

# Capítulo IV

## Critérios para avaliação de riscos elétricos

Efetuar uma avaliação de exposição a riscos elétricos é condição intrínseca ao atendimento à NR 10, onde inclusive é obrigatória a elaboração do RTI – Relatório Técnico das Instalações Elétricas, vide item 10.2.4 alínea “g” da NR 10. A correta elaboração do RTI deve considerar a abrangência do mesmo quanto à análise do sistema de Gestão de SST existente para riscos elétricos, contemplando a documentação técnica das instalações elétricas, as características físicas das instalações elétricas, e, principalmente, a Gestão de SST para riscos elétricos, e não somente elaborar um Laudo das Instalações elétricas evidenciando “possíveis não conformidades”. No entanto, infelizmente esta é a situação predominante hoje no país, seja por desconhecimento das premissas estabelecidas pela NR 10, seja por interesses econômicos.

Para uma avaliação correta e eficaz do atendimento à NR 10, considerando-se as condições físicas das instalações elétricas e medidas de controle existentes, algumas premissas devem ser consideradas, sendo que neste artigo apresentaremos critérios de gênero para a realização da avaliação de riscos elétricos de uma instalação

elétrica industrial, em que conceitos serão abordados em conceitos técnicos básicos estabelecidos por Normas Técnicas aplicáveis.

Ressalta-se a interface da NR 10 com o disposto na NR 1 – Disposições Gerais, em que a avaliação de Fatores de Riscos Elétricos deve observar o Gerenciamento de Risco Ocupacional (GRO) e consequente PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos, em que o “texto proposto” para a revisão da NR 10 na “consulta pública” ratifica essa condição.

Considerando “requisitos técnicos da instalação elétrica”, a avaliação do risco elétrico deve ter como base os seguintes fatores: Configuração do sistema elétrico; Sistema de aterramento; Nível de tensão; Tipo de seccionamento automático empregado; Valor da potência e das correntes de curto-circuito em cada ponto da instalação; Tipo de equipamento; Distância de trabalho, e outros.

Com a avaliação dos riscos elétricos serão definidas as medidas de controle, onde “considerando” neste artigo os aspectos físicos das instalações elétricas, deve-se buscar atender à hierarquia das

medidas de controle definidas na NR 10 vigente: desenergização, emprego da EBT, medidas de engenharia (proteções coletivas), procedimentos de trabalho, e, por fim, o uso de EPI – Equipamentos de Proteção Individual.

### RISCOS ELÉTRICOS

Os riscos elétricos de uma instalação estão basicamente divididos em três categorias: choque elétrico, fogo de origem elétrica e arco elétrico.

**Choque elétrico:** Choque elétrico ocorre quando há um contato acidental de forma direta ou indireta com partes energizadas com circulação de corrente pelo corpo humano. O efeito da corrente humana no corpo pode ser fatal, desta forma, a proteção contra choques elétricos é priorizada. Para valores superiores a 50 Vac ou 120 Vdc o risco de choque elétrico existe e pode trazer consequências danosas às pessoas. As tensões abaixo do limiar acima são tratadas como tensão de segurança, vide Tabela 1, sendo que nesta classe de tensão somente o risco de choque elétrico é extinto.

TABELA 1 – NÍVEIS DE TENSÃO DE SEGURANÇA

Corrente	Situação 1	Situação 2	Situação 3
Alternada	50V	25V	12V
Continua	120V	60V	30V

Em que:

Situação 1 = Corpo seco

Situação 2 = Corpo molhado

Situação 3 = Corpo imerso

**Fogo de origem elétrica:** O fogo de origem elétrica (Classe C) ocorre através de efeito térmico oriundo ou não do circuito elétrico com a ignição de materiais que compõem a instalação. Durante o incêndio poderá haver partes energizadas. O combate a incêndio deste tipo requer técnicas específicas e deve fazer parte das medidas de controle pertinentes a cada cenário elétrico considerando a realidade existente. A definição de fogo Classe C corresponde quando ocorrem em equipamentos elétricos energizados como motores, transformadores, quadros de distribuição, fios e demais equipamentos.

