devem, em princípio, encontrar-se a uma distância mínima de 0,20 m.

6.2.11.4.5 Quando uma linha elétrica enterrada estiver ao longo ou cruzar com condutos de instalações não elétricas, uma distância mínima de 0,20 m deve existir entre seus pontos mais próximos. Em particular, no caso de linhas de telecomunicações que estejam paralelas às linhas de média tensão, deve ser mantida uma distância mínima de 0,50 m.

6.2.11.4.6 Qualquer linha enterrada deve ser continuamente sinalizada por um elemento de advertência (por exemplo, fita colorida) não sujeito à deterioração, situado, no mínimo, a 0,10 m acima dela.

6.2.11.4.7 Emendas e derivações

6.2.11.4.7.1 As emendas e derivações devem ser feitas de modo a assegurar a continuidade das características elétricas e mecânicas dos cabos.

6.2.11.4.7.2 As emendas e derivações dos cabos instalados em eletrodutos devem localizar-se em poços de inspeção.

6.2.11.4.8 Poços de inspeção

6.2.11.4.8.1 Os poços de inspeção devem ser construídos em alvenaria ou material equivalente, ter resistência e drenagens adequadas e dispor de tampa superior resistente à carga a que pode ser submetida.

6.2.11.4.8.2 Os poços com mais de 0,60 m de profundidade devem permitir o ingresso de uma pessoa. Para isso, devem ter dimensões mínimas tais que seja possível inscrever-se, na parte inferior livre para circulação, um círculo de diâmetro mínimo de 0,80 m. O tampão de entrada deve ser circular com diâmetro mínimo de 0,60 m. Na parte interna, o poço deve dispor de degraus espaçados de 0,30 m.

6.2.11.4.8.3 O piso do poço deve situar-se 0,30 m abaixo da parte inferior do eletroduto de nível mais baixo.

6.2.11.4.8.4 Os poços devem ter dispositivo para facilitar a drenagem.

6.2.11.4.9 Raios de curvatura

O raio de curvatura mínimo dos cabos deve obedecer a NBR 9511.

6.2.11.4.10 Disposições particulares para cabos armados

Os cabos com armação podem ser enterrados diretamente no solo.

6.2.11.4.11 Disposições particulares para cabos não armados

Os cabos não armados somente podem ser instalados devidamente protegidos por eletrodutos, salvo quando fabricados especialmente para instalação direta no solo. Quando instalados em canaletas abertas, são considerados como instalação ao ar livre.

6.2.11.4.12 Linhas de eletrodutos

6.2.11.4.12.1 Em caso de utilização de tubulação ferromagnética, todos os condutores vivos devem passar pelo mesmo eletroduto.

6.2.11.4.12.2 As dimensões internas dos eletrodutos e respectivos acessórios de ligação devem permitir instalar e retirar facilmente os cabos após a instalação dos eletrodutos e acessórios. Para isso, é necessário que a taxa máxima de ocupação em relação à área da seção transversal dos eletrodutos não seja superior a:

- 40% no caso de um cabo;
- 30% no caso de dois ou mais cabos.

6.2.11.4.12.3 As linhas de eletrodutos devem ter declividade adequada, para facilitar o escoamento das águas de infiltração, sendo, no mínimo, de 1%.

6.2.11.4.12.4 Entre dois poços de inspeção consecutivos, é permitida uma única curva, em qualquer plano, não superior a 45°.

6.2.11.5 Linhas aéreas

6.2.11.5.1 Condições mecânicas

6.2.11.5.1.1 É permitido o emprego de condutores nus, sendo necessária a utilização, nas proximidades de árvores, de condutores com proteção adequada ao contato acidental com a árvore. O condutor de proteção pode ser nu, em qualquer condição.

6.2.11.5.1.2 As emendas dos condutores devem ser executadas de modo a assegurar perfeito e permanente contato elétrico e a continuidade das características mecânicas do condutor, não devendo ser feitas sobre os isoladores.

6.2.11.5.1.3 Sempre que houver esforços resultantes não suportáveis pelos pinos, provenientes de pontos finais, ângulos, esforços desbalanceados, etc., devem ser usados isoladores e ferragens com características adequadas para as solicitações mecânicas, de acordo com as NBR 5433 e NBR 5434.

6.2.11.5.1.4 As junções entre condutores de materiais diferentes devem ser feitas exclusivamente com conectores apropriados que não possibilitem a corrosão.

6.2.11.5.1.5 A solicitação mecânica máxima dos condutores deve estar de acordo com as normas NBR 5433 e NBR 5434.

6.2.11.5.1.6 O pino deve suportar o peso do condutor, a pressão do vento sobre este e os esforços mecânicos do condutor, quando em ângulo ou em tangente.

6.2.11.5.1.7 As cruzetas podem ser de concreto armado, conforme NBR 8453, madeira adequada e tratada contra apodrecimento, conforme NBR 8458, ou de aço zincado, conforme acordo entre as partes (ver 4.1.5). Os acessórios de fixação das cruzetas, quando de aço, devem ser zincados.

6.2.11.5.1.8 As cruzetas e os acessórios de fixação devem ser dimensionados para resistir à resultante dos esforços mecânicos provenientes dos condutores. No caso de pontos de deflexão, deve ser considerado ainda o desequilíbrio mais desfavorável da ruptura dos condutores. No caso de pontos de amarração, deve ser considerado o desequilíbrio resultante de ruptura de linhas, na situação mais desfavorável.

6.2.11.5.1.9 Os postes ou torres para suporte de linhas aéreas devem ser calculados de modo a resistirem à resultante de todos os esforços das linhas, pressão de vento e esforços provenientes de montagem. No caso de pontos de deflexão, deve ser considerado ainda o desequilíbrio mais desfavorável resultante da ruptura dos condutores. No caso de pontos de amarração, deve ser considerado o desequilíbrio resultante da ruptura de linhas, na situação mais desfavorável.

6.2.11.5.1.10 Os postes podem ser de concreto armado, conforme NBR 8451, de madeira adequadamente tratada, conforme NBR 8456, ou de aço (perfilado ou tubular), conforme acordo entre as partes (ver 4.1.5).

6.2.11.5.2 Disposição dos condutores

6.2.11.5.2.1 Quando forem instalados diversos circuitos de tensões diferentes, eles devem ser dispostos em ordem decrescente de suas tensões, a partir da parte superior do suporte.

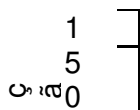
6.2.11.5.2.2 Os circuitos exclusivos para telefonia, sinalização e semelhantes devem ser instalados em nível inferior aos dos condutores de energia elétrica, de acordo com a NBR 5434.

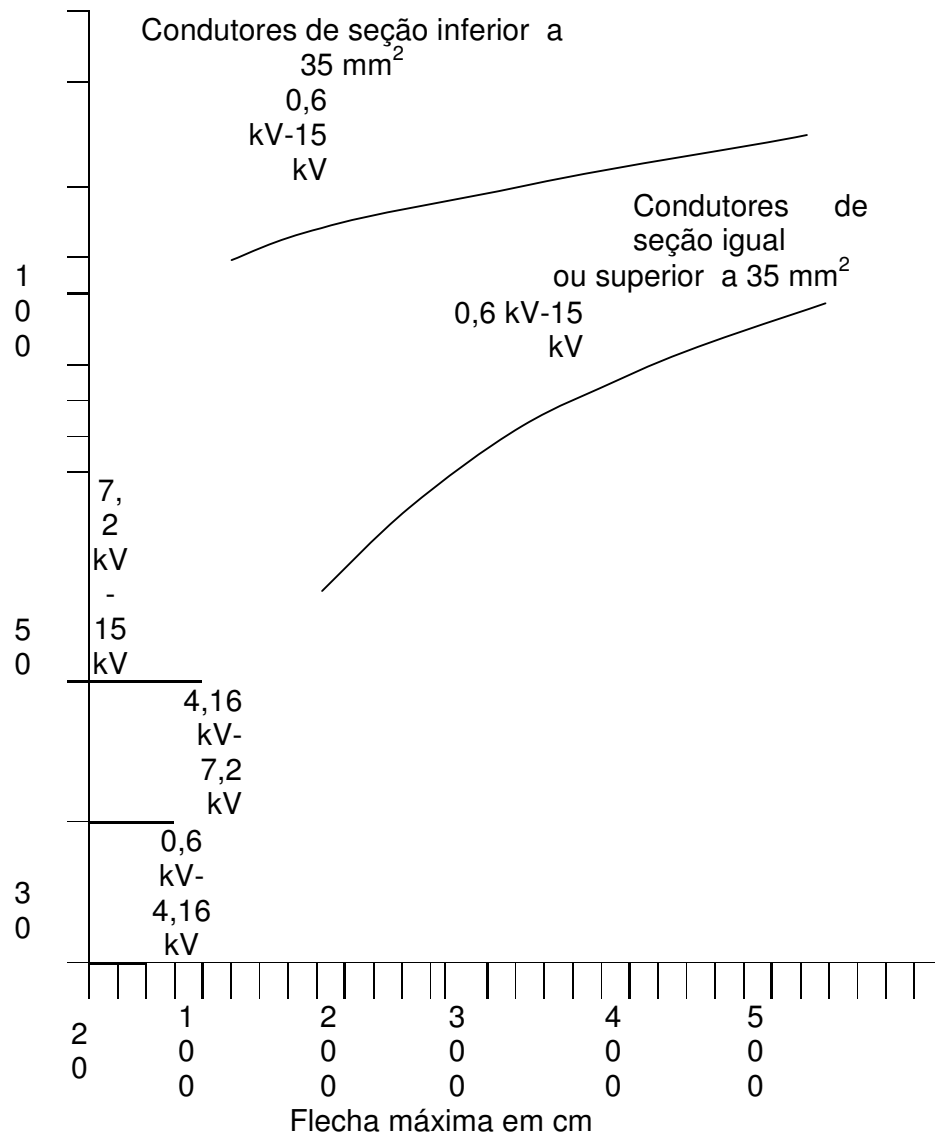
6.2.11.5.2.3 As linhas aéreas, quando nas proximidades de linhas de comunicação ou semelhantes, devem ser instaladas de modo a evitar tensões induzidas que possam causar distúrbios ou danos aos operadores ou seus usuários.

