

Por Paulo E. Q. M. Barreto*

Capítulo V

Condutores

Requisitos gerais

Como regra geral, todos os condutores devem possuir isolação, salvo os casos nos quais forem permitidos condutores nus ou providos apenas de cobertura.

A NBR 5410 faz uma correlação entre os tipos de cabos (particularmente, os tipos de isolações) e as correspondentes normas, ou seja:

- cabos que possuem isolação de PVC devem atender a norma NBR NM 247-3 ou NBR 7288 ou NBR 8661;
- cabos que possuem isolação de EPR (borracha etileno-propileno) devem atender a norma NBR 7286;
- cabos que possuem isolação de XLPE (polietileno reticulado) devem atender a norma NBR 7285 ou NBR 7287;
- cabos livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos devem atender a norma NBR 13248;
- os cabos resistentes ao fogo devem atender a NBR 13418 (apesar de não ser mencionado nessa seção da NBR 5410).

Salienta ainda esta norma, na Nota do item 6.2.3.2 – os cabos em conformidade com a ABNT NBR 13249 não são admitidos nas maneiras de instalar previstas na tabela 33, tendo em vista que tais cabos se destinam tão somente à ligação de equipamentos.

A NBR 13249 foi cancelada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e os correspondentes cabos (para ligação de equipamento) passaram a atender a um conjunto de normas, sendo a mais relevante a NBR NM 247-5. Esses cabos são conhecidos no mercado como do tipo PP que, em outras palavras, não devem ser utilizados nas instalações fixas em geral – apesar de ser prática corriqueira. Para tal finalidade existem, por exemplo, os cabos conforme NBR 7286 ou NBR 7288.

Também como regra geral, a NBR 5410 estabelece que os

condutores devem ser de cobre ou de alumínio, sendo que, para este último, seu uso só é admitido nas seguintes condições:

6.2.3.8.1 *Em instalações de estabelecimentos industriais podem ser utilizados condutores de alumínio, desde que, simultaneamente,*

- a) a seção nominal dos condutores seja igual ou superior a 16 mm²,*
- b) a instalação seja alimentada diretamente por subestação de transformação ou transformador, a partir de uma rede de alta tensão, ou possua fonte própria, e*
- c) a instalação e a manutenção sejam realizadas por pessoas qualificadas (BA5).*

6.2.3.8.2 *Em instalações de estabelecimentos comerciais podem ser utilizados condutores de alumínio, desde que, simultaneamente,*

- a) a seção nominal dos condutores seja igual ou superior a 50 mm²,*
- b) os locais sejam exclusivamente BD1, e*
- c) a instalação e a manutenção sejam realizadas por pessoas qualificadas (BA5).*

6.2.3.8.3 *Em locais BD4 não é permitido, em nenhuma circunstância, o emprego de condutores de alumínio.*

Ou seja, por esses requisitos, conclui-se que condutores de alumínio não são admitidos em instalações elétricas residenciais.

Identificação

Todos os componentes da instalação devem ser adequadamente identificados, de forma legível, durável e sem possibilidade de equívocos. A NBR 5410 apresenta os requisitos em 6.1.5, tais como:

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 na instalação.

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

6.1.5.3.2 Qualquer condutor isolado, cabo unipolar ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor de proteção (PE) deve ser identificado de acordo com essa função. Em caso de identificação por cor, deve ser usada a dupla coloração verde-amarela ou a cor verde (cores exclusivas da função de proteção), na isolação do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar.

6.1.5.3.3 Qualquer condutor isolado, cabo unipolar, ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor PEN deve ser identificado de acordo com essa função. Em caso de identificação por cor, deve ser usada a cor azul-claro, com anilhas verde-amarelo nos pontos visíveis ou acessíveis, na isolação do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar.

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

NOTA – Por razões de segurança, não deve ser usada a cor de isolação

exclusivamente amarela onde existir o risco de confusão com a dupla coloração verde-amarela, cores exclusivas do condutor de proteção.



Exemplo de identificação de condutores por cor.

Se passa COBRECUM, passa



**CABO SUPERATOX FLEX HEPR 90 °C 0,6 /1kV
E SUPERATOX FLEX 450/750 V**

Os cabos Superatox Flex HEPR 90 °C 0,6 /1kV e Superatox Flex 450/750 V da COBRECUM são fabricados com a mais alta tecnologia e possuem características especiais de não propagação de chamas, auto-extinção do fogo e baixa emissão de fumaça. Por isso, são indicados para locais com grande circulação de pessoas ou com difíceis rotas de fuga como teatros, estádios, cinemas, shopping centers, prédios comerciais e residenciais, escolas, hospitais e metrô.



