

## Capítulo IV

# Seleção e instalação de componentes Parte 1

Por Marcus Possi\*

O foco deste artigo é o Capítulo 6 da norma ABNT NBR 14039 – Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV, que trata da seleção e da instalação de componentes.

Este capítulo tem a função de apoiar o profissional na escolha dos componentes das instalações elétricas sob projeto. Dividimos esse trabalho aqui em duas partes por conta de sua extensão e cobertura na norma. Nessa primeira parte, encontramos na estrutura a seguir os itens principais que abordaremos:

### - Prescrições comuns a todos os componentes da instalação:

- Generalidades
- Componentes da instalação
- Condições de serviço e influências externas
- Acessibilidade
- Identificação dos componentes
- Independência dos componentes
- Documentação da instalação

### - Seleção e instalação das linhas elétricas:

- Generalidades
- Tipos de linhas elétricas
- Cabos unipolares e multipolares
- Seleção e instalação em função das influências externas
- Capacidades de condução de corrente

- Correntes de curto-circuito
- Quedas de tensão

### *Seleção de componentes – Prescrições comuns a todos os componentes da instalação*

Nesse item, mostramos a preocupação da norma com as medidas de proteção para garantir a segurança, o funcionamento adequado e as condições de trabalho apropriadas às condições de influência externas das instalações no seu elemento mais primário – os componentes.

Prevê-se que os componentes de uma instalação devem atender às normas brasileiras e, no caso de sua inexistência, às normas IEC e ISO, que são reconhecidamente aceitas internacionalmente.

**Tensão de trabalho:** Quanto às condições de serviço e influências externas podemos destacar que os componentes devem ser adequados à tensão nominal da instalação ao qual estão sujeitos, verificando sempre a pior condição de tensão eficaz entre fase e neutro.

**Corrente de trabalho:** Quanto ao parâmetro corrente elétrica prevista em projeto, deve ser adequado à corrente máxima em serviço normal, incluindo as condições anormais de falhas e sobrecargas e aos

tempos previstos de duração definidos pelos elementos de suas proteções.

**Frequência de trabalho:** Se for afetar as características operacionais do componente, esse parâmetro deve ser considerado e discriminado.

**Potência de trabalho:** Esse parâmetro deve ser adequado à condição normal e aos regimes de carga e sobrecargas admissíveis. De certa forma, está consoante ao parâmetro “corrente de trabalho” apresentado anteriormente.

**Compatibilidade ou integração ao conjunto:** Esta referência prevê a avaliação da integração de cada componente ao conjunto para que, quando em serviço normal, não traga efeitos prejudiciais aos demais componentes nem à rede de alimentação.

**Influências externas:** Quanto a esse parâmetro, a norma prevê um conjunto de opções (Tabela 1 – referente à Tabela 24 da norma). Essa tabela indica as características ou requisitos que os componentes devem atender em função das influências externas a que podem ser submetidos. A classificação das influências externas está prevista na seção 4.3 e estabelece uma classificação e uma codificação sempre em um grupo de duas letras maiúsculas e um número. A primeira letra indica a categoria geral da influência externa: A = meio ambiente; B = utilização; C = construção das edificações; a segunda letra (A, B, C,...) indica a natureza da influência externa; o número (1, 2, 3,...) indica a classe de cada influência externa.

**TABELA 1 – REQUISITOS DOS COMPONENTES EM FUNÇÃO DAS INFLUÊNCIAS EXTERNAS**

| CÓDIGO                          | INFLUÊNCIAS EXTERNAS              | CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS PARA SELEÇÃO E INSTALAÇÃO DOS COMPONENTES   |
|---------------------------------|-----------------------------------|--|
| <i>A – CONDIÇÕES AMBIENTAIS</i> |                                   |  |
| <b>AD</b>                       | <b>PRESENÇA DE ÁGUA</b>           |  |
| AD1                             | DESPREZÍVEL                       | IPX0   |
| AD2                             | QUEDAS DE GOTAS DE ÁGUA           | IPX1   |
| AD3                             | ASPERÇÃO DE ÁGUA                  | IPX3   |
| AD4                             | PROJEÇÃO DE ÁGUA                  | IPX4   |
| AD5                             | JATOS DE ÁGUA                     | IPX5   |
| AD6                             | ONDAS                             | IPX6   |
| AD7                             | IMERSÃO                           | IPX7   |
| AD8                             | SUBMERSÃO                         | IPX8   |
| <b>AE</b>                       | <b>PRESENÇA DE CORPOS SÓLIDOS</b> |  |
| AE1                             | DESPREZÍVEL                       | IP0X   |
| AE2                             | OBJETOS PEQUENOS (2,5 MM)         | IP3X   |
| AE3                             | OBJETOS MUITO PEQUENOS (1 MM)     | IP4X   |
| AE4                             | POEIRA                            | IP5X – SE AS POEIRAS PUDEREM<br>PENETRAR SEM PREJUDICAR O<br>FUNCIONAMENTO DO COMPONENTE.<br>IP6X – SE AS POEIRAS NÃO DEVEM<br>PENETRAR NO COMPONENTE. |

Isso mostra que o mesmo projeto de instalações de uma cabine primária, atendendo à mesma característica de demanda e de consumo, na mesma topologia elétrica, com os mesmos dimensionamentos elétricos, pode ter a especificação de seus equipamentos diferenciados pelas influências externas, como atendimento a uma mineradora ou a um

hospital, em ambientes “outdoor” ou ambientes “indoor”. Embora com dimensionamentos iguais, as condições de “presença de água” e de “presença de corpos sólidos” são radicalmente diferentes.

A norma “ABNT NBR 6146 – Invólucros de equipamentos elétricos – Proteção” padroniza, em função desses dois parâmetros, a classificação do grau de proteção dos equipamentos e tem o objetivo de fixar as condições exigíveis aos graus de proteção providos por invólucros de equipamentos elétricos de tensão nominal não superior a 72,5 kV, que abrange a faixa de tensão das instalações mencionadas aqui. Há a preocupação contra o contato ou a aproximação de pessoas a partes vivas ou partes móveis e contra a penetração de corpos sólidos estranhos no equipamento, além da penetração prejudicial de água no interior do invólucro onde está o equipamento.

**Acessibilidade:** A norma prevê que os componentes, inclusive as linhas elétricas, devam ser dispostos de modo a facilitar sua operação, inspeção, manutenção e o acesso às suas conexões. Há aí um componente de medida à preservação da segurança dos trabalhadores e usuários das instalações elétricas. Não é difícil encontrar locais (instalações) em que a procura da redução de espaços e dimensões leve ao projetista verdadeiros exercícios de imaginação e compactação, e aos executantes, audazes técnicas de logística e pré-montagens sofisticadas para atingir tais objetivos. Os resultados verificados às equipes de operação e manutenção é o aumento do grau de dificuldade da realização de seus serviços com a conseqüente exposição a riscos maiores. A norma alerta que essa acessibilidade deve ser garantida mesmo com a montagem de equipamentos em invólucros ou compartimentos específicos.

**Identificação:** Este item (6.1.5) está mais atento à garantia da informação. Placas de identificação devem ser providas para permitir identificar o dispositivo de proteção, manobra ou comando, e a sua finalidade. A norma deixa para o trabalhador ou operador uma condição de alerta escrita para uma possível transferência de “entendimento” do que é ser operacional ou da função de um componente. Este autor defende como obrigatória essa identificação. No caso das interpretações em caráter individual, é visto e experimentado como sendo sempre uma condição de risco que deve ser mitigada por essa ação obrigatória de “identificação”.

**As linhas elétricas** – Em média e alta tensão, nosso objeto aqui, temos orientações claras da norma que a identificação deve ser feita de modo a permitir seu reconhecimento na realização de quaisquer serviços, sejam de verificações, ensaios, reparos ou modificações da instalação. Há diversas ocorrências de erros por conta da falta de identificação clara das linhas elétricas, muitas vezes, com prejuízos de vidas humanas.

**Condutores de proteção e de neutro (energia):** Para os

condutores citados ficam os registros de que qualquer cabo unipolar utilizado como condutor neutro deve ser identificado nessa função por conta do uso de “tags”, de marcadores aplicados ao longo de sua extensão ou ainda por cores, na cor azul-claro em seu escapamento ou cobertura. No caso de cabos unipolares utilizados como condutor de proteção (PE), estes devem ser identificados pelos mesmos princípios já citados, porém, a cor que deve ser utilizada é a “verde-amarela”. Já é comum encontrarmos cabos em apenas uma cor (verde) para desempenho dessa função nas instalações de baixa tensão. Isso se repete aqui para esse nível de tensão mais alta por conta dos fabricantes e suas limitações.

Se o condutor reunir as duas funções PE e N, assumindo a forma PEN, então deve ser usada a cor azul-claro, com identificação verde-amarela nos pontos visíveis ou acessíveis e suas extremidades.

**Condutores de fase (energia):** Para qualquer cabo unipolar utilizado como condutor de fase, a identificação deve ser realizada por número (ex. “1,2,3”), letras (ex. “R,S,T”), ou ainda por cores. É fundamental para a segurança e para as boas práticas de projeto que esta identificação esteja clara nos diagramas e nos desenhos do projeto. Para condutores nus, quando a identificação é feita pela pintura aplicada ao próprio elemento, essas cores devem seguir em corrente alternada sempre que possível:

- - fase A: vermelho;
- - fase B: branco;
- - fase C: marrom.

E, em corrente contínua:

- - pólo positivo: vermelho;
- - pólo negativo: preto;
- - condutor médio: branco.

Já são encontradas nas instalações de alta tensão as cores:

- - fase A: azul;
- - fase B: branco;
- - fase C: vermelho.

A maioria dos fabricantes de cabos mantém a sua produção industrial na cor preta, sendo então mantida a identificação por meio de aplicações de placas (TAGs) indicadoras espaçadas ou aplicadas no próprio corpo do isolamento desses condutores e suas extremidades.

