

## Mitos e verdades sobre a NR-10 na fabricação de painéis elétricos de baixa e média tensão

*Por Nunziante Graziano*

A finalidade deste artigo é analisar se é possível responder a uma pergunta clássica:

Esse painel atende ou não à NR-10? Para iniciar a verificação, é preciso estabelecer o escopo. As referências normativas são:

- MTE-NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade – edição – 0809.2004
- MTE-NR 6 – Equipamentos de proteção individual – EPI – Portaria SIT n.º 194, de 07 de dezembro de 2010 08/12/10
- ABNT NBR-14039 – Instalações elétricas de média tensão de 1,0kV a 36,2kV – edição – 31.05.2005
- ABNT NBR-IEC-62271-200 – Conjunto de manobra e controle de alta tensão parte 200: Conjunto de manobra e controle em invólucro metálico para tensões acima de 1,0kV até e inclusive 52kV – edição – 19.03.2007
- ABNT NBR-5410 – Instalações elétricas de baixa tensão – edição – 30.09.2004
- ABNT NBR-IEC-60439-1 – Conjunto de manobra e controle de baixa tensão parte 1: Conjuntos com ensaio de tipo totalmente testados (TTA) e conjuntos com ensaio de tipo parcialmente testados (PTTA) – edição – 30.06.2003.

A NR-10 regulamenta e estabelece os requisitos e condições mínimas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

Esta NR, do Ministério do trabalho e Emprego, ou seja, com força de Lei, se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

As empresas, por sua vez, estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção. O aterramento das instalações elétricas deve ser executado conforme regulamentação estabelecida pelos órgãos competentes e, na ausência desta, deve atender às normas internacionais vigentes. Assim, para o escopo deste artigo, cabem as seguintes perguntas:

- 1 - Quem especifica o tipo de aterramento?
- 2 - Quem especifica os equipamentos e suas funcionalidades?

Ainda de acordo com a NR-10, os estabelecimentos com carga instalada superior a 75kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, além do disposto no subitem 10.2.3, no mínimo:a) conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR e descrição das medidas de controle existentes;

b) documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;

c) especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina esta NR;

d) documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;

e) resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;

f) certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;

g) relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações, contemplando as alíneas de “a” a “f” O Prontuário de Instalações Elétricas deve ser organizado e mantido atualizado pelo empregador ou pessoa formalmente designada pela empresa, devendo permanecer à disposição dos trabalhadores envolvidos nas instalações e serviços em eletricidade.

Os documentos técnicos previstos no Prontuário de Instalações Elétricas devem ser elaborados por profissional legalmente habilitado. Voltando ao escopo deste artigo, pergunta-se:

3 - Quem determina o conjunto de procedimentos e instruções técnicas da instalação?

4 - Quem elabora o memorial descritivo da instalação onde estão todos os limites mínimos de fornecimento de todos os materiais e infraestrutura das instalações elétricas?

Retomando a análise da NR-10, é obrigatório que os projetos de instalações elétricas especifiquem dispositivos de desligamento de circuitos que possuam recursos para impedimento de reenergização, para sinalização de advertência com indicação da condição operativa. O projeto deve ainda, definir a configuração do esquema de aterramento, a obrigatoriedade ou não da interligação entre o condutor neutro e o de proteção e a conexão à terra das partes condutoras não destinadas à condução da eletricidade (TN-S/TN-C/IT/TT).

Sempre que for tecnicamente viável e necessário, devem ser projetados dispositivos de seccionamento que incorporem recursos fixos de equipotencialização e aterramento do circuito seccionado. Finalmente, todo projeto deve prever condições para a adoção de aterramento temporário.

O memorial descritivo do projeto deve conter, no mínimo, os seguintes itens de segurança:

a) especificação das características relativas à proteção contra choques elétricos, queimaduras e outros riscos adicionais; (não se admite na variante TN-C do esquema TN, que a função de seccionamento automático visando proteção contra choques elétricos seja atribuída a dispositivos DR. Para tornar possível sua utilização, o esquema de aterramento no quadro deve ser transformado em TN-C-S).

b) indicação de posição dos dispositivos de manobra dos circuitos elétricos: Verde – “D”, desligado e Vermelho - “L”, ligado.

c) descrição do sistema de identificação de circuitos elétricos e equipamentos, incluindo dispositivos de manobra, de controle, de proteção, de intertravamento, dos condutores e os próprios equipamentos e estruturas,

definindo como tais indicações devem ser aplicadas fisicamente nos componentes das instalações;

d) recomendações de restrições e advertências quanto ao acesso de pessoas aos componentes das instalações;

e) Precauções aplicáveis em face das influências externas: Grau de proteção – IP.f) Princípio funcional dos dispositivos de proteção, constantes do projeto, destinado à segurança das pessoas;

g) descrição da compatibilidade dos dispositivos de proteção com a instalação elétrica.