cobrecom

☎ 11 2118.3200 | @cobrecom - www.cobrecom.com.br

...O SUPERATOX FLEX HEPR 90°

6.1.5.4 Dispositivos de proteção

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

Como se pode observar, a norma enfatiza a necessidade de identificar os condutores, pela sua função, sendo que o método mais utilizado é a identificação por cores da isolação, devido à sua facilidade. No entanto, admite-se outro método de identificação, desde que ele seja facilmente reconhecível (deve possuir uma legenda identificando o método e a função de cada condutor) e existente nos pontos visíveis e acessíveis dos condutores. Recomenda-se que seja sempre utilizado o método de identificação por cor. Porém, nos casos de instalações existentes, que não possuam identificação, em vez de substituir os cabos por outros com cores adequadas, pode-se utilizar outro método, como por exemplo, anilhas ou fitas coloridas. Nesse último caso, embora a norma não indique quais cores devem ter as fitas, recomenda-se que sejam adotadas as mesmas cores prescritas para a isolação, anteriormente citadas.

Influências externas

É importante destacar que, antes do dimensionamento dos condutores de um circuito, deve ser feita uma avaliação das condições de sua instalação, levando em conta a classificação das influências externas constantes das tabelas 1 a 24 da subseção 4.2.6 da NBR 5410. Isso poderá definir o tipo de condutor a ser utilizado, ou até mesmo a escolha de outro percurso para o circuito em questão.

Por vezes, pode passar despercebido pelo projetista que, por exemplo, uma luminária poderá ser alimentada por um tipo de condutor para uma determinada condição de instalação e, para outra condição, este mesmo tipo de condutor, para a mesma luminária, não terá o seu uso permitido. A mesma situação poderá ocorrer para o conduto a ser utilizado (eletroduto, eletrocalha, bandeja etc.).

Algumas dessas condições de instalação são tão corriqueiras que acabam não recebendo os devidos cuidados na fase de projeto e podem causar significativos prejuízos futuros se não forem notadas em tempo (antes da execução da instalação), como por exemplo:

- tipo de condutor e de conduto adequados para instalação ao tempo;
- tipo de condutor a ser instalado em bandejas;
- tipo de condutor instalado em forro de gesso em apartamentos;
- tipo de condutor para ligação de luminárias de embutir (tipo “caneca”) em lojas de shopping centers;
- tipo de conduto para conexão direta em caixa de ligação de motores;
- instalação de eletrodutos em juntas de dilatação de lajes.

Da classificação existente em 4.2.6 da NBR 5410, para o caso específico de linhas elétricas, consideram-se relevantes as seguintes condições de influências externas, estabelecidas pela tabela 34 da norma:

- Temperatura ambiente (AA)
- Presença de água (AD)
- Presença de corpos sólidos (AE)
- Presença de substâncias corrosivas ou poluentes (AF)
- Solicitações mecânicas – impactos (AG)
- Solicitações mecânicas – vibrações (AH)
- Presença de flora e mofo (AK)
- Presença de fauna (AL)
- Radiação solar (AN)
- Resistência elétrica do corpo humano (BB)
- Contato das pessoas com o potencial da terra (BC)
- Condições de fuga das pessoas em emergências (BD)
- Natureza dos materiais processados ou armazenados (BE)
- Materiais de construção (CA)
- Estrutura das edificações (CB)

Dessas classificações, este artigo destaca os seguintes aspectos:

a) As instalações elétricas em condições de temperatura ambiente extrema (muito baixa ou muito alta) devem ter alguns cuidados. Por exemplo, para instalações em câmaras frigoríficas, a norma alerta para o fato de que, sob temperatura inferior a -10°C , os condutores com isolação e/ou cobertura de PVC, bem como os condutos de PVC, não devem ser manipulados nem submetidos a esforços mecânicos, visto que o PVC pode tornar-se quebradiço.

b) Por outro lado, em ambientes com temperatura elevada, como é o caso de casa de caldeiras, fornos, fundição, entre outras, a norma faz um alerta e apresenta fatores de correção quando a temperatura ambiente (ou do solo) for superior aos valores de referência (20°C para linhas subterrâneas e 30°C para as demais), já que as capacidades de condução de corrente dos condutores ficam reduzidas.

c) Em ambientes industriais, é comum a instalação de linhas elétricas em “pipe racks”, expostas às intempéries e também compartilhando essa mesma estrutura com outras linhas de utilidades (água, vapor, óleo, fluidos industriais etc.). Para tanto, a norma estabelece que nas condições de influências externas AD3 a AD6 (presença de água) só devem ser usadas linhas com proteção adicional à penetração de água, com os graus IP adequados e, em princípio, sem revestimento metálico externo. E se os cabos estiverem expostos à radiação solar, devem ser resistentes às intempéries (principalmente, raio ultravioleta) e considerada a elevação da temperatura na sua superfície para o cálculo da capacidade de condução de corrente (IZ).