**Arco elétrico:** Um arco elétrico consiste na formação de um plasma oriundo

da perda de isolamento propiciando o aparecimento de corrente elétrica. Esta corrente, denominada de corrente de arco, tem como característica o fato de a tensão não ir a zero como ocorre em um curto-circuito. O valor da corrente de arco é inferior à corrente de curto e é calculada levando-se em consideração fatores como configuração do equipamento, sistema de aterramento, distância entre condutores e nível de tensão. Nos dias atuais, o risco de arco elétrico corresponde a mais de 80% dos acidentes de origem elétrica.

**Medidas de controle:** Para cada tipo de risco elétrico, devem ser tomadas medidas de controle específicas para se ter uma condição segura de operação atendendo aos requisitos das normas técnicas e de segurança vigentes.

### MEDIDAS DE CONTROLE PARA CHOQUE ELÉTRICO:

Proteção básica: a proteção básica

está destinada a impedir contatos diretos com partes energizadas em condições normais de uso, vide Figura 1. Esta proteção é também denominada de “Princípio fundamental para proteção contra choques elétricos” e está em conformidade com as diretrizes da ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 14039. Dentre elas: Isolamento básico ou separação básica; barreira ou invólucro; limitação da tensão; e colocação fora de alcance.

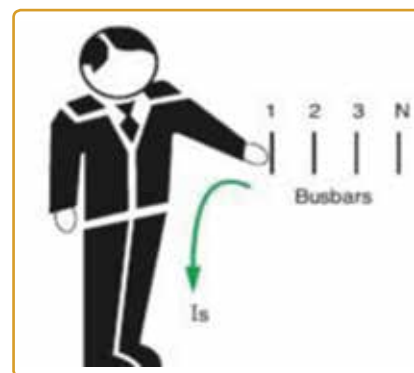


Figura 1 – Contato direto.

www.trael.com.br

# Energia que ganhou o Brasil

Transformador Subterrâneo



Complexo Industrial Cuiabá/MT



Indústria e Assistência Técnica  
Cuiabá-MT • Brasil  
[65] 3611-6500

Assistência Técnica  
Ananindeua-PA • Brasil  
[91] 3255-4004



**TRAELE**  
TRANSFORMADORES ELÉTRICOS

Esta medida se traduz em manter todas as partes vivas inacessíveis, isoladas e sem a possibilidade de contatos por pessoas não autorizadas.

**Proteção supletiva:** Meio destinado a suprir a proteção contra choques elétricos quando massas ou partes condutivas acessíveis tornam-se acidentalmente vivas. A proteção supletiva está direcionada a suprir a proteção contra contatos com partes condutoras que em situação normal não deveriam estar sob tensão; ou seja, contatos indiretos (Figura 2). Partes metálicas da instalação que em situação normal não apresentam tensão podem se tornar energizadas caso haja uma falha de isolamento. Dentre as medidas estão: equipotencialização e seccionamento automático da alimentação; isolamento suplementar; aterramento elétrico.

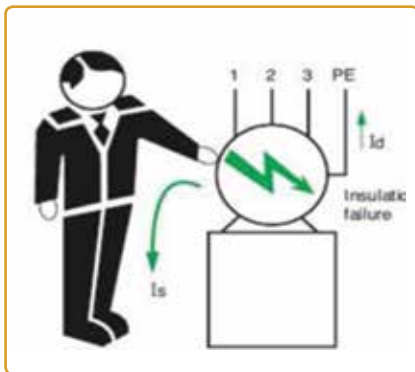


Figura 2 – Contato indireto.

Para eventos como esse, o sistema de seccionamento automático limita o tempo de exposição a esse risco. O sistema de seccionamento automático está diretamente ligado ao sistema de aterramento existente, sendo que para cada sistema de aterramento existe um sistema específico de seccionamento automático a ser considerado. Todos os circuitos elétricos devem possuir equipamentos de seccionamento automáticos, como por exemplo disjuntores ou fusíveis, para o desligamento dos circuitos em caso de defeitos.

**Proteção adicional:** Meio destinado a

garantir a proteção contra choques elétricos em situações de maior risco de perda ou anulação das medidas normalmente aplicáveis, