

## ***1 - Generalidades***

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

O valor da resistência de aterramento deve satisfazer às condições de proteção e de funcionamento da instalação elétrica.

## ***2 - Ligações à terra***

### **- Aterramento**

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.

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.

Devem ser tomadas precauções para impedir danos aos eletrodos e a outras partes metálicas por efeitos de eletrólise.

### **- Eletrodos de aterramento**

O eletrodo de aterramento preferencial numa edificação é o constituído pelas armaduras de aço embutidas no concreto das fundações das edificações.

#### **NOTAS**

- 1- A experiência tem demonstrado que as armaduras de aço das estacas, dos blocos de fundação e das vigas baldrame, interligadas nas condições correntes de execução, constituem um eletrodo de aterramento de excelentes características elétricas.
- 2- As armaduras de aço das fundações, juntamente com as demais armaduras do concreto da edificação, podem constituir, nas condições prescritas pela NBR 5419, o sistema de proteção contra descargas atmosféricas (aterramento e gaiola de Faraday, completado por um sistema captor).
- 3- Em geral os elementos em concreto protendido não devem integrar o sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

No caso de fundações em alvenaria, o eletrodo de aterramento pode ser constituído por uma fita de aço ou barra de aço de construção, imersa no concreto das fundações, formando um anel em todo o perímetro da estrutura. A fita deve ter, no mínimo,  $100 \text{ mm}^2$  de seção e 3 mm de espessura e deve ser disposta na posição vertical. A barra deve ter o mínimo  $95 \text{ mm}^2$  de seção. A barra ou a fita deve ser envolvida por uma camada de concreto com espessura mínima de 5 cm.

Quando o aterramento pelas fundações não for praticável, podem ser utilizados os eletrodos de aterramento convencionais, indicados na tabela 1, 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 aumentem a resistência do aterramento dos eletrodos acima do valor exigido;
- b) o projeto do aterramento deve considerar o possível aumento da resistência de aterramento dos eletrodos devido à corrosão.

**NOTA**

- 1- Preferencialmente o eletrodo de aterramento deve constituir um anel circundando o perímetro da edificação.
- 2- 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. O valor da resistência de aterramento do eletrodo de aterramento pode ser calculado ou medido (ver 7.3.6.2).

**Tabela 1 - 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	25 mm <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> de seção, 3 mm de espessura e 10 m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60 m. Largura na posição vertical
Cabo de cobre	25 mm <sup>2</sup> de seção e 10 m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60 m. Posição horizontal
Cabo de aço zincado	95 mm <sup>2</sup> de seção e 10 m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60 m. Posição horizontal
Cabo de aço cobreado	50 mm <sup>2</sup> de seção e 10 m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60 m. Posição horizontal

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

### - Condutores de aterramento

Os condutores de aterramento devem atender às prescrições gerais.

Quando o condutor de aterramento estiver enterrado no solo, sua seção mínima deve estar de acordo com a tabela 2

**Tabela 2 - 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 <sup>2</sup>  Aço: 16 mm <sup>2</sup>
Não protegido contra corrosão	Cobre: 16 mm <sup>2</sup> (solos ácidos) 25 mm <sup>2</sup> (solos alcalinos) Aço: 50 mm <sup>2</sup>	

Quando o eletrodo de aterramento estiver embutido nas fundações a ligação ao eletrodo deve ser realizada diretamente, por solda elétrica, à armadura do concreto mais próxima, com seção não inferior a 50 mm<sup>2</sup>, preferencialmente com diâmetro não inferior a 12 mm, ou ao ponto mais próximo do anel (fitas ou barra) embutido nas fundações. Em ambos os casos, deve ser utilizado um condutor de aço com diâmetro mínimo de 12 mm, ou uma fita de aço de 25 mm x 4 mm. Com o condutor de aço citado, acessível fora do concreto, a ligação à barra ou condutor de cobre para utilização, deve ser feita por solda exotérmica ou por processo equivalente do ponto de vista elétrico e da corrosão.

Em alternativa podem usar-se acessórios específicos de aperto mecânico para derivar o condutor de tomada de terra diretamente da

armadura do concreto, ou da barra de aço embutida nas fundações, ou ainda do condutor de aço derivado para o exterior do concreto.

**NOTA** - O condutor de aço derivando para exterior do concreto deve ser adequadamente protegida contra corrosão.

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.