23-26 JULHO 2019
SÃO PAULO EXPO • BRASIL

30^a
EDIÇÃO

ELÉTRICA E ELETRÔNICA É NA

FIEE Smart Future

A FIEE agora é **FIEE Smart Future!** Há 60 anos inspirando e trazendo soluções inovadoras, o evento se adaptou para mostrar como a tecnologia e a conectividade impactarão a indústria do futuro. Tendências como robotização, internet das coisas, automação, inteligência artificial, blockchain e indústria 4.0 indicam como o setor industrial se transformou e vem se tornando cada vez mais conectado.

em **2018** 
a indústria eletroeletrônica cresceu **7%**
e faturou mais de R\$ **145 bilhões***

a previsão para **2019** 
é manter esse ritmo, com um
avanço de 8%*

O crescimento pode chegar perto de **10%** para **automação industrial**
e há expectativas favoráveis para **investimentos na modernização.***
Garanta a sua participação nesse evento.

Onde a indústria se encontra para crescer!

 **360°**
Experiência completa com
4 Setores
Automação | Conectividade
Elétrica e Eletrônica | Energia

 **+ 250 horas**
de conteúdo

 **Rodadas de negócios**
nacionais e internacionais



Faça o seu credenciamento!

Apoio Oficial

 abnee

Organização e Promoção

 Reed Exhibitions
Alcantara Machado

Saiba mais:

 www.FIEE.com.br

 Feira FIEE

 FIEE



Exemplo de instalação de cabos ao tempo em pipe rack.

d) As poeiras, em geral, quando não corrosivas, não costumam danificar a isolamento ou cobertura de um cabo ou conduto. No entanto, o acúmulo de poeira sobre um feixe de cabos, pode reduzir a sua dissipação térmica, alterando a sua capacidade de condução de corrente. Situação facilmente encontrada em certos ambientes industriais, mineradoras, usinas de concreto etc.



Exemplo de cabo imerso - isolamento inadequada.

e) No mesmo caso anterior, também deve ser feita análise sob a ótica da classificação do local como atmosfera potencialmente explosiva, condição na qual esse acúmulo de pó pode alterar a classificação originalmente realizada e resultar no uso de equipamentos que atendam requisitos específicos e mais rigorosos. No caso de existir no local, substância capaz de causar explosão, devem ser observados os requisitos da norma NBR IEC 60079-14.

f) Em atmosferas corrosivas (usinas de álcool, indústrias químicas, galvanizadoras etc.), cita a norma: “As linhas devem ser protegidas contra corrosão ou contra agentes químicos; os cabos uni e multipolares com cobertura extrudada são considerados adequados; os condutores isolados só podem ser usados em eletrodutos que apresentem resistência adequada aos agentes presentes.”

g) Linhas elétricas que alimentem equipamentos sujeitos a vibrações

devem resistir a tais esforços. Por exemplo, mediante o uso de cabos flexíveis e eletrodutos flexíveis.

h) Não são incomuns relatos de curtos-circuitos provocados por roedores. Principalmente, em subestações. Assim, cita a norma: “Se existir risco devido à presença de roedores e cupins, deve ser usada uma das soluções: cabos providos de armação; ou condutores isolados em condutos com grau de proteção adequado; ou materiais especialmente aditivados ou revestimento adequado em cabos ou eletrodutos”.

i) Em locais nos quais a fuga das pessoas em situação de emergência pode ser comprometida, a norma estabelece em 5.2.2.2.3: “em áreas comuns, áreas de circulação e em áreas de concentração de público, em locais BD2, BD3 e BD4, as linhas elétricas embutidas devem ser totalmente imersas em material incombustível, enquanto as linhas aparentes e as linhas no interior de paredes ocas ou de outros espaços de construção devem atender a uma das seguintes condições:

a) no caso de linhas constituídas por cabos fixados em paredes ou em tetos, os cabos devem ser não propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos;

b) no caso de linhas constituídas por condutos abertos, os cabos devem ser não propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos. Já os condutos, caso não sejam metálicos ou de outro material incombustível, devem ser não propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos;

c) no caso de linhas em condutos fechados, os condutos que não sejam metálicos ou de outro material incombustível, devem ser não propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos. Na primeira hipótese (condutos metálicos ou de outro material incombustível), podem ser usados condutores e cabos apenas não propagantes de chama; na segunda, devem ser usados cabos não propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos.”

**Paulo E. Q. M. Barreto é engenheiro electricista, pós-graduado em Eletrotécnica.*

Tem experiência nas áreas de ensino, projeto, execução, manutenção, inspeção e perícia de instalações elétricas. É membro da Comissão que revisa a Norma ABNT NBR 5410 desde 1982. Professor em cursos de pós-graduação.

Coordenador da Divisão de Instalações Elétricas do Instituto de Engenharia.

Ex-Conselheiro do CREA-SP e da ABEE-SP. Inspetor da 1ª certificação de uma instalação elétrica no Brasil, no âmbito do INMETRO, em 2001. Consultor e diretor da Barreto Engenharia. www.barreto.eng.br

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Acompanhe todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br

Dúvidas, sugestões e outros comentários podem ser encaminhados para

redacao@atitudeeditorial.com.br