6.2.11.5.3 Afastamentos

6.2.11.5.3.1 A distância entre condutores de um mesmo circuito ou circuitos diferentes, sustentados na mesma estrutura, deve obedecer:

- a) em plano horizontal, aos valores indicados no gráfico da figura 9 ;
- b) em qualquer outro plano, aos valores indicados no gráfico da figura 9 , não devendo, porém, ser inferior a 0,66 m.





NOTA – Tensão entre fases – Cobre ou alumínio.

Figura 9 – Separação mínima entre condutores de um mesmo circuito ou circuitos diferentes

6.2.11.5.3.2 A distância mínima, em qualquer direção, entre condutores de um circuito e os condutores de outro circuito, ou linhas de comunicação, mensageiros e cabos blindados instalados em estruturas diferentes, deve ser igual à flecha máxima mais 1 cm/kV, considerando o circuito de maior tensão. Esta separação não deve ser inferior a 1,20 m.

6.2.11.5.3.3 A distância vertical mínima entre condutores de um circuito e circuitos de natureza diferentes, instalados na mesma estrutura, deve estar de acordo com as NBR 5433 e NBR 5434.

6.2.11.5.3.4 A distância vertical mínima dos condutores, quando em cruzamento, instalados em estruturas diferentes, nas condições mais desfavoráveis, deve estar de

acordo com as NBR 5433 e NBR 5434.

6.2.11.5.3.5 A distância vertical mínima dos condutores, acima do solo ou trilhos, nas condições mais desfavoráveis, deve estar de acordo com as NBR 5433 e NBR 5434.

6.2.11.5.3.6 A distância mínima de condutores de um circuito a qualquer parte da estrutura de suporte de circuitos diferentes não deve ser inferior a $1\text{ m} + 0,7 f$, onde f é a flecha, em metros, do condutor considerado.

6.2.11.5.3.7 Quando existirem circuitos instalados em planos horizontais diferentes, as flechas dos condutores do plano inferior devem ser iguais ou maiores que as do plano superior.

6.2.11.5.3.8 A distância mínima de condutores a edificações deve obedecer a tabela xx .

Tabela

6.2.11.5.3.9 A distância entre linhas laterais e qualquer ponto de pontes ou estruturas deve ser, no mínimo, de 5 m em todas as direções, devendo, no entanto, estar de acordo com as NBR 5433 e NBR 5434.

6.2.11.6 Cabos aéreos isolados

6.2.11.6.1 Definições

6.2.11.6.1.1 cabos aéreos isolados: Cabos que, com isolamento adequada, não estando em contato com o solo nem instalados em eletrodutos ou canaletas, permanecem em contato direto com o ambiente. Podem ser auto-sustentados e não auto-sustentados.

6.2.11.6.1.2 cabos auto-sustentados: Cabos aéreos que, devido à sua construção, resistem a todos esforços mecânicos decorrentes de sua instalação, sem o emprego de dispositivos suplementares de sustentação.

6.2.11.6.1.3 cabos não auto-sustentados: Cabos aéreos que exigem dispositivos auxiliares para a sua sustentação e para resistir aos esforços decorrentes de sua instalação.

6.2.11.6.2 Instalação

6.2.11.6.2.1 Os cabos auto-sustentados devem ser instalados de forma a obedecer às condições de instalação estabelecidas pelo fabricante.

6.2.11.6.2.2 Nas instalações de cabos não auto-sustentados, os apoios e suportes do cabo-guia não podem ter espaçamentos superiores a 40 m, salvo especificações contrárias do fabricante.

6.2.11.6.2.3 As presilhas, envoltentes ou simples suportes de fixação ou apoio, quando de seção retangular, não devem apresentar, no contato, dimensão inferior a 6% do diâmetro do cabo suportado e, quando de seção circular, seu diâmetro não deve ser inferior a 8% do diâmetro do cabo, sendo que em ambos os casos a dimensão mínima deve ser de 3 mm.

6.2.11.7 Barramentos blindados

6.2.11.7.1 Definição

Barramento blindado: Componente da instalação constituído de condutor rígido,

sustentado por isoladores e protegido por invólucro metálico ou material com resistência equivalente.

6.2.11.7.2 Instalação

6.2.11.7.2.1 Os barramentos blindados devem ser utilizados exclusivamente em instalações não embutidas, devendo ser previstas as possibilidades de impactos mecânicos e de agressividade do meio ambiente.

6.2.11.7.2.2 O invólucro deve ser solidamente ligado à terra e ao condutor de proteção, em toda sua extensão, por meio de condutor contínuo, acessível e instalado externamente.

6.2.11.7.2.3 Quando instalado em altura inferior a 2,50 m, o invólucro não pode ter aberturas ou orifícios. Acima desse nível, são permitidos invólucros vazados, desde que não haja a possibilidade de contato acidental.

6.2.11.7.2.4 Quando instalado em ambiente sujeito a poeiras ou material em suspensão no ar, o invólucro deve ser do tipo hermético.

6.3 Dispositivos de proteção, seccionamento e comando

6.3.1 Generalidades

As prescrições desta subseção complementam as regras comuns de 6.1.

6.3.2 Prescrições comuns

6.3.2.1 Quando um dispositivo seccionar todos os condutores vivos de um circuito com mais de uma fase, o seccionamento do condutor neutro deve efetuar-se após ou virtualmente ao mesmo tempo que o dos condutores fase e o condutor neutro deve ser religado antes ou virtualmente ao mesmo tempo que os condutores fase.

6.3.2.2 Em circuitos com mais de uma fase não devem ser inseridos dispositivos unipolares no condutor neutro, à exceção do que é dito em 6.3.7.2.4 .

6.3.2.3 Dispositivos que assegurem, ao mesmo tempo, mais de uma função, devem satisfazer todas as prescrições previstas, nesta subseção, para cada uma das funções.

6.3.3 Dispositivos de proteção contra sobrecorrentes

6.3.3.1 Disposições gerais

6.3.4.1.1 Os disjuntores e as chaves seccionadoras sob carga devem ser operados em uma única tentativa por pessoas advertidas (BA4) e/ou qualificadas (BA5), conforme tabela 12 (Competência das Pessoas).

6.3.3.2 Seleção dos dispositivos de proteção contra sobrecargas

Quando aplicável, a corrente nominal ou de ajuste do dispositivo de proteção deve ser escolhida conforme 5.3.2.2.

6.3.3.3 Seleção dos dispositivos de proteção contra curtos-circuitos

6.3.3.3.1 A proteção contra curtos-circuitos deve ser assegurada por dispositivos que interrompem a corrente quando um condutor ao menos é percorrido por uma corrente de

curto-circuito, a interrupção intervindo em um tempo suficientemente curto para que os condutores não sejam danificados.

