

Dominando a NR-10 na Prática: A Gestão de Segurança que Blinda sua Engenharia.

Capítulo 4:
Segurança em Projetos de Instalações Elétricas –
NR 10.3: Uma Abordagem Técnica e Preventiva.



1. Introdução: Segurança em Projetos de Instalações Elétricas – NR 10.3: Uma Abordagem Técnica e Preventiva

Caros colegas da Engenharia,

Nos artigos anteriores, tratamos de aspectos fundamentais da NR10:

- Artigo 1 – Responsabilidades (10.1 a 10.3): definiu as responsabilidades gerais da empresa e dos trabalhadores quanto à segurança elétrica;
- Artigo 2 – Competências (10.8): estabeleceu a necessidade de capacitação e qualificação do pessoal envolvido em atividades elétricas;
- Artigo 3 – Responsável Técnico Obrigatório (10.13): determinou que todas as instalações e serviços elétricos devem ter um profissional habilitado como responsável técnico.

Chegamos agora ao Artigo 4, que trata do item **10.3 – Segurança em Projetos**, cujo objetivo é planejar, eliminar ou reduzir riscos elétricos desde a concepção do projeto até o comissionamento, garantindo que as instalações sejam seguras antes mesmo de serem energizadas.

O foco principal deste artigo é demonstrar que a segurança elétrica deve ser incorporada como princípio de projeto, considerando:

- **Eliminação de riscos** sempre que possível;
- **Redução de riscos residuais** através de soluções de engenharia, barreiras físicas, isolamento e dispositivos de proteção;
- **Prevenção de acidentes** por meio de sinalização, bloqueios, seccionamento e treinamento;
- **Operação e manutenção seguras**, com planejamento de espaços, acesso, iluminação e ergonomia.

Este documento detalha como integrar NR10, normas técnicas brasileiras (NBR), padrões internacionais (NFPA 70E e EN 50110), recomendações modernas de engenharia de segurança e procedimentos de comissionamento, para que o projeto elétrico funcione como instrumento de prevenção de riscos e proteção de pessoas.

1. Segurança desde o Projeto: Princípios Fundamentais

A segurança em instalações elétricas deve ser planejada desde a concepção do projeto, garantindo que os riscos sejam eliminados ou minimizados antes mesmo da instalação ou energização. Para isso, é útil organizar o pensamento em três pilares complementares:

1.1 Eliminação de riscos

Objetivo: prevenir que situações perigosas existam no sistema.

Como aplicar no projeto:

- Substituir tensões perigosas por extra baixa tensão (24 V) em circuitos de comando;
- Evitar layouts que permitam contato acidental com condutores energizados;
- Selecionar equipamentos e dispositivos que incorporam segurança de forma intrínseca, como chaves multipolares de seccionamento simultâneo e painéis com barreiras internas.

Benefício: elimina a possibilidade de acidente antes que o trabalhador esteja exposto.



1.2 Redução ou mitigação de riscos residuais

Objetivo: quando o risco não pode ser completamente eliminado, reduzir sua probabilidade ou severidade a níveis aceitáveis.

Como aplicar no projeto:

- Isolamento de barramentos e condutores;
- Intertravamentos mecânicos e elétricos;
- Barreiras físicas e blindagens;
- Proteção contra arcos elétricos, conforme NFPA 70E.

Benefício: mesmo que uma falha ocorra, a exposição do trabalhador é limitada, reduzindo a gravidade do acidente.



1.3 Proteção e prevenção de acidentes

Objetivo: garantir que, mesmo com risco residual, os acidentes sejam evitados ou controlados.

Como aplicar no projeto:

- Sinalização de tensão e condição operativa (Verde = desligado, Vermelho = ligado);
- Bloqueios e travamentos de acesso (lockout/tagout);
- Equipamentos de proteção coletiva (EPC) e individual (EPI); É fundamental seguir a hierarquia de controle de riscos: o projeto deve priorizar sempre as Medidas de Proteção Coletiva (EPC), sendo o EPI o último recurso de proteção, a ser usado apenas após a exaustão das medidas de engenharia e EPC.);
- Procedimentos claros de operação, manutenção e treinamento do pessoal autorizado.

Benefício: cria camadas de proteção adicionais, tornando o trabalho seguro mesmo em condições de risco.