Especificação do condutor neutro: De acordo com a NBR-5410, a cor é azul clara (TNS), mas e a Bitola? Em circuitos com forte componente de 3ª Harmônica ou seus múltiplos, (Anexo “F” DA NBR 5410), a corrente de neutro pode chegar a  $1,73 \times I_{\text{fase}}$ , SE  $f_n > 66\%$ . Veja abaixo a figura onde se verifica claramente a corrente de neutro muito maior que a corrente de fases.

Fonte: Ação Engenharia, Análise de caso de cliente. (Gráfico de correntes: Fases azul, verde e vermelha, neutra cinza)Especificação do condutor-terra: De acordo com a NBR-5410, a cor é verde ou verde/amarela (TN-S), mas e a Bitola? Para alimentadores com bitola até  $16\text{mm}^2$ , a bitola do condutor-terra é igual ao de fase. Se a bitola estiver entre  $16\text{mm}^2$  e  $35\text{mm}^2$ , o condutor terra será de  $16\text{mm}^2$ . Se a bitola for superior a  $35\text{mm}^2$ , considera-se a bitola do condutor-terra como metade do condutor de fase.

Entretanto, os cabos devem ser sempre verificados quanto à energia máxima do circuito, que combinado ao elemento de proteção, pode ser obtido por:  $S_{\text{terra}} = \text{Raiz}(I^2.t)/k$ , onde: fator K depende do material e da instalação/amarração. Essa verificação é elementar, visto que o condutor-terra é previsto apenas para conduzir corrente de defeito, e deve ser o mínimo coordenado com os elementos de proteção determinados em projeto, que se possa conduzir essas correntes dinâmicas, sem degradar-se.

Pergunta 5 – Como determinar os EPI's (Equipamentos de proteção individual) e EPC's (Equipamentos de proteção coletiva)?

Medidas de proteção coletiva podem ser divididas em três grandes grupos: 1 - Procedimento, 2 – Desenergização ou tensão de segurança (<50V) e 3 - “Objeto de Desejo” Isolação das partes vivas, obstáculos, barreiras, sinalização, seccionamento automático, bloqueio de religamento automático.

Em todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstas e adotadas, prioritariamente, as medidas de proteção coletiva aplicáveis, mediante procedimentos, às atividades a serem desenvolvidas, de forma a garantir a segurança e à saúde dos trabalhadores. As medidas de proteção coletiva compreendem, prioritariamente, a desenergização elétrica conforme estabelece esta NR e, na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança.

Na impossibilidade de implementação de procedimentos ou tensões de segurança, devem ser utilizadas outras medidas de proteção coletiva, tais como: isolação das partes vivas, obstáculos, barreiras, sinalização, sistema de seccionamento automático de alimentação, bloqueio do religamento automático.

Segundo a NR-10, é permitido que todos os intertravamentos de segurança existam apenas em forma de procedimento, quando outras formas sejam impraticáveis. O invólucro metálico do painel corresponde a uma limitação da zona de risco elétrico do painel. A inserção ou extração do disjuntor com a porta fechada atende a este requisito. Se o painel for IAC (Classificado como resistente ao Arco Interno), dispensa o uso de EPI, porque o painel IAC corresponde a um EPC.

Entretanto, é necessária a qualificação de barreiras e obstáculos. Uma barreira previne contra o contato acidental direto, ou dispõe as partes vivas fora de alcance. As barreiras, por sua vez, impedem o acesso às partes vivas, mesmo que sejam deliberadas.