6.3.4.3.2 Natureza dos dispositivos de proteção contra curtos-circuitos

Os dispositivos de proteção contra os curtos-circuitos são escolhidos entre os seguintes:

- a) fusíveis
- b) disjuntores munidos de disparos associados aos reles

6.3.3.3.3 Características dos dispositivos de proteção contra os curtos-circuitos

6.3.4.3.3.1 Um dispositivo que assegura a proteção contra curtos-circuitos deve responder às seguintes condições:

- a) sua capacidade de interrupção deve ser, no mínimo, igual à corrente de curto-circuito presumida no ponto onde este dispositivo é instalado;
- b) o tempo de atuação do dispositivo deve ser menor do que o tempo de circulação da corrente de curto-circuito presumida de forma que a temperatura dos condutores atinja um valor menor ou igual aos valores especificados na tabela 27.
- c) o dispositivo de proteção deve atuar para todas as correntes de curto-circuito, inclusive para a corrente de curto-circuito presumida mínima, a qual, geralmente, corresponde a um curto-circuito bifásico no ponto mais distante da linha elétrica.

6.3.4.3.3.2 Em substituição à condição a) de 6.3.4.3.3.1, admite-se a utilização de um dispositivo de proteção possuindo uma capacidade de interrupção menor do que a corrente de curto-circuito presumida no ponto onde ele está instalado, desde que ele seja completado por um outro dispositivo que tenha a capacidade de interrupção necessária. Se este dispositivo é colocado a montante, ele deve se encontrar na proximidade imediata do primeiro dispositivo de proteção. As características do conjunto formado por esses dois dispositivos devem ser tais que o dispositivo que tenha a menor capacidade de interrupção interrompa as corrente de curto-circuito de intensidade menor do que a sua capacidade de interrupção e que, para as correntes de curto-circuito de intensidade superior, os tempos de atuação deste mesmo dispositivo seja maior do que o do outro dispositivo.

6.3.5 Dispositivos de proteção contra mínima tensão e falta de tensão

Por ocasião da seleção dos dispositivos de proteção contra mínima tensão e falta de tensão, devem ser satisfeitas as prescrições de 5.5.

6.3.5.1 Os dispositivos de proteção contra mínima tensão e falta de tensão devem ser constituídos por relés de subtensão atuando sobre contadores ou disjuntores e ou por seccionadoras para abertura sob carga equipadas com disparador elétrico de abertura.

6.3.5.2 Os dispositivos de proteção contra mínima tensão e falta de tensão podem ser retardados se o funcionamento do equipamento protegido puder admitir, sem inconvenientes, uma falta ou mínima tensão de curta duração.

6.3.5.3 A abertura retardada e o restabelecimento dos dispositivos de proteção não devem, em qualquer caso, impedir o seccionamento instantâneo devido à atuação de outros dispositivos de comando e proteção.

6.3.5.4 Quando o restabelecimento de um dispositivo de proteção for susceptível de criar uma situação de perigo, o restabelecimento não deve ser automático.

6.3.6 Coordenação entre diferentes dispositivos de proteção

6.3.6.1 Seletividade entre dispositivos de proteção contra sobrecorrentes

NOTA: Quando dois ou mais dispositivos de proteção forem colocados em série e quando a segurança ou as necessidades de utilização o justificarem, suas características de funcionamento devem ser escolhidas de forma a somente seccionar a parte da instalação onde ocorreu a falta.

6.3.6.1.1 A seletividade entre dispositivos de proteção a sobrecorrente deve ser obtida comparando-se suas características de funcionamento e verificando-se que, para qualquer corrente de falta, o tempo de atuação do dispositivo mais próximo da fonte seja superior ao do mais distante.

6.3.7 Dispositivos de seccionamento e de comando

6.3.7.1 Generalidades

Todo dispositivo de seccionamento ou de comando deve satisfazer às suas respectivas especificações. Se um dispositivo é utilizado para mais de uma função, ele deve satisfazer às prescrições de cada uma de suas funções.

NOTA - Em certos casos podem ser necessárias prescrições complementares para as funções combinadas.

6.3.7.2 Dispositivos de seccionamento

6.3.7.2.1 Os dispositivos de seccionamento devem seccionar efetivamente todos os condutores vivos de alimentação do circuito considerado, levando-se em conta as disposições de 6.3.2.1 e 6.3.2.2.

Os equipamentos utilizados para o seccionamento devem satisfazer às prescrições desde a alínea a) a seguir até 6.3.7.2.5.

a) a distância de abertura entre os contatos do dispositivo deve ser visível ou ser clara e confiavelmente indicada pela marcação “Desligado” ou “Ligado”. Tal indicação deve aparecer somente quando a distância de abertura entre os contatos de abertura for atendida em todos os pólos do dispositivo;

NOTA - Essa marcação prescrita pode ser realizada pela utilização dos símbolos “O” e “I”, indicando, respectivamente, as posições aberta e fechada.

b) os dispositivos a semicondutores não devem ser utilizados como dispositivos de seccionamento.

6.3.7.2.2 Os dispositivos de seccionamento devem ser projetados e instalados de modo a impedir qualquer restabelecimento inadvertido.

NOTA - Um tal estabelecimento pode ser provocado, por exemplo, por choques mecânicos ou por vibrações.

6.3.7.2.3 Devem ser tomadas precauções para proteger os dispositivos de seccionamento apropriados para abertura sem carga contra aberturas acidentais ou desautorizadas.

NOTA - Isso pode ser conseguido colocando-se o dispositivo em um local ou invólucro fechado a chave. Uma outra solução seria a de intertravar o dispositivo de seccionamento com outro apropriado para abertura sob carga.

6.3.7.2.4 O seccionamento deve ser garantido por dispositivo multipolar que seccione todos os pólos da alimentação correspondente.

NOTA - O Seccionamento pode, por exemplo, ser realizado por meio de:

- a) seccionadores, disjuntores;
- b) fusíveis (retirada de);
- c) barras;
- d) terminais especialmente concebidos, que não exijam a retirada de condutores;
- e) dispositivos de comando, contadores.

6.3.7.2.5 Os dispositivos utilizados para seccionamento devem ser claramente identificados, por exemplo por meio de marcas para indicar os circuitos seccionados.

6.3.7.3 Dispositivos de seccionamento para manutenção mecânica

6.3.7.3.1 Os dispositivos de seccionamento para manutenção mecânica devem, de preferência, ser dispostos no circuito principal de alimentação. Quando forem previstos interruptores para essa função, eles devem poder seccionar a corrente de plena carga da parte correspondente da instalação.

NOTA - O seccionamento para manutenção mecânica pode, por exemplo, ser realizado por meio de:

- a) interruptores multipolares;
- b) disjuntores;
- c) dispositivos de comando que possam ser travados na posição aberta, atuando sobre os contadores;

6.3.7.3.2 Os dispositivos de seccionamento para manutenção mecânica, ou os respectivos dispositivos de comando, devem ser de operação manual. A distância de abertura entre os contatos do dispositivo deve ser visível ou ser clara e confiavelmente indicada pela marcação “Desligado” ou “Ligado”. Tal indicação deve aparecer somente quando a posição “Desligado” ou “Ligado” for alcançada em todos os pólos do dispositivo.

NOTA - Essa marcação pode ser realizada pela utilização dos símbolos “O” e “I”, indicando, respectivamente, as posições aberta e fechada.

6.3.7.3.3 Os dispositivos de seccionamento para manutenção mecânica devem ser concebidos e/ou instalados de modo a impedir qualquer restabelecimento inadvertido.

NOTA - Um tal restabelecimento pode ser provocado, por exemplo, por choques mecânicos ou por vibrações.

6.3.7.3.4 Os dispositivos de seccionamento para manutenção mecânica devem ser localizados de modo a ser facilmente identificados e devem ser adequados ao uso previsto.

6.3.7.4 Dispositivos de seccionamento de emergência (incluindo parada de emergência)

6.3.7.4.1 Os dispositivos de seccionamento de emergência devem poder interromper a corrente de plena carga da parte correspondente da instalação.

6.3.7.4.2 Os dispositivos de seccionamento de emergência podem ser constituídos por :

- a) um dispositivo de seccionamento capaz de interromper diretamente a alimentação apropriada; ou
- b) uma combinação de dispositivos, desde que acionados por uma única operação que interrompa a alimentação apropriada.

6.3.7.4.3 Os dispositivos de seccionamento a comando manual devem, de preferência, ser escolhidos para o seccionamento direto do circuito principal. Os disjuntores, contadores, etc. acionados por comando a distância devem se abrir quando interrompida a alimentação das bobinas, ou outras técnicas que apresentem segurança equivalente devem ser utilizadas.

6.3.7.4.4 Os elementos de comando (punhos, botoeiras, etc.) dos dispositivos de seccionamento de emergência devem ser claramente identificados, de preferência pela cor vermelha contrastando com o fundo amarelo.

6.3.7.4.5 Os elementos de comando devem ser facilmente acessíveis a partir dos locais onde possa ocorrer um perigo e, quando for o caso, de qualquer outro local de onde um perigo possa ser eliminado à distância.