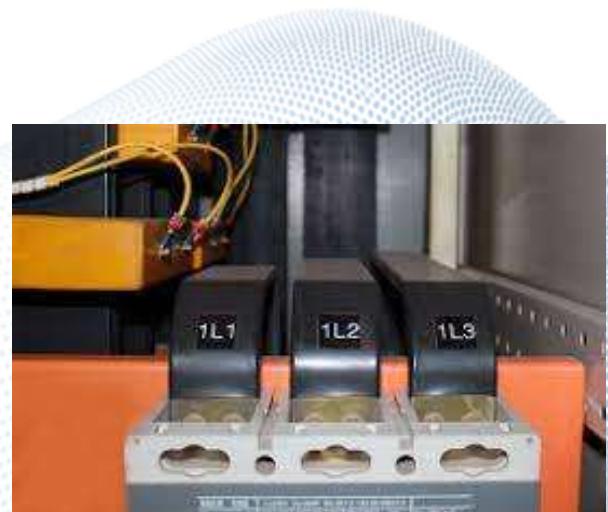


1.4 Exemplo prático

Em painéis de comando, a adoção de tensão de operação em 24 V já elimina a exposição direta a tensões perigosa.

Barramentos isolados com termoencolhível ou barreiras internas reduzem risco de arco elétrico.

Sinalização visual clara e bloqueios impedem manobras acidentais.



Exemplo prático

Painéis com comando em tensão de operação de 24V reduzem risco choque em manutenções e operações.

- Barramentos isolados com termoencolhível ou barreiras internas reduzem risco de arco elétrico.

Sinalizações visuais claras e bloqueios impedem manobras acidentais.



2. Dispositivos de Seccionamento e Desligamento (10.3.1 e 10.3.2)

O projeto elétrico deve prever dispositivos que permitam controlar de forma segura a energização e desenergização dos circuitos, protegendo trabalhadores e equipamentos.

Os principais elementos são:

2.1 Dispositivos de seccionamento multipolar

Função: permitem desligamento simultâneo de todos os condutores de um circuito.

Importância: elimina a situação perigosa de um condutor isolado energizado, que pode causar choques, arco elétrico ou curto-circuito durante manutenção.

Aplicação prática: Substituem seccionadores unipolares em painéis de baixa e média tensão;

Devem ser especificados no projeto com capacidade de atuação sobre toda a corrente nominal do circuito; Compatíveis com esquemas de aterramento e equipotencialização.



2.2 Travamentos e bloqueios

Função: impedir manobras não autorizadas, garantindo que apenas pessoal treinado e autorizado acesse circuitos energizados. Exemplos:

- Travamento mecânico de portas de painel;
- Dispositivos de lockout/tagout (LOTO);
- Intertravamentos elétricos que impedem energização sem que etapas de segurança sejam cumpridas.

Benefício: reduz risco de acidentes durante operação ou manutenção, mesmo em situações de falha humana.

2.3 Sinalização da condição operativa

Padronização visual:

- **Verde ("D")** → desligado;
- **Vermelho ("L")** → ligado.

Objetivo: fornecer informação clara e imediata sobre o estado do circuito, evitando manobras indevidas ou perigosas.

2.4 Impacto na segurança

Reduz o risco de choques elétricos acidentais;

Previne a ocorrência de arcos elétricos;

Permite uma manutenção segura, mesmo em circuitos complexos, garantindo conformidade com NR10, NFPA 70E e EN 50110.

ATENÇÃO!

Padronização Visual (Estado vs. Ação): O uso de Vermelho para "Ligado" e Verde para "Desligado" refere-se à Sinalização do **ESTADO do circuito (conforme NBR 14039 e NR-10/10.3.9)**.

Contudo, o projeto deve garantir que os Botões de Comando (Ação) sigam o padrão universal da NBR IEC 60073:

Vermelho para Parada/Emergência e Verde para Partida/Ligamento, a fim de evitar confusão operacional e acidentes.

3. Planejamento de Espaço Seguro e Influências Externas (10.3.3)

Para garantir a **segurança de trabalhadores e a confiabilidade das instalações**, o projeto elétrico deve considerar o **espaço físico, o acesso seguro e as influências externas** sobre os equipamentos.

3.1 Dimensão e acesso

Objetivo: permitir que trabalhadores realizem manutenção e operação de forma segura, sem risco de contato com partes energizadas.