### **- Terminal de aterramento principal**

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

- a) condutor de aterramento;
- b) condutores de proteção principais;
- c) condutores de equipotencialidade principais;
- d) condutor neutro, se disponível;
- e) barramento de equipotencialidade funcional (ver 6.4.8.5), se necessário;
- f) condutores de equipotencialidade ligados a eletrodos de aterramento de outros sistemas (por exemplo, SPDA).

### **NOTAS**

- 1 - O terminal de aterramento principal realiza a ligação equipotencial principal .
- 2 - Nas instalações alimentadas diretamente por rede de distribuição pública em baixa tensão, que utilizem o esquema TN, o condutor neutro deve ser ligado ao terminal ou barra de aterramento principal, diretamente ou através de terminal ou barramento de aterramento local;
- 3 - Nas instalações alimentadas diretamente por rede de distribuição pública em baixa tensão, que utilizem o esquema TT, devem ser previstos dois terminais ou barras de aterramento separados, ligados a eletrodos de aterramento eletricamente independentes, quando possível, um para o aterramento do condutor neutro e o outro constituindo o terminal de aterramento principal propriamente dito.

- 4 - Os condutores de equipotencialidade destinados à ligação de eletrodos de aterramento de SPDA devem ser dimensionados segundo a NBR 5419.

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.

### **3 - Condutores de proteção**

#### **- Seções mínimas**

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 do material do condutor de proteção, de sua isolamento e outras partes e das temperaturas inicial e final.

As tabelas 3, 4, 5 e 6 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.

## NOTAS

- 1 - É necessário que a seção calculada seja compatível com as condições impostas pela impedância do percurso da corrente de falta.
- 2 - Para limitações de temperatura em atmosferas explosivas, ver IEC-79-0.
- 3 - Devem ser levadas em conta as temperaturas máximas admissíveis para as ligações.

**Tabela 3 - Valores de k para condutores de proteção providos de isolamento 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 4 - 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 5 - 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 6 - 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	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

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

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

A seção do condutor de proteção pode, opcionalmente ao método de cálculo, ser determinada através da tabela 7. Se a aplicação da tabela conduzir a valores não padronizados, devem ser usados condutores com a seção normalizada mais próxima. Os valores da tabela 7 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 7 - Seção mínima do condutor de proteção**

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

A seção de qualquer condutor de proteção que não faça parte do mesmo cabo ou do mesmo invólucro que os condutores vivos deve ser, em qualquer caso, não inferior a:

- a) 2,5 mm<sup>2</sup> se possuir proteção mecânica;
- b) 4 mm<sup>2</sup> se não possuir proteção mecânica.

**NOTA** - Ver também item 2, no que se refere à escolha e instalação dos condutores em função das influências externas.

### - Tipos de condutores de proteção

Podem ser usados como condutores de proteção:

- a) veias de cabos multipolares;
- b) condutores isolados, cabos unipolares ou condutores nus num conduto comum aos condutores vivos;
- c) condutores isolados, cabos unipolares ou condutores nus independentes;
- d) proteções metálicas ou blindagens de cabos;
- e) eletrodutos metálicos e outros condutos metálicos;
- f) certos elementos condutores estranhos à instalação.

Quando a instalação contiver linhas pré-fabricadas (barramentos blindados) com invólucros metálicos, tais invólucros podem ser usados como condutores de proteção se satisfizerem simultaneamente às três prescrições seguintes:

- a) sua continuidade elétrica deve estar assegurada e de forma a estar protegida contra deteriorações mecânicas, químicas ou eletroquímicas;
- b) sua condutância seja, pelo menos, igual à resultante da aplicação.
- c) devem permitir a ligação de outros condutores de proteção em todos os pontos de derivação predeterminados.

As proteções metálicas ou blindagens de cabos, bem como os eletrodutos e outros condutos metálicos, podem ser usados como condutores de proteção dos respectivos circuitos se satisfizerem às prescrições a) e b).

Elementos condutores estranhos à instalação podem ser usados como condutores de proteção se satisfizerem a todas as prescrições seguintes:

- a) sua continuidade elétrica deve estar assegurada, por construção ou por ligações adequadas, e de forma a estar protegida contra deteriorações mecânicas, químicas e eletroquímicas;
- b) sua condutância seja, pelo menos, igual à resultante da aplicação de 3.
- c) seu traçado seja o mesmo dos circuitos correspondentes;
- d) só devem poder ser desmontados se forem previstas medidas compensadoras;
- e) sua aplicação a esse uso seja analisada e, se necessário, sejam feitas adaptações adequadas.