Nos trabalhos em instalações elétricas, quando as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou insuficientes para controlar os riscos, devem ser adotados equipamentos de proteção individual específicos e adequados às atividades desenvolvidas, em atendimento ao disposto na NR-6. As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, devendo contemplar a condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas. É vedado o uso de adornos pessoais nos trabalhos com instalações elétricas ou em suas proximidades.

Como exemplo de EPI's, temos:

A - Cabeça: capacete para proteção contra choques elétricos; capacete para proteção do crânio e face contra agentes térmicos; capuz para proteção do crânio e pescoço contra riscos de origem térmica;

B - Olhos e face: óculos para proteção dos olhos contra luminosidade intensa; protetor facial para proteção dos olhos contra luminosidade intensa;

C - Auditiva: protetor auditivo circum-auricular para proteção do sistema auditivo contra níveis de pressão sonora superiores ao estabelecido na NR-15.

D - Tronco: Vestimentas: Vestimentas para proteção do tronco contra riscos de origem térmica;

E - Membros superiores: luvas para proteção das mãos contra choques elétricos; manga para proteção do braço e do antebraço contra choques elétricos;

F - Membros inferiores: calçado para proteção dos pés contra agentes provenientes de energia elétrica; perneira ou calça para proteção da perna contra agentes térmicos;

G - Corpo inteiro: Vestimenta condutiva para proteção de todo o corpo contra choques elétricos.

H - Contra quedas com diferença de nível: Dispositivo trava-queda para proteção do usuário contra quedas em operações com movimentação vertical ou horizontal, quando utilizado com cinturão de segurança para proteção contra quedas.

### **Compartimentação interna do painel x NR-10**

A compartimentação interna nos painéis de baixa tensão em nada tem a ver com a NR-10, mas é uma dúvida muito frequente dos usuários para saber qual das formas construtivas atende a NR-10. Na verdade, a compartimentação depende da escolha do modelo de manutenção e operação a ser instituída na instalação, ou seja, se a manutenção será feita com o painel completamente desenergizado ou não, se quem irá operar o painel é qualificado e habilitado, entre outras definições básicas. Da mesma forma, nos cubículos de alta tensão, a classificação de continuidade de serviço também é confundida com atendimento ou não à NR-10, mas na verdade veio a complementar o conceito que caiu em desuso dos antigos cubículos metal-clad e metal-enclosed.

A categoria LSC descreve o nível para o qual os conjuntos de manobra e controle são previstos para permanecer operacionais no caso de ser necessário acesso a um compartimento de circuito principal. O nível considerado necessário para abrir compartimentos de circuito principal energizado, pode ser dependente de vários aspectos.

- Categoria LSC2: Conjunto de manobra e controle tendo compartimentos acessíveis, que não sejam os compartimentos dos barramentos de um conjunto de manobra e controle de um único barramento;

- LSC2B: conjunto de manobra e controle de categoria LSC2 onde o compartimento dos cabos é também previsto para permanecer energizado quando qualquer outro compartimento acessível da unidade funcional correspondente for aberto;

- LSC1: conjunto de manobra e controle de categoria LSC2 que não seja LCS2.

## **Conclusões**

NR-10 é diferente e complementada por: NBR-IEC-62271-200, NBR-IEC-60439-1/3, NBR-5410 e NBR-14039. As necessidades da NR-10 devem ser discutidas na fase de projeto e detalhadas no memorial descritivo da obra. É importante ressaltar que aplicações de quadros iguais podem ser inadequadas em situações diferentes, dependendo do tipo de uso ou instalação do quadro.

É importantíssimo o maior detalhamento possível na fase de projeto, para que a instalação seja construída adequadamente ao uso a que se propõem e que o prontuário da instalação (NR-10) seja, ao final da etapa de obras, apenas a coleta dos documentos.

Uma verdade incontestável é: o custo de um bom projeto é maior, para o atendimento integral dos requisitos da NR-10, mas é muito mais caro fazer uma instalação baseado em projetos pífios e depois adequar a instalação com a contratação de empresa de segurança no trabalho ou indenizar um acidentado.

Retomando a pergunta inicial: Esse painel atende ou não a NR-10? Somente o memorial descritivo da instalação pode responder!

>> Nunziant Graziano é engenheiro eletricista, mestre em Energia e pós-graduado em Planejamento e Estratégia. Atualmente, é gerente de projetos e desenvolvimento da Ind. Montagem e Instalações Gimi Ltda.