Os equipamentos: Uma boa prática que é transferida para a norma é o agrupamento dos equipamentos por conta de suas classes de tensões, espécies de correntes (CA e CC) e seus dispositivos de proteção dispostos e identificados, de forma a facilitar o reconhecimento dos circuitos protegidos. As posições de “fechado” e “aberto” dos equipamentos de

manobra devem ser sempre indicadas por meio de letras e cores, devendo ser adotada a referência dessa norma: vermelho para quando os contatos estiverem fechados; e verde para os contatos abertos. Outra boa prática prevê que os seccionadores tenham o seu deslocamento mecânico vertical da alavanca ou punho de manobra para baixo no acionamento a DESLIGAR, e que os disjuntores tenham os condutores de alimentação (fontes) conectados aos seus bornes SUPERIORES de entrada. Fica aqui o alerta para a discordância momentânea entre os documentos ABNT NBR 14039 e NR 10, ambos de grande importância para o estabelecimento da segurança aos trabalhadores e usuários das instalações. As letras designadas para aberto e fechado são, respectivamente, “I” e “O” na ABNT NBR 14039 e na ABNT NBR 5410, e “D” e “L” na NR 10.

A documentação da instalação: este ponto da norma é muito importante e sempre observado pelos projetistas mais experientes. Não há como construir uma instalação sem um projeto específico, que contenha no seu conjunto de documentos as plantas de situação e os detalhes de localização elétrica dos equipamentos, dos esquemas unifilares e outros, das listas e vistas com os detalhes de montagem, além do memorial descritivo. Em casos específicos ou mais detalhados,

os componentes devem ter a sua descrição específica com as características nominais e as normas que devem atender. Ao final da montagem ou da manutenção de uma instalação elétrica, essa documentação é completada pelo “as built” – ou seja, “como construído”. Mais uma vez podemos citar diversas ocorrências de erros por conta da falta de documentação clara das instalações elétricas e seus componentes, muitas vezes com prejuízos de vidas humanas, motivadas pela pressa e pelas declarações de emergência.

### *Seleção de componentes – Seleção e instalação de linhas elétricas*

Há um item específico na norma para projeto de instalação das linhas elétricas, o item 6.2. Os cabos são agrupados por:

- Tipos de linhas elétricas (disposição dos cabos). Para isso, é preciso utilizar a tabela (25 da norma). Os cabos foram identificados como unipolares e multipolares e devem atender às prescrições da ABNT NBR 6251, sendo que, nas instalações com tensão nominal superior a 3,6/6 kV, os cabos unipolares e as veias dos cabos multipolares devem ser do tipo “campo elétrico radial” (providos de blindagens do condutor e da isolação). Nessas tensões ainda não é permitido o emprego

de cabos com isolamento em cloreto de polivinila (PVC), em copolímero de cloreto de vinila (PVDC) e acetato de vinila (PVA) ou polietileno termoplástico.

Há uma tabela para apoio à instalação em função das influências externas – a tabela 26. Quanto às capacidades de condução de corrente, a norma prevê que haja uma garantia de vida satisfatória quando esses condutores são 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.

- Tipos de agrupamento de circuitos, com apoio de tabelas (tabelas 34 a 38), são aplicáveis a grupos de cabos unipolares ou cabos multipolares com a mesma temperatura máxima para serviço contínuo.

Para os valores de correntes de curto-circuito a que são submetidos os condutores, a norma é taxativa na consulta ao fabricante e seus limites. Os valores máximos das correntes de curto-circuito na blindagem metálica do cabo também devem ser indicados pelos fabricantes. No que diz respeito às quedas de tensão, a norma adverte para limitá-la entre a

origem de uma instalação e qualquer ponto de utilização a 5%. A exceção é para equipamentos com corrente de partida elevada, durante o período de partida, mas mesmo assim respeitando os limites permitidos em normas respectivas.

Como comentado em todos os capítulos deste fascículo, proponho uma abordagem isolada e integrada e sempre aplicada a casos práticos para a garantia da continuidade das discussões no fórum estabelecido após o início do lançamento de cada periódico. A leitura dos artigos deverá ser complementada pelo fórum e nunca se esgotar como a “verdade” absoluta e inequívoca. O fórum pode ser acessado em [www.osetoreletrico.com.br](http://www.osetoreletrico.com.br), no link dedicado a este fascículo, ou ainda no site <http://ecthos.nucleoad.net/moodle/login/index.php>. Participe!

---

*\*MARCUS POSSI é engenheiro eletricista e diretor da Ecthos C&D. Possui cerca de 20 anos de experiência na construção e gerenciamento de obras de subestações e usinas em média e alta tensão no Rio de Janeiro. É secretário da norma ABNT NBR 14039 – Instalações de Média Tensão de 1KV até 36,2 kV.*

**Continua na próxima edição**  
**Confira todos os artigos deste fascículo em [www.osetoreletrico.com.br](http://www.osetoreletrico.com.br)**  
**Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail [redacao@atitudeeditorial.com.br](mailto:redacao@atitudeeditorial.com.br)**