Como aplicar no projeto:

Manter **espaço livre mínimo** em frente a quadros e painéis, conforme NBR 5410 e normas internacionais;

Definir **rota de acesso clara** e áreas de circulação seguras;

Considerar altura, alcance e ergonomia para operação e manutenção.

3.2 Influências externas

Fatores a serem considerados: chuva, poeira, calor, vibração, substâncias químicas ou inflamáveis.

Aplicação prática:

Selecionar invólucros e componentes com **grau de proteção IP adequado** (NBR IEC 60529);

Usar materiais resistentes à corrosão ou à ação de agentes químicos;

Garantir proteção contra sobre temperatura e ambientes agressivos.



3.3 Separação de circuitos por finalidade

Objetivo: evitar interferências elétricas e reduzir riscos de choque.

Como aplicar no projeto:

Instalar circuitos de **comunicação, controle, sinalização e potência separadamente**;

Compartilhamento só é permitido se houver **isolamento adequado e segurança comprovada**;

Identificação clara dos circuitos, conforme NBR 5410 e NFPA 70E.

3.4 Boas práticas

- Sinalizar áreas de acesso restrito;
- Permitir entrada apenas de **pessoal autorizado e treinado**;
- Registrar no **memorial descritivo** as condições de segurança do espaço e influências externas.

3.5 Benefícios

- Reduz acidentes por **contato accidental ou falhas ambientais**;
- Facilita manutenção segura e ergonômica;
- Contribui para **conformidade com NR10 e normas internacionais**, garantindo confiabilidade e proteção contínua.



4. Aterramento e Equipotencialização (10.3.4 – 10.3.6)

4.1 Esquemas de aterramento: TN, TT, IT; devem ser definidos e compatibilizados com dispositivos de proteção.

4.2 Dispositivos com aterramento automático.

O **Aterramento Automático** é um dispositivo de segurança projetado para atuar **após o seccionamento (desligamento)** de um circuito, especialmente em painéis de média e alta tensão ou linhas críticas.

Sua função principal é eliminar tensões residuais e induzidas e proteger contra re-energização acidental.

- Aterramento Imediato: O dispositivo garante que, ao ser desligado, todos os condutores do circuito são automaticamente conectados à terra (equipotencialização imediata).
- Aplicações: É ideal para o seccionamento de painéis de média tensão e linhas críticas, pois garante a equipotencialização imediata sem depender da ação humana, criando um sistema de segurança redundante.

⚠️ Esclarecimento Técnico Crítico:

É fundamental esclarecer que o aterramento automático é uma proteção secundária que age sobre um circuito que já foi desenergizado.

Afirmiação Incorreta (Revisão Necessária)

O aterramento automático elimina o risco residual de choque em condutores que permanecem energizados⁵.

Afirmiação Correta (Função de Segurança)

O aterramento automático elimina o risco de choque em condutores que **deveriam estar desenergizados** mas podem conter:

1. Tensões Induzidas/Residuais: Tensão remanescente ou induzida por campos eletromagnéticos próximos.

2. Risco de Re-energização Acidental: Proteção contra falhas no intertravamento ou manobra indevida que energize o circuito durante o trabalho.

Conclusão:

Um condutor que permanece energizado após o seccionamento representa uma falha primária do sistema de seccionamento (Ex: o seccionador não abriu todas as fases, ou há uma fonte de alimentação alternativa não prevista). O aterramento automático é uma medida de mitigação contra os riscos remanescentes após a desenergização bem-sucedida, garantindo um estado de tensão zero para a execução da manutenção.

Benefícios no Projeto:

A previsão de dispositivos de aterramento automático em projeto contribui para a segurança ao:

1. Eliminar Risco Residual: Garante um estado seguro de tensão zero e equipotencialização, eliminando riscos de choque em condutores desenergizados.
2. Redundância: Cria uma camada de segurança independente da ação do trabalhador, atuando imediatamente após a manobra.
3. Conformidade: Reforça a conformidade com a NR-10 e as normas internacionais (NFPA 70E e EN 50110), especialmente em manutenções que exigem aterramento temporário.

O projeto deve prever a compatibilidade entre dispositivos de seccionamento, aterramento automático e esquemas de proteção.



4. 3 Aterramento temporário:
previsto em projeto para
manutenções, garantindo segurança
mesmo durante intervenções.