6.3.7.4.6 Os elementos de comando de um dispositivo de seccionamento de emergência devem poder ser travados na posição aberta do dispositivo, a menos que esses elementos e os de reenergização do circuito estejam ambos sob o controle da mesma pessoa.

6.3.7.4.7 Os dispositivos de seccionamento de emergência, inclusive os de parada de emergência, devem ser localizados e marcados de modo tal que possam ser facilmente identificados e adequados para o uso previsto.

6.4 Aterramento e condutores de proteção

6.4.1 Generalidades

6.4.1.1 As características e a eficácia dos aterramentos devem satisfazer às prescrições de segurança das pessoas e funcionais da instalação.

6.4.1.2 O valor da resistência de aterramento deve satisfazer às condições de proteção e de funcionamento da instalação elétrica, de acordo com o esquema de aterramento utilizado.

NOTA: O arranjo e as dimensões do sistema de aterramento são mais importantes que o próprio valor da resistência de aterramento. Entretanto, recomenda-se uma resistência da ordem de grandeza de 10 ohms, como forma de reduzir os gradientes de potencial no solo.

6.4.2 Ligações à terra

6.4.2.1 Aterramento

6.4.2.1.1 Qualquer que seja sua finalidade (proteção ou funcional) o aterramento deve ser único em cada local da instalação.

NOTA - Para casos específicos de acordo com as prescrições da instalação, podem ser usados separadamente, desde que sejam tomadas as devidas precauções (por exemplo nos esquemas de aterramento xxS).

6.4.2.1.2 A seleção e instalação dos componentes dos aterramentos devem ser tais que:

- a) o valor da resistência de aterramento obtida não se modifique consideravelmente ao longo do tempo;
- b) resistam às solicitações térmicas, termomecânicas e eletromecânicas;
- c) sejam adequadamente robustos ou possuam proteção mecânica apropriada para fazer face às condições de influências externas (ver 4.3).

6.4.2.1.3 Devem ser tomadas precauções para impedir danos aos eletrodos e a outras

partes metálicas por efeitos de eletrólise.

6.4.2.2 Eletrodos de aterramento

6.4.2.2.1 Podem ser utilizados os eletrodos de aterramento convencionais, indicados na tabela 42, observando-se que:

a) o tipo e a profundidade de instalação dos eletrodos de aterramento devem ser tais que as mudanças nas condições do solo (por exemplo, secagem) não provoquem uma grande variação na resistência do aterramento.

b) o projeto do aterramento deve considerar o possível aumento da resistência de aterramento dos eletrodos devido à corrosão.

6.4.2.2.1 Pode ser utilizado como eletrodo de aterramento as fundações da edificação desde que:

a) Preferencialmente o eletrodo de aterramento deve constituir um anel circundando o perímetro da edificação.

b) A eficiência de qualquer eletrodo de aterramento depende das condições locais do solo; devem ser selecionados um ou mais eletrodos adequados às condições do solo e ao valor da resistência de aterramento exigida pelo esquema de aterramento adotado.

6.4.2.2.3 Não devem ser usados como eletrodo de aterramento canalizações metálicas de fornecimento de água e outros serviços, o que não exclui a ligação equipotencial.

Tabela XX - Eletrodos de aterramento convencionais

Tipo de eletrodo	Dimensões mínimas	Observações
Tubo de aço zincado	2,40 m de comprimento e diâmetro nominal de 25 mm	Enterramento totalmente vertical
Perfil de aço zincado	Cantoneira de (20mmx20mmx3mm) com 2,40 m de comprimento	Enterramento totalmente vertical
Haste de aço zincado	Diâmetro de 15 mm com 2,00 ou 2,40 m de comprimento	Enterramento totalmente vertical
Haste de aço revestida de cobre	Diâmetro de 15 mm com 2,00 ou 2,40 m de comprimento	Enterramento totalmente vertical
Haste de cobre	Diâmetro de 15 mm com 2,00 ou 2,40 m de comprimento	Enterramento totalmente vertical
Fita de cobre	50 mm ² de seção, 2 mm de espessura e 10 m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60 m. Largura na posição vertical
Fita de aço galvanizado	100 mm ² de seção, 3 mm de espessura e 10 m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60 m. Largura na posição vertical
Cabo de cobre	50 mm ² de seção e 10 m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60 m. Posição horizontal
Cabo de aço zincado	95 mm ² de seção e 10 m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60 m. Posição horizontal
Cabo de aço cobreado	50 mm ² de seção e 10 m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60 m. Posição horizontal

6.4.2.3 Condutores de aterramento

6.4.2.3.1 Os condutores de aterramento devem atender às prescrições gerais de 6.4.3.1.

6.4.2.3.2 Quando o condutor de aterramento estiver enterrado no solo, sua seção mínima deve estar de acordo com a tabela XX.

Tabela 43 - Seções mínimas convencionais de condutores de aterramento

	Protegido mecanicamente	Não protegido mecanicamente
Protegido contra corrosão	De acordo com 6.4.3.1	Cobre: 16 mm ² Aço: 16 mm ²
Não protegido contra corrosão	Cobre: 16 mm ² (solos ácidos) 25 mm ² (solos alcalinos) Aço: 50 mm ²	

6.4.2.3.3 Na execução da ligação de um condutor de aterramento a um eletrodo de aterramento deve-se garantir a continuidade elétrica e a integridade do conjunto.

6.4.2.4 Terminal de aterramento principal

6.4.2.4.1 Em qualquer instalação deve ser previsto um terminal ou barra de aterramento principal e os seguintes condutores devem ser a ele ligados:

- condutor de aterramento;
- condutores de proteção principais;
- condutores de equipotencialidade principais;
- condutor neutro, se disponível;
- condutores de equipotencialidade ligados a eletrodos de aterramento de outros sistemas (por exemplo, SPDA).
- estrutura da edificação

6.4.2.4.2 Quando forem utilizados eletrodos de aterramento convencionais, deve ser previsto, em local acessível, um dispositivo para desligar o condutor de aterramento. Tal dispositivo deve ser combinado ao terminal ou barra de aterramento principal, de modo a permitir a medição da resistência de aterramento do eletrodo, ser somente desmontável com o auxílio de ferramenta, ser mecanicamente resistente e garantir a continuidade elétrica.

6.4.3 Condutores de proteção

6.4.3.1 Seções mínimas

A seção dos condutores de proteção deve ser:

- calculada de acordo com 6.4.3.1.1 ou;
- selecionada de acordo com 6.4.3.1.2.

NOTA: Em ambos os casos devem ser consideradas as restrições de 6.4.3.1.3.

6.4.3.1.1 A seção não deve ser inferior ao valor determinado pela expressão seguinte (aplicável apenas para tempos de atuação dos dispositivos de proteção que não excedam 5 s):

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k}$$

Onde:

S é a seção do condutor, em milímetros quadrados;

I é o valor (eficaz) da corrente de falta que pode circular pelo dispositivo de proteção, para uma falta direta, em ampères;

t é o tempo de atuação do dispositivo de proteção, em segundos;

NOTA - Deve ser levado em conta o efeito de limitação de corrente das impedâncias do circuito, bem como a capacidade limitadora (integral de Joule) do dispositivo de proteção.

k é o fator que depende das temperaturas iniciais e finais e do material: do condutor de proteção, de sua isolação e outras partes.

As tabelas 49, 50, 51 e 52 dão os valores de k para condutores de proteção em diferentes condições de uso ou serviço. Se, ao ser aplicada a expressão, forem obtidos valores não padronizados, devem ser utilizados condutores com a seção normalizada imediatamente superior.

Tabela 44 - Valores de k para condutores de proteção providos de isolação não incorporados em cabos multipolares ou condutores de proteção nus em contato com a cobertura de cabos

Material do condutor	Isolação ou cobertura protetora	
	PVC	EPR ou XLPC
Cobre	143	176
Alumínio	95	116
Aço	52	64

NOTAS

- 1 A temperatura inicial considerada é de 30° C.
- 2 A temperatura final do condutor é considerada igual a 160° C para o PVC e a 250° C para o EPR e o XLPE.

Tabela 45 - Valores de k para condutores de proteção que sejam veia de cabos multipolares

Material do condutor	Isolação ou cobertura protetora	
	PVC	EPR ou XLPC
Cobre	115	143
Alumínio	76	94

NOTAS

- 1 A temperatura inicial do condutor é considerada igual a 70° C para o PVC e a 90° C para o EPR e o XLPE.
- 2 A temperatura final do condutor é considerada igual a 160° C para o PVC e a 250° C para o EPR e o XLPE.

Tabela 46 - Valores de k para condutores de proteção que sejam capa ou armação de cabo

Material do condutor	Isolação ou cobertura protetora	
	PVC	EPR ou XLPC
Aço Aço/Cobre Alumínio Chumbo	(Ainda não normalizados)	

Tabela 47 - Valores de k para condutores de proteção nus onde não haja risco de dano em qualquer material vizinho pelas temperaturas indicadas

Material do condutor	Condições		
	Visível e em áreas restritas ¹⁾	Condições normais	Risco de incêndio
Temperatura máxima Cobre	500° C	200° C	150° C
k	228	159	138
Temperatura máxima Alumínio	300° C	200° C	150° C
k	125	105	91
Temperatura máxima Aço	500° C	200° C	150° C
k	82	58	50

¹⁾ As temperaturas indicadas são válidas apenas quando não puderem prejudicar a qualidade das ligações.

NOTA - A temperatura inicial considerada é de 30° C.

6.4.3.1.2 A seção do condutor de proteção pode, opcionalmente ao método de cálculo de 6.4.3.1.1, ser determinada através da tabela 48. Se a aplicação da tabela conduzir a valores não padronizados, devem ser usados condutores com a seção normalizada mais próxima. Os valores da tabela 48 são válidos apenas se o condutor de proteção for constituído do mesmo metal que os condutores fase. Caso não seja, sua seção deve ser determinada de modo que sua condutância seja equivalente à da seção obtida pela tabela.

Tabela 48 - Seção mínima do condutor de proteção

Seção dos condutores fase da instalação S (mm ²)	Seção mínima do condutor de proteção correspondente S_p (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

6.4.3.2 Tipos de condutores de proteção

6.4.3.2.1 Podem ser usados como condutores de proteção:

- veias de cabos multipolares;
- cabos unipolares ou condutores nus num conduto comum aos condutores vivos;
- cabos unipolares ou condutores nus independentes;
- proteções metálicas ou blindagens de cabos;

6.4.3.3 Preservação da continuidade elétrica dos condutores de proteção

6.4.3.3.1 Os condutores de proteção devem estar convenientemente protegidos contra as deteriorações mecânicas, químicas e eletroquímicas e forças eletrodinâmicas.

6.4.3.3.2 As conexões devem estar acessíveis para verificações e ensaios.

6.4.3.3.3 Nenhum dispositivo de comando ou proteção deve ser inserido no condutor de proteção, porém podem ser utilizadas conexões desmontáveis por meio de ferramentas, para fins de ensaio.

6.4.3.3.4 As partes condutoras expostas de equipamentos não devem ser utilizadas como partes de condutores de proteção.

6.4.4 Aterramento por razões de proteção

NOTA - Para as medidas de proteção nos esquemas TN, TT e IT, ver 5.1.

6.4.4.1 Condutores de proteção usados com dispositivos de proteção a sobrecorrentes

6.4.4.1.1 Quando forem utilizados dispositivos de proteção a sobrecorrentes para a proteção contra contatos indiretos, o condutor de proteção deve estar contido na mesma linha elétrica dos condutores vivos ou em sua proximidade imediata.

6.4.7 Condutores de equipotencialidade

6.4.7.1 Seções mínimas

6.4.7.1.1 Condutores da ligação equipotencial principal

Os condutores de equipotencialidade da ligação equipotencial principal devem possuir

seções que não sejam inferiores à metade da seção do condutor de proteção de maior seção da instalação, com um mínimo de 16 mm².

6.4.7.1.2 Condutores das ligações eqüipotenciais suplementares

6.4.7.1.2.1 Um condutor de eqüipotencialidade de uma ligação eqüipotencial suplementar ligando duas massas deve possuir uma seção equivalente igual ou superior à seção condutor de proteção de menor seção ligado a essas massas.

6.4.7.1.2.2 Um condutor de eqüipotencialidade de uma ligação eqüipotencial suplementar ligando uma massa a um elemento condutor estranho à instalação deve possuir uma seção equivalente igual ou superior à metade da seção do condutor de proteção ligado a essa massa e deve satisfazer a 6.4.3.1.3.

6.4.7.1.2.3 Uma ligação eqüipotencial suplementar pode ser assegurada por elementos condutores estranhos à instalação não desmontáveis, tais como estruturas metálicas, ou por condutores suplementares ou por uma combinação dos dois tipos.

6.5 Outros Equipamentos

6.5.1 Transformadores , autotransformadores e bobinas de indutância

Os transformadores devem estar de acordo com as respectivas normas da ABNT

6.5.1.1 Funcionamento

6.5.1.1.1 Funcionamento em desequilíbrio - quando um transformador é levado a alimentar um circuito desequilibrado parcialmente ou totalmente, as condições de funcionamento e as garantias correspondentes (variação relativa de tensão, aquecimentos etc.), devem ser assunto de convenções particulares com o construtor do aparelho.

6.5.1.1.2 Funcionamento em paralelo dos transformadores

Devem ser tomadas precauções para a colocação dos transformadores em paralelo.

6.5.1.1.3 Dispositivos de supervisão, regulagem e comando

Devem ser previstos dispositivos de supervisão, regulagem e comando na medida que forem necessários ao uso correto dos trados e quando a importância desses transformadores e a do serviço que é por estes garantido lhe justifiquem. No caso, se um transformador comporta muitos elementos monofásicos, cada um deles deve ser munido de um dispositivo de supervisão.

6.5.1.2 Proteção de transformadores de potência

6.5.1.2.1 Os transformadores de potência devem ser protegidos contra:

- a) os defeitos internos
- b) as sobrecargas e os curtos-circuitos

E em certos casos contra:

- c.1) defeitos de isolamento à massa
- c.2) sobretensões

6.5.2 Máquinas giratórias

As máquinas giratórias devem responder à norma em vigor.

Elas devem ser protegidas contra os efeitos:

- a) dos defeitos térmicos e dinâmicos assim como elétrico.
- b) de incidentes externos (sobretensões, sobrecargas, sobre velocidades)

6.5.3 Retificadores a semicondutores

Os elementos retificadores a semicondutores policristalinos ou monocristalinos devem responder às normas em vigor

A escolha de dispositivos de supervisão e de proteção deve estar de acordo com o construtor.

6.5.4 Transformadores de medição

6.5.4.1 Generalidades

Os transformadores de medição devem responder às normas em vigor.

Eles devem estar dispostos de forma a ser facilmente acessíveis em vista de sua verificação ou sua eventual substituição.

6.5.4.2 Transformadores de tensão

O secundário dos transformadores de tensão deve ser protegido contra os defeitos a jusantes por fusíveis de baixa tensão, salvo em casos particulares.

Os fusíveis de baixa de tensão devem ser colocados em um cofre com cadeado independente da alta tensão.

De outro lado, o acesso aos transformadores deve ser possível somente após seccionamento de seu circuito secundário.

6.5.4.3 Transformadores de corrente

a) os valores limites térmicos de corrente de curta duração de um transformador devem ser escolhidos em função do valor máximo da corrente de curto-circuito presumida no local onde o transformador é instalado, e do eventual poder limitador do dispositivo de Proteção contra os curto-circuitos.

b) Os transformadores de corrente destinados às medições devem ser escolhidos de tal maneira que os aparelhos de medição que eles alimentam não sejam danificados quando a corrente primária atinge o valor da corrente de curto-circuito no ponto da instalação .

c) Os transformadores de corrente destinados a proteção devem ser escolhidos de modo que seu fator limite de precisão seja suficientemente elevado para que os erros de corrente em caso de curto- circuito não sejam muito grandes.

7 Verificação final

7.1 Prescrições gerais

7.1.1 Toda instalação, extensão ou alteração de instalação existente deve ser visualmente inspecionada e ensaiada, durante e/ou quando concluída a instalação, antes de ser posta em serviço pelo usuário, de forma a se verificar, tanto quanto possível, a conformidade com as prescrições desta Norma.

7.1.2 Deve ser fornecida a documentação da instalação, conforme 6.1.7, às pessoas encarregadas da verificação, na condição de documentação como construído (*as built*).

- 7.1.3** Durante a realização da inspeção e dos ensaios, devem ser tomadas precauções que garantam a segurança das pessoas e evitem danos à propriedade e aos equipamentos instalados.
- 7.1.4** Quando a instalação a ser verificada constituir uma extensão ou alteração de instalação existente, deve ser verificado se esta não anula as medidas de segurança da instalação existente.
- 7.1.5** A partir desta inspeção deverá ser elaborado um laudo que certifica a conformidade da instalação com esta Norma, por profissional devidamente habilitado e/ou credenciado.

7.2 Inspeção visual

A inspeção visual deve preceder os ensaios e deve ser realizada com a instalação desenergizada.

7.2.1 A inspeção visual deve ser realizada para confirmar se os componentes elétricos permanentemente conectados estão:

- a) em conformidade com os requisitos de segurança das normas aplicáveis;
NOTA - Isto pode ser verificado por marca de conformidade ou certificação.
- b) corretamente selecionados e instalados de acordo com esta Norma e o projeto da instalação;
- c) não visivelmente danificados, de modo a restringir sua segurança.
- d) estar desimpedidos de restos de materiais, ferramentas ou outros objetos que venha a comprometer seu isolamento.

7.2.2 A inspeção visual deve incluir, no mínimo, a verificação dos seguintes pontos, quando aplicáveis:

- a) medidas de proteção contra choques elétricos, incluindo medição de distâncias relativas à proteção por barreiras ou invólucros, por obstáculos ou pela colocação fora de alcance;
- b) presença de barreiras contra fogo e outras precauções contra propagação de incêndio e proteção contra efeitos térmicos;
- c) seleção de condutores, de acordo com sua capacidade de condução de corrente e queda de tensão;
- d) escolha e ajuste dos dispositivos de proteção e monitoração;
- e) presença de dispositivos de seccionamento e comandos, corretamente localizados;
- f) seleção dos componentes e das medidas de proteção de acordo com as influências externas;
- g) identificação dos condutores neutro e de proteção;
- h) presença de esquemas, avisos e outras informações similares;
- i) identificação dos circuitos, dispositivos fusíveis, disjuntores, seccionadoras, terminais, transformadores, etc.;
- j) correta execução das conexões;

- l) conveniente acessibilidade para operação e manutenção.
- m) medição das distâncias mínimas entre fase e neutro.

7.3 Ensaios

7.3.1 Prescrições gerais

Os ensaios da instalação devem incluir, no mínimo, os seguintes:

- a) continuidade elétrica dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais principais e suplementares;
- b) resistência de isolamento da instalação elétrica;
- c) ensaio de tensão aplicada;
- d) ensaio para determinação da resistência de aterramento;
- e) ensaios recomendados pelos fabricantes dos equipamentos;
- g) ensaios de funcionamento;

Os ensaios devem ser realizados com valores compatíveis aos valores nominais dos equipamentos usados e o valor nominal de tensão da instalação.

7.3.1.1 No caso de não-conformidade em qualquer dos ensaios, este deve ser repetido, após a correção do problema, bem como todos os ensaios precedentes que possam ter sido influenciados.

7.3.1.2 Os métodos de ensaios aqui descritos são fornecidos como métodos de referência; outros métodos, no entanto, podem ser utilizados, desde que, comprovadamente, produzam resultados não menos confiáveis.

7.3.2 Continuidade elétrica dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais principal e suplementares

Um ensaio de continuidade deve ser realizado. Recomenda-se que a fonte de tensão tenha uma tensão em vazio entre 4 V e 24 V, em corrente contínua ou alternada. A corrente de ensaio deve ser de, no mínimo, 0,2 A.

7.3.3 Resistência de isolamento da instalação

A resistência de isolamento deve ser medida:

- a) entre os condutores vivos, tomados dois a dois;
- b) entre cada condutor vivo e a terra.

Durante esta medição os condutores fase e condutores neutro podem ser interligados.

7.3.3.1 A resistência de isolamento deve atender aos valores mínimos especificados nas normas aplicáveis aos componentes da instalação. Esses valores são fornecidos pelos fabricantes de cada componente da instalação.

7.3.4 Ensaio de tensão aplicada

Este ensaio deve ser realizado em equipamento construído ou montado no local da instalação, de acordo com o método e valores limites de ensaio descrito nas normas aplicáveis ao equipamento ou quando recomendado pelo seu fabricante.

7.3.5 Ensaio para determinação da resistência de aterramento

7.3.5.1 Este ensaio deve ser realizado toda a vez que houver a instalação ou ampliação de malhas de terra visando a garantir o atendimento dos valores previstos em projeto.

7.3.5.2 Para a realização desse ensaio todos os cuidados referentes à segurança deverão ser tomados, principalmente no caso das ampliações nas instalações em operação. Nesses casos é muitas vezes necessário o desligamento total das instalações.

7.3.6 Ensaio recomendados pelos fabricantes dos equipamentos

7.3.6.1 Todos os equipamentos que possuem condições especiais de instalações deverão sofrer a inspeção de sua montagem balizada nas informações fornecidas pelos seus fabricantes. Nos documentos apropriados podem ser verificados as necessidade ensaios específicos aos equipamentos que fazem parte integrante da sua aprovação para energização.

7.3.6.2 São citados como ensaios especiais:

- Ensaio de Rigidez dielétrica do óleo isolante – aplicáveis a transformadores, disjuntores e chaves seccionadoras;
- Ensaio de Fator de Potencia - aplicáveis a transformadores, maquinas elétricas de grande porte e geradores;
- Ensaio de Cromatografia de gases e Analises físico-químico de óleos isolantes – aplicáveis a transformadores de força
- Ensaio de Tempos de Operação – aplicáveis a disjuntores;
- Ensaio de Resistência de Contatos Elétricos – aplicáveis a disjuntores e barramentos de alta capacidade de corrente;
- Ensaio de Tensão aplicada – aplicáveis a cabos elétricos, equipamentos isolados a vácuo e a gás SF₆.

7.3.7 Ensaio de funcionamento

7.3.7.1 Montagens tais como quadros, acionamentos, controles, intertravamentos, comandos, etc. devem ser submetidas a um ensaio de funcionamento para verificar se o conjunto está corretamente montado, ajustado e instalado em conformidade com esta Norma e filosofia operativa de projeto.

7.3.7.2 Dispositivos de proteção devem ser submetidos a ensaios de funcionamento, se necessários e aplicáveis, para verificar se estão corretamente instalados e ajustados.

8 Manutenção e Operação

8.1 Período

O período entre manutenções deve adequar-se a cada tipo de instalação, considerando-se, dentre outras, a sua complexidade e importância, as influências externas e a vida útil dos componentes.

8.2 Condições gerais

Antes da realização de qualquer serviço de manutenção e/ou operação, os seguintes itens devem ser atendidos:

8.2.1 Sempre que aplicável, a instalação a ser verificada deve ser desenergizada.

- a) Após a manobra de desenergização, todas as partes vivas deverão ser testadas quanto à presença de energia mediante dispositivos de detecção compatíveis ao nível de tensão da instalação;

- b) Todo equipamento e/ou instalação desenergizado deve ser aterrado, conforme esquema de aterramento adotado (ver 4.2.3) e proteção contra contato direto e contato indireto (ver 5.1.1 e 5.1.2);
- c) Toda instalação e/ou todo equipamento desenergizado deve ser bloqueado e identificado, conforme esquema de aterramento adotado (ver 4.2.3) e proteção contra contato direto e contato indireto (ver 5.1.1 e 5.1.2).

NOTA: : antes de proceder ao aterramento de uma instalação desenergizada, deve-se garantir que não haja carga residual ou cumulativa, efetuando-se primeiro a sua descarga elétrica.

8.2.2 Os dispositivos e as disposições adotados para garantir que as partes vivas fiquem fora do alcance podem ser retirados para uma melhor verificação, devendo ser impreterivelmente restabelecidos ao término da manutenção.

8.2.3 Deve-se garantir a confiabilidade dos instrumentos de medição e de teste, aferindo-os conforme orientação do fabricante.

8.2.4 Os acessos de entrada e saída aos locais de manutenção devem ser desobstruídos, sendo obrigatória a inclusão de sinalização adequada que impossibilite a entrada de pessoas não BA4 e BA5, conforme tabela 13.

8.2.5 Qualquer manobra, programada ou de emergência, deve ser efetuada somente com a autorização de pessoa qualificada (BA5), conforme tabela 13.

8.2.6 Qualquer manobra deve ser efetuada por, no mínimo, duas pessoas, sendo que uma delas deve ser BA5.

8.2.7 É obrigatório o uso de EPC (Equipamentos de Proteção Coletiva) e EPI (Equipamentos de Proteção Individual) apropriados, em todos os serviços de manutenção das instalações elétricas de média tensão.

NOTA: Os envolvidos no serviço deverão ter conhecimento dos procedimentos que serão executados.

8.3 Manutenção

8.3.1 Manutenção Preventiva

8.3.1.1 Define-se manutenção preventiva aquela efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.

8.3.1.2 Cabos e Acessórios

Deve ser inspecionado o estado dos cabos e seus respectivos acessórios, assim como os dispositivos de fixação e suporte, observando sinais de aquecimento excessivo, rachaduras, ressecamento, fixação, identificação e limpeza.