**NOTA** - As canalizações metálicas de água e gás não devem ser usadas como condutores de proteção.

Elementos condutores estranhos à instalação não devem ser usados como condutores PEN.

### **- Preservação da continuidade elétrica dos condutores de proteção**

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

As ligações devem estar acessíveis para verificações e ensaios, com exceção das executados dentro de caixas moldadas ou juntas encapsuladas.

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

Quando for utilizado um dispositivo de monitoração de continuidade de aterramento, as bobinas de operação não devem ser inseridas no condutor de proteção.

As partes condutoras expostas de equipamentos não devem ser utilizadas como partes de condutores de proteção de outros equipamentos, exceto nas condições de 6.4.3.2.2.

#### ***4 - Aterramento por razões de proteção***

##### **- Condutores de proteção usados com dispositivos de proteção a sobrecorrentes**

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.

##### **- Aterramento de mastro de antenas e do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) da edificação**

Mastros de antenas devem ser incorporados ao SPDA, devendo ser atendidas as prescrições da NBR 5419.

#### ***5 - Aterramento por razões combinadas de proteção e funcionais***

##### **- Generalidades**

Quando for exigido um aterramento por razões combinadas de proteção e funcionais, as prescrições relativas às medidas de proteção devem prevalecer.

##### **- Condutor PEN**

Nos esquemas TN, quando o condutor de proteção tiver uma seção maior ou igual a 10 mm<sup>2</sup> em cobre ou a 16 mm<sup>2</sup> em alumínio, nas instalações fixas, as funções de condutor de proteção e de condutor neutro podem ser combinadas, desde que a parte da instalação em referência não seja protegida por um dispositivo a corrente diferencial-residual. No entanto, a seção mínima de um condutor PEN pode ser de 4 mm<sup>2</sup>, desde

que o cabo seja do tipo concêntrico e que as conexões que garantem a continuidade sejam duplicadas em todos os pontos de conexão ao longo do percurso do condutor periférico. O condutor PEN concêntrico deve ser utilizado desde o transformador e limitado a uma instalação que utilize acessórios adequados.

O condutor PEN deve ser isolado para as tensões a que possa ser submetido, a fim de evitar fugas de corrente.

Se, a partir de um ponto qualquer da instalação, o neutro e o condutor de proteção forem separados, não é permitido religá-los após esse ponto. No ponto de separação, devem ser previstos terminais ou barras separadas para o condutor de proteção e o neutro. O condutor PEN deve ser ligado ao terminal ou barra previsto para o condutor de proteção.

## ***6 - Condutores de equipotencialidade***

### ***- Seções mínimas***

#### **a) 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 6 mm<sup>2</sup>.

#### **b) Condutores das ligações equipotenciais suplementares**

Um condutor de equipotencialidade de uma ligação equipotencial suplementar ligando duas massas deve possuir uma seção equivalente igual ou superior à seção condutor de proteção de menor seção ligado a essas massa.

Um condutor de equipotencialidade de uma ligação equipotencial 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 .

Uma ligação equipotencial 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.

## ***7 - Aterramento e equipotencialização de equipamentos de tecnologia da informação***

### **- Generalidades**

As prescrições aqui contidas tratam do aterramento e das ligações equipotenciais dos equipamentos de tecnologia da informação e de equipamentos similares que necessitam de interligações para intercâmbio de dados. Podem também ser utilizadas para outros equipamentos eletrônicos suscetíveis a interferências.

### **NOTAS**

- 1 - O termo “equipamento de tecnologia da informação” é usado pela IEC para designar todos os tipos de equipamentos elétricos e eletrônicos de escritório e equipamentos de telecomunicação.
- 2 - São exemplos de equipamentos aos quais prescrições podem ser aplicáveis:
  - equipamentos de telecomunicação e de transmissão de dados, equipamentos de processamentos de dados ou instalações que utilizam transmissão de sinais com retorno à terra, interna ou externamente ligadas a uma edificação;
  - fontes de corrente contínua que alimentam equipamentos de tecnologia da informação no interior de uma edificação;
  - equipamentos e instalações de CPCT- Central Privada de Comutação Telefônica (PABX);
  - redes locais;
  - sistemas de alarme contra incêndio e contra roubo;
  - sistemas de automação predial;
  - sistemas CAM (*Computer Aided Manufacturing*) e outros que utilizam computadores.
- 3 - As prescrições aqui contidas não consideram a possível influência de descargas atmosféricas.
- 4 - Não são consideradas as ligações de equipamentos com correntes de fuga elevadas.