Exemplo técnico: durante
manutenção em painéis de média
tensão, a aplicação de aterramento
temporário evita risco de choque em
condutores que permanecem
energizados.

4.4 Boas práticas de projeto
Prever pontos de aterramento
temporário **em locais acessíveis e**
seguros;
Garantir compatibilidade entre
dispositivos de seccionamento,
aterramento automático e esquemas
de proteção;
Documentar claramente **esquemas e**
procedimentos no memorial
descritivo;
Selecionar materiais de baixa
resistência e duráveis para garantir
confiabilidade elétrica.

4.5 Benefícios
Reduz o risco de choque elétrico;
Permite manutenção segura e
confiável;
Garante conformidade com NR10,
NBR5410 e normas internacionais
(NFPA 70E, EN 50110);
Cria um sistema de segurança
redundante, independente de ação
humana.



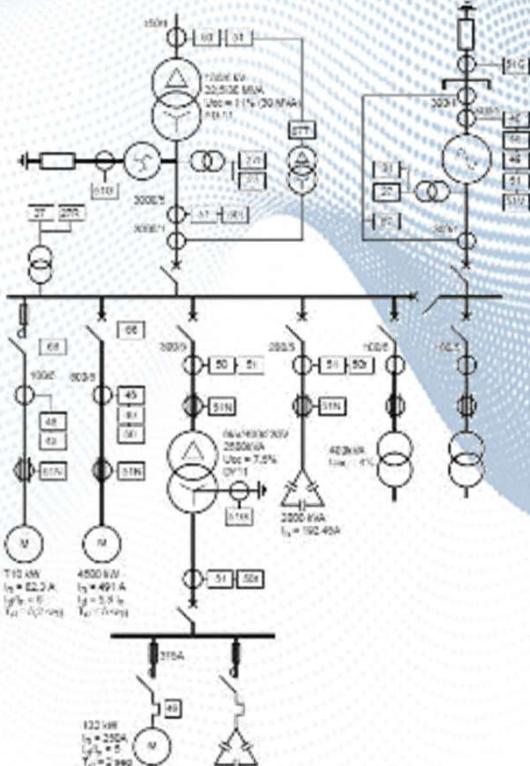
A importância do Conjunto de Aterramento
Temporário - Por abracopel
27/04/2021

5. Documentação e Memorial Descritivo (10.3.7 – 10.3.9)

O **memorial descritivo** é um documento crítico para segurança:

- 1. Características de proteção:** contra choques, queimaduras, arcos e riscos adicionais.
- 2. Identificação de dispositivos e circuitos:** facilita operação segura e manutenção.
- 3. Restrições e advertências:** acesso a áreas energizadas deve ser controlado.
- 4. Influências externas:** precauções frente a calor, umidade, poeira e agentes corrosivos.
- 5. Princípio funcional dos dispositivos de proteção:** fusíveis, disjuntores, proteção residual, intertravamentos e bloqueios.
- 6. Compatibilidade e dimensionamento dos dispositivos:** assegura que proteção elétrica funcione conforme projetado.
- 7. Ergonomia e iluminação:** conforme NR17, para operação e manutenção segura.

Relevância: o memorial funciona como **manual de segurança da instalação**, guiando operação, inspeção e manutenção.



6. Disponibilidade e Atualização do Projeto (10.3.7)

A disponibilidade e atualização dos projetos elétricos são fundamentais para garantir que os trabalhadores possam operar e manter as instalações de forma segura, prevenindo acidentes e falhas operacionais.

6.1 Disponibilidade do projeto

Os projetos devem estar **acessíveis** a:

Trabalhadores autorizados: operadores e mantenedores capacitados;

Autoridades competentes: órgãos fiscalizadores e inspetores de segurança;

Pessoas autorizadas pela empresa: equipe de engenharia, supervisão ou terceirizados qualificados.

Objetivo: permitir consulta imediata para **orientação, planejamento e execução de tarefas seguras**.



6.2 Atualização dinâmica

Necessidade: instalações elétricas podem sofrer alterações durante manutenção, expansão ou modernização.

Aplicação:

Atualizar desenhos, diagramas unifilares e memoriais descritivos sempre que houver alterações;

Registrar mudanças em **sistemas digitais ou físicos**, garantindo que todos os usuários acessem a versão correta.