8.3.1.3 Quadros de distribuição e painéis

8.3.1.3.1 Estrutura

Deve ser verificada a estrutura do(s) quadro(s) e/ou painel(éis), observando seu estado geral quanto a fixação, danos na estrutura, pintura, corrosão, fechaduras e dobradiças. Deve ser verificado o estado geral dos condutores e dispositivos de aterramento.

8.3.1.3.2 Componentes

8.3.1.3.2.1 No caso de componentes com partes internas móveis, devem ser inspecionados, quando o componente permitir, o estado dos contatos e das câmaras de arco, sinais de aquecimento, limpeza, fixação, ajustes e aferições. Se possível, devem ser

realizadas algumas manobras no componente, verificando seu funcionamento.

8.3.1.3.2.2 No caso de componentes fixos, deve ser inspecionado o estado geral, observando sinais de aquecimento, fixação, identificação, ressecamento e limpeza.

8.3.1.4 Equipamentos móveis

As ligações flexíveis que alimentam equipamentos móveis devem ser verificadas conforme 8.3.1.2, bem como a sua adequada articulação.

8.3.1.5 Teste geral

Ao término das verificações e ensaios deverá ser efetuado um teste geral de funcionamento, simulando todas as situações de comando, seccionamento, proteção e sinalização, observando também os ajustes e aferições dos componentes (relés, sensores, temporizadores, etc.), bem como a utilização de fusíveis, disjuntores, chaves seccionadoras, etc., em conformidade com o projeto.

8.3.2 Manutenção corretiva

8.3.2.1 Define-se manutenção corretiva àquela que é efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.

8.3.2.2 Toda instalação ou parte dela, que por qualquer motivo coloque em risco a segurança dos seus usuários, deve ser imediatamente desenergizada, no todo ou na parte afetada, e somente deve ser recolocada em serviço após reparação satisfatória.

8.3.2.3 Toda falha ou anomalia constatada nas instalações, ou componentes ou equipamentos elétricos, ou em seu funcionamento, deve ser comunicada à pessoa qualificada (BA5), para fins de reparação, notadamente quando os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes ou contra choques elétricos atuarem sem causa conhecida.

8.4 Operação

8.4.1 Somente é admitida a operação de instalações de média tensão por pessoal qualificado (BA5).

8.4.2 É obrigatório o uso de EPC (Equipamentos de Proteção Coletiva) e EPI (Equipamentos de Proteção Individual) apropriados em todos os serviços de operação das instalações elétricas de média tensão, exceto nos casos de operação remota, onde as medidas de proteção contra contato direto e indireto atendam à NBR 5410.

9 Subestações

9.1 Disposições gerais

9.1.1 As subestações podem ser abrigadas ou ao tempo. Quanto à sua posição em relação ao solo, podem ser instaladas na superfície, abaixo da superfície do solo (subterrânea) ou acima da superfície do solo (aérea).

9.1.2 As subestações devem ter características de construção definitiva, ser de materiais incombustíveis e de estabilidade adequada, oferecendo condições de bem estar e segurança aos operadores, quando estes se fizerem necessários.

9.1.3 As subestações devem ser localizados de forma a permitir fácil acesso a pessoas, materiais e equipamentos, para operação e manutenção, e possuir adequadas

dimensões, ventilação e iluminação naturais ou artificial compatível com a sua operação e manutenção.

9.1.4 As subestações podem ou não ser parte integrante de outras edificações, devem atender a requisitos de segurança e ser devidamente protegidas contra danos acidentais decorrentes do meio ambiente.

9.1.5 Nas instalações internas e externas, os afastamentos entre partes vivas devem ser os indicados na tabela X. Estes afastamentos devem ser tomados entre extremidades mais próximas e não de centro a centro.

Tabela X:

Tensão nominal da Instalação kV	Tensão máxima para o equipamento (valor eficaz) kV	Tensão de ensaio à frequência industrial (valor eficaz) kV	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (valor de pico) kV	Distância mínima fase/terra e fase/fase	
				Interno	Externo
				mm	
3	3,6	10	20	60	120
			40	60	120
5					
6	7,2	20	40	60	120
			60	90	120
13,8	15	34	95	160	160
			110	180	180

			125	220	220
23,1	24,5	50	95	160	
			125	220	
34,5	36,2	70	145	270	
			170	320	

9.1.6 O acesso a subestações somente é permitida a pessoas BA4 e BA5, sendo proibido o acesso a pessoas BA1.

9.1.7 Os equipamentos de controle, proteção, manobra e medição, operando em baixa tensão, devem constituir conjunto separado, a fim de permitir fácil acesso, com segurança, a pessoas qualificadas, sem interrupção de circuito de média tensão.

9.1.8 A disposição do equipamento deve oferecer condições adequadas de operação, segurança e facilidade de substituição do todo ou parte.

9.1.9 Devem ser fixados placas com os dizeres “**Perigo de Morte**” e o respectivo símbolo nos seguintes locais:

- a) externamente, nos locais possíveis de acesso;
- b) internamente, nos locais possíveis de acesso às partes energizadas.

9.1.10 No interior das subestações deve estar disponível, em local acessível, um esquema geral da instalação.

9.1.11 Todos os dizeres das placas e da documentação devem ser em língua portuguesa, sendo permitido o uso de línguas estrangeiras adicionais.

9.1.12 Nas instalações de equipamentos que contenham líquido isolante inflamável com volume superior a 25 litros devem ser observadas as seguintes precauções:

- a) Construção de barreiras incombustíveis entre os equipamentos ou outros meios adequados para evitar a propagação de incêndio;
- b) Construção de dispositivo adequado para drenar ou conter o líquido proveniente de eventual vazamento.

9.2 Subestações abrigadas

9.2.1 Prescrições Gerais

9.2.1.1 As subestações abrigadas são aquelas nas quais os seus componentes estão ao abrigo das intempéries.

9.2.1.2 Os corredores de controle e manobra e os locais de acesso devem ter dimensões suficientes para que haja espaço livre mínimo de circulação de 0,70m, com todas as portas abertas, na pior condição ou equipamentos extraídos em manutenção.

Havendo equipamentos de manobra, deve ser mantido o espaço livre em frente aos volantes e alavancas. Em nenhuma hipótese, esse espaço livre pode ser utilizado para outras finalidades.

9.2.1.3 As subestações devem ter iluminação artificial, obedecendo aos níveis de iluminamento fixados pela NBR5413, e iluminação natural, sempre que possível. As janelas e vidraças utilizadas para este fim devem ser fixas e protegidas por meio de telas metálicas resistentes, com malhas de 13 mm, no máximo, e de 5 mm, no mínimo, quando sujeitas a possíveis danos. O uso de vidro aramado dispensa a tela de proteção.

As subestações devem ser providos de iluminação de segurança, com autonomia mínima de 2 horas.

9.2.1.4 As subestações devem possuir ventilação natural, sempre que possível, ou forçada.

9.2.1.5 No local de funcionamento do equipamento, a diferença entre a temperatura interna, medida a 1 m da fonte de calor a plena carga, e a externa, medida à sombra, não deve ultrapassar 15°C.

9.2.1.6 No local de permanência interna dos operadores, a temperatura ambiente não pode ser superior a 35°C. Em regiões onde a temperatura externa, à sombra, exceder esse limite, a temperatura ambiente no local da permanência pode, no máximo, igualar a temperatura externa. Quando esta condição não puder ser conseguida mantendo os ambientes em conjunto, o local de permanência dos operadores deve ser separado.

9.2.1.7 As aberturas para ventilação natural devem ser convenientes dispostas, de modo a promover circulação do ar.

9.2.1.8 No caso de ventilação forçada, quando o ar aspirado contiver em suspensão poeira ou partículas provenientes da fabricação, as tomadas de ar devem ser providas de filtros adequados.

9.2.1.9 Nas subestações situadas em ambiente de natureza corrosiva, o ar deve ser aspirado do exterior e o local deve ser mantido sob pressão superior à do ambiente de natureza corrosiva. Devem ser previstos dispositivos de alarme ou desligamento automático, no caso de falha deste sistema.

9.2.1.10 A fim de evitar a entrada de chuva, enxurrada e corpos estranhos, as aberturas para ventilação devem ter as seguintes características:

- a) situarem-se, no mínimo, 20 cm acima do piso exterior;
- b) serem construídas em forma de chicana;
- c) serem protegidas externamente por tela metálica resistente, com malha de abertura mínima de 5 mm e máxima de 13 mm.

9.2.1.11 Nas entradas subterrâneas, do lado externo, o cabo deve ser protegido por eletroduto, no trecho exposto, até a altura mínima de 3m acima do solo.

9.2.1.12 Todas as partes vivas acessíveis do lado normal de operação devem ser providas de anteparos suficientemente rígidos e incombustíveis, com proteção contra contatos acidentais.