As prescrições aqui contidas tratam:

- a) da proteção contra corrosão eletrolítica;

- b) da proteção contra correntes contínuas de retorno elevadas nos condutores de aterramento funcional, nos condutores de proteção e nos condutores de proteção e aterramento funcional;
- c) da compatibilidade eletromagnética.

O aterramento dos equipamentos de tecnologia da informação objetivando a proteção contra choques elétricos. No entanto, prescrições adicionais podem ser necessárias para garantir o funcionamento confiável e seguro dos equipamentos e da instalação.

### **- Uso do terminal de aterramento principal**

#### **NOTA**

- 1 - O terminal de aterramento principal da edificação pode ser geralmente utilizado para fins de aterramento funcional. Nesse caso, ele é considerado, sob o ponto de vista da tecnologia da informação, como o ponto de ligação ao sistema de aterramento da edificação.

Quando circuitos PELV e massas de equipamentos classe II e classe III forem aterrados por razões funcionais, eles devem ser ligados ao terminal de aterramento principal da instalação (ver 6.4.2.4), integrando a ligação equipotencial principal (ver 5.1.3.1.1).

### **- Compatibilidade com condutores PEN da edificação**

Em edificações que abriguem ou estejam previstas para abrigar instalações de tecnologia da informação de porte significativo, deve-se considerar o uso de condutor de proteção (PE) e condutor neutro (N) separados, desde o ponto de entrada da alimentação.

**NOTA** - Esta prescrição tem por objetivo reduzir ao mínimo a possibilidade de ocorrência de problemas de compatibilidade eletromagnética e, em casos extremos de sobrecorrente, devidos à passagem de correntes de neutro nos cabos de transmissão de sinais.

Se a instalação elétrica de uma edificação possuir um transformador, grupo gerador, sistemas UPS (*uninterruptible power systems*) ou fonte análoga responsável pela alimentação de equipamentos de tecnologia da informação e se essa fonte for, ela própria, alimentada em esquema TN-C, deve adotar o esquema TN-S em sua saída.

## **- Proteção contra corrosão eletrolítica**

Quando os condutores de aterramento funcional, ou os condutores de proteção e aterramento funcional, forem percorridos por corrente contínua, devem ser tomadas precauções para impedir danos aos condutores e a partes metálicas próximas por efeitos de eletrólise.

## **- Barramento de equipotencialidade funcional**

O terminal de aterramento principal de uma edificação pode, quando necessário, ser prolongado emendando-se-lhe um barramento de equipotencialidade funcional, de forma que os equipamentos de tecnologia da informação possam ser ligados e/ou aterrados pelo caminho mais curto possível, de qualquer ponto da edificação.

Ao barramento de equipotencialidade funcional podem ser ligados:

- a) quaisquer dos elementos normalmente ligados ao terminal de aterramento principal da edificação (ver 6.4.2.4);
- b) blindagens e proteções metálicas dos cabos e equipamentos de sinais;
- c) condutores de equipotencialidade dos sistemas de trilho;
- d) condutores de aterramento dos dispositivos de proteção contra sobretensões;
- e) condutores de aterramento de antenas de radiocomunicação;
- f) condutor de aterramento do polo “terra” de alimentações em corrente contínua para equipamentos de tecnologia da informação;
- g) condutores de aterramento funcional;
- h) condutores de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas;
- i) condutores de ligações equipotenciais suplementares (ver 6.4.7.1.2).

O barramento de equipotencialidade funcional, de preferência em cobre, pode ser nu ou isolado e deve ser acessível em toda sua extensão, por exemplo, sobre a superfície das paredes ou em eletrocalha. Condutores nus devem ser isolados nos suportes e na travessia de paredes, para evitar corrosão.

Quando for necessário instalar um barramento de equipotencialidade funcional numa edificação com presença extensiva de equipamentos de tecnologia da informação, este deve constituir um anel fechado.