Benefício: evita surpresas e manobras inseguras, reduzindo riscos de choque, arcos elétricos ou falhas operacionais.

6.3 Boas práticas

- Manter projetos digitais e impressos acessíveis em áreas controladas;
- Criar um **sistema de versionamento** para rastrear alterações;
- Integrar a documentação a **procedimentos de operação e manutenção**, incluindo instruções de segurança e advertências;
- Garantir que consultas ao projeto orientem **planejamento de trabalhos energizados e desenergizados**, conforme NR10, NFPA 70E e EN 50110.

6.4 Benefícios

- Facilita **planejamento seguro de manutenção e operação**;
- Reduz risco de acidentes devido a informações desatualizadas;
- Assegura conformidade legal e normativas;
- Serve como **referência contínua para prevenção de acidentes** e capacitação de pessoal.



7. Inspeções e Comissionamento

Antes da **energização das instalações**, é essencial realizar inspeções detalhadas para garantir que todos os dispositivos e sistemas estejam seguros e operacionais.

7.1 Itens de inspeção

- **Continuidade do condutor de proteção:** verificar se todas as massas e carcaças estão corretamente aterradas;
- **Isolamento e polaridade:** checar integridade do isolamento e correta conexão de fases e neutro;
- **Funcionamento de dispositivos de proteção e seccionamento:** testar disjuntores, fusíveis, chaves de seccionamento multipolar e dispositivos com aterramento automático;
- **Compatibilidade e conformidade:** assegurar que todos os componentes atendam normas nacionais (NBR 5410, NBR 14039) e internacionais (NFPA 70E, EN 50110).

7.2 Documentação

- Registrar **todos os ensaios e testes** no memorial descritivo;
- Atualizar informações sobre ajustes, observações e recomendações;
- Garantir rastreabilidade e base técnica para futuras manutenções.

7.3 Benefício

- Reduz riscos residuais;
- Assegura operação segura desde o comissionamento;
- Confere confiabilidade e integridade à instalação.



8. Mitigação, Prevenção e Eliminação de Riscos

O projeto deve **identificar e tratar todos os riscos conhecidos**, aplicando medidas de engenharia, proteção e treinamento.

8.1 Eliminação de riscos

Substituir **tensões elevadas por extra baixa tensão (24 V)** em comandos e sinais;

Evitar **pontos de contato direto** com condutores energizados;

Escolher dispositivos que incorporam segurança intrínseca (seccionadores multipolares, barramentos isolados).

8.2 Mitigação de riscos residuais

Isolamento individual de barramentos e condutores;

Barreiras físicas, invólucros e proteção contra arco elétrico;

Dispositivos de seccionamento multipolar e aterramento automático.

8.3 Prevenção de acidentes

Sinalização visual padronizada;

Bloqueios e lockout/tagout (LOTO);

Restrição de acesso a pessoal autorizado;

Procedimentos claros de operação e manutenção.

8.4 Treinamento e capacitação

Instruir operadores e mantenedores sobre **riscos, procedimentos seguros e uso correto de EPIs**;

Garantir que a segurança seja incorporada **na prática, não apenas na teoria**.

8.5 Resultado

Sistema seguro por engenharia;

Redução da dependência exclusiva de EPIs;

Operação e manutenção protegidas, com riscos minimizados desde a concepção.

9. Conclusão

A **segurança de trabalhadores próximos a instalações elétricas** deve ser planejada, projetada e verificada **desde a concepção do projeto até o comissionamento**.

Ao integrar:

NR10 e comentários detalhados;

Normas brasileiras e internacionais (NBR 5410, NFPA 70E, EN 50110);

Recomendações modernas de engenharia de segurança;

Procedimentos de inspeção e comissionamento;

...o projeto garante:

Eliminação e mitigação de riscos elétricos;

Operação segura e manutenção protegida;

Proteção de vidas e aumento da confiabilidade da instalação.

ATENÇÃO!

A **otimização de custos** deve ser considerada apenas **após a definição de medidas de segurança e conformidade normativa**, de modo que soluções econômicas **não comprometam a proteção do trabalhador nem a confiabilidade da instalação**.

Resumo: A ordem de prioridade no desenvolvimento do projeto é:

- 1. Segurança máxima;**
- 2. Atendimento normativo completo;**
- 3. Custo otimizado.**