9.2.1.13 Os valores dos espaçamentos das instalações internas devem basear-se nas figuras 7(a) e 7(b) e nas tabelas 20 e 21.

9.2.2 Instalações instaladas na superfície e acima da superfície do solo

9.2.2.1 As subestações devem ser providas de portas metálicas, com dimensões mínimas de 0,80 m x 2,10 m. Todas as portas devem abrir para fora.

9.2.3 Subestações Subterrâneas

9.2.3.1 Estas subestações devem ter impermeabilização total contra infiltração de água.

NOTA: Nos casos em que a impermeabilização não for viável ou não puder evitar a infiltração de água, deve ser implementado um sistema de drenagem.

9.2.3.2 As subestações devem ser providas, no mínimo, de uma abertura para serviço ou emergência com dimensões mínimas de 0,80m x 2,10m, quando laterais e ter dimensões suficientes para permitir a inscrição de círculo de no mínimo 0,60 m, quando localizados no teto.

9.2.3.3 Quanto à proteção contra invasão de águas, admitem-se os seguintes tipos:

- a) de porta estanque;
- b) com desembocadura a céu aberto (localização em encosta, com escoamento natural).

NOTAS:

1 No primeiro caso, deve ser prevista entrada de emergência, não sujeita à inundaç o. No segundo caso, a desembocadura deve ser provida de tela, para evitar a entrada de animais. N o sendo poss vel a constru o de recintos com as caracter sticas acima, o equipamento e a instala o devem ser   prova d' gua (do tipo submers vel).

2 As subesta es semi-enterradas aplicam-se essas mesmas disposi es, sendo entretanto desnecess rio o emprego de porta estanque e equipamento submers vel, desde que n o estejam sujeitos a inunda es.

9.2.3.4 As aberturas de acesso de servi o e emerg ncia devem abrir para fora e apresentar facilidade de abertura pelo lado interno.

9.2.3.5 Devem ser previstos meios adequados para a instala o inicial e eventual substitui o/remo o posterior dos componentes individuais.

9.2.3.6 Os acessos podem ser do tipo chamin , devendo, nesse caso, ter altura suficiente de modo a impedir inunda o.

9.2.3.7 Todas as entradas e sa das de condutos, devem ser obturadas de maneira a assegurar a estanqueidade da subesta o.

9.3 Subesta es ao tempo

9.3.1 Disposi es gerais

9.3.1.1 As subesta es ao tempo s o aquelas nas quais os seus componentes est o sujeitos   a o das intemp ries.

9.3.1.2 Nas subesta es ao tempo, todo equipamento deve ser resistente  s intemp ries, em conformidade com o item 4.3.

9.3.2 Subesta es instaladas na superf cie do solo

9.3.2.1 Estas instala es devem ser providas,   sua volta, de elementos de prote o a

fim de evitar a aproximação de pessoas BA1, BA2, BA3 e de animais.

9.3.2.2 Quando usada tela como proteção externa, esta deve ter malhas de abertura máxima de 50 mm e ser constituída de aço zincado de diâmetro 3 mm, no mínimo, ou material de resistência mecânica equivalente.

9.3.2.3 Devem ser fixadas placas com os dizeres “ **Perigo de Morte**” e um símbolo em local bem visível do lado externo em todas as faces da proteção externa e junto ao acesso.

9.3.2.4 A parte inferior da proteção deve ficar no máximo a 10 cm acima da superfície do solo.

9.3.2.5 O sistema de proteção externo, quando metálico, deve ser ligado à terra, satisfazendo, no que couber, as condições prescritas em 5.1.

9.3.2.6 O acesso a pessoal BA4 e BA5 deve ser feito por meio de porta, abrindo para fora, com dimensões mínimas de 0,80 m x 2,10m. Quando utilizada também para acesso de materiais, deve ter dimensões adequadas. A porta deve ser provida de fecho de segurança externo, permitindo livre abertura do lado interno.

9.3.2.7 A instalação deve ser dotada de sistema adequado de escoamento de águas pluviais.

9.3.2.8 As subestações devem ter iluminação artificial, obedecendo aos níveis de iluminamento fixados pela NBR5413, e iluminação natural, sempre que possível. As janelas e vidraças utilizadas para este fim devem ser fixas e protegidas por meio de telas metálicas resistentes, com malhas de 13 mm, no máximo, e de 5 mm, no mínimo, quando sujeitas a possíveis danos. O uso de vidro aramado dispensa a tela de proteção.

As subestações devem ser providas de iluminação de segurança, com autonomia mínima de 2 horas.

9.3.2.9 Nas instalações de equipamentos que contenham líquido isolante inflamável, com volume superior a 100 litros, devem ser construído um dispositivo adequado para drenar ou conter o líquido proveniente de eventual vazamento.

9.3.3 Subestações instaladas acima da superfície do solo

9.3.3.1 Todas as partes vivas não protegidas em áreas de circulação de pessoal BA1 devem estar situadas, no mínimo, a 5m acima da superfície do solo.

Quando não for possível observar a altura mínima de 5m para as partes vivas, pode ser tolerado o limite de 3,5m, desde que o local seja provido de um anteparo horizontal em tela metálica ou equivalente, devidamente ligado à terra, com as seguintes características:

- a) afastamento mínimo de 40 cm das partes vivas;
- b) malha de 50 mm de abertura, no máximo;
- c) fios de aço zincado ou material equivalente, de 3 mm de diâmetro, no mínimo.

9.3.3.2 A disposição do equipamento deve prever espaço livre de segurança, que permita o acesso de uma pessoa BA4 ou BA5 para fins de manobras, inspeção ou manutenção, com dimensões tais que seja possível a inscrição de um cilindro reto, de eixo vertical, com diâmetro mínimo de 0,60 m e altura suficiente para permitir o acesso às partes mais elevadas.

9.3.3.3 As estruturas de suporte dos equipamentos devem oferecer condições adequadas de operação, segurança e manutenção.

9.3.3.4 O equipamento pode ser instalado sobre:

- a) postes ou torres de aço, concreto ou madeira adequada, conforme NBR 5433 ou NBR5434;
- b) plataformas elevadas sobre estrutura de concreto, aço ou madeira adequada, conforme NBR 5433 ou NBR5434;
- c) áreas sobre a cobertura de edifícios, inacessíveis a pessoas BA1 ou providas do necessário sistema de proteção externa. Neste equipamento não é permitido o emprego de líquido isolante inflamável.

9.4 Subestação de transformação

9.4.1 As subestações de transformação são instalações destinadas a transformar qualquer das grandezas da energia elétrica, dentro do âmbito desta Norma.

9.4.2 Deve ser dispensada especial atenção aos aparelhos com carcaça sob tensão, os quais devem ter sinalização indicadora de perigo.

9.4.3 Quando a subestação de transformação fizer parte integrante da edificação industrial, somente será permitido o emprego de transformadores de líquidos isolantes não inflamáveis ou transformadores a secos e disjuntores a vácuo ou SF6.

NOTA - Considera-se como parte integrante, o recinto não isolado ou desprovido de paredes de alvenaria e portas corta-fogo.

9.4.4 Quando a subestação de transformação fizer parte integrante da edificação residencial e/ou comercial, somente será permitido o emprego de transformadores a secos e disjuntores a vácuo ou SF6. Mesmo que haja paredes de alvenaria e portas corta-fogo.

9.4.5 No caso de instalação de transformadores em ambientes perigosos, o equipamento deve obedecer às normas específicas.

9.4.6 Quando o dispositivo de manobra, que alimenta um equipamento, situar-se em uma posição não visível, sob o ponto de vista do operador deste equipamento, deve ser empregada uma chave desligadora junto a esse equipamento. Quando a chave desligadora não tiver capacidade de interrupção para a corrente de carga, esta deverá ser intertravada com o dispositivo de manobra.

9.5 Subestação de controle e manobra

9.5.1 As subestações de controle e manobra são instalações destinadas a controlar qualquer das grandezas da energia elétrica, ligar ou desligar circuitos elétricos ou, ainda, prover meios de proteção para esses circuitos.

9.5.2 Deve situar-se na posição mais conveniente para sua operação, podendo localizar-se no mesmo recinto das subestações de medição ou de transformação.

9.5.3 Os instrumentos indicadores e dispositivos de controle e manobra devem ser agrupados de maneira a facilitar as operações. Esse agrupamento deve obedecer ao critério de separação dos diversos circuitos e linhas com devida identificação.

9.5.4 Não é permitido o emprego exclusivo de intertravamento elétrico em aparelhos contíguos, onde possíveis falhas daquele ocasionem danos a pessoas ou coisas. Quando, no caso de aparelhos não contíguos, o intertravamento mecânico não for possível, a execução do intertravamento elétrico deve ser complementada com outra medida redundante.