O barramento de equipotencialidade funcional deve ser dimensionado como em condutor de equipotencialidade principal.

**NOTA** - A confiabilidade da ligação equipotencial entre dois pontos do barramento de equipotencialidade funcional depende da impedância do condutor utilizado, determinada pela seção e pelo percurso. Para frequências de 50 Hz ou de 60 Hz, caso mais comum, um condutor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de seção nominal constitui um bom compromisso entre custo e impedância.

### **- Ligação equipotencial**

#### **NOTAS**

- 1 - A ligação equipotencial pode incluir condutores, capas metálicas de cabos e partes metálicas da edificação, tais como tubulações de água e eletrodutos ou uma malha instalada em cada pavimento ou em parte de um pavimento. É conveniente incluir as armaduras do concreto da edificação na ligação equipotencial.
- 2 - As características das ligações equipotenciais por razões funcionais (por exemplo, seção, forma e posição dos condutores) dependem da gama de frequência dos sistemas de tecnologia da informação das condições presumidas para o ambiente eletromagnético e das características de imunidade/frequência dos equipamentos.

A seção de um condutor de equipotencialidade entre dois equipamentos ou duas partes de um equipamento.

**NOTA** - No caso de curtos-circuitos envolvendo partes condutoras aterradas, pode surgir uma sobrecorrente nas ligações de sinal entre os equipamentos.

Os condutores de equipotencialidade funcional que satisfazem às prescrições de proteção contra choques elétricos, devem ser identificados como condutores de proteção.

Se for utilizada uma malha de equipotencialidade para o aterramento funcional de equipamentos de tecnologia da informação.

### **- Condutores de aterramento funcional**

A determinação da seção dos condutores de aterramento funcional deve considerar as possíveis correntes de falta que possam circular e, quando o condutor de aterramento funcional for também usado como



condutor de retorno, a corrente de funcionamento normal e a queda de tensão. Quando os dados necessários não forem disponíveis, deve ser consultado o fabricante do equipamento.

Os condutores de aterramento funcional que ligam os dispositivos de proteção contra surtos ao barramento de equipotencialidade funcional devem seguir o percurso mais reto e mais curto possível, a fim de reduzir ao mínimo a impedância.

### **- Condutores de proteção e aterramento funcional**

Um condutor de proteção e aterramento funcional deve, no mínimo, obedecer às prescrições relativas ao condutor de proteção, em todo o seu comprimento (ver 3). Sua seção deve atender, além das prescrições relativas ao condutor de proteção.

Um condutor de retorno de corrente contínua da alimentação de um equipamento de tecnologia da informação, pode ser usado como condutor de proteção e aterramento funcional, com a condição de que, na eventualidade de abertura do circuito, a tensão entre duas partes simultaneamente acessíveis não exceda os valores das tensões de contato limite.

Se as correntes contínuas e de sinal puderem produzir, no condutor de proteção e aterramento funcional, uma queda de tensão que possa vir a resultar numa diferença de potencial permanente na instalação da edificação, a seção do condutor deve ser tal que a queda de tensão seja limitada a 1 V.

### **NOTAS**

1 - O principal objetivo desta prescrição é restringir a corrosão.

2 - No cálculo da queda de tensão deve ser ignorado o efeito devido aos percursos paralelos.

Podem ser usados como condutores de proteção e aterramento funcional.

Partes condutoras estruturais de equipamentos de tecnologia da informação podem ser usadas como condutores de proteção e aterramento funcional, desde que sejam atendidas, simultaneamente, as seguintes condições:

- a) a continuidade elétrica do percurso seja garantida pelo tipo de construção ou pela utilização de técnicas de conexão que impeçam a degradação devido aos efeitos mecânicos, químicos e eletroquímicos;

**NOTA** - Como exemplos de métodos de conexão adequadas, podem ser citados solda, rebitagem ou fixação por parafusos.

b) quando uma parte de um equipamento for destinada a ser removida, a ligação equipotencial entre as partes restantes do equipamento não deve ser interrompida, a menos que a alimentação elétrica dessas partes seja previamente removida.

c) no caso de painel ou conjunto de painéis com 10 m ou mais de comprimento, os condutores de proteção e aterramento funcional devem ser ligados em ambas as extremidades à malha de equipotencialidade ou ao barramento de equipotencialidade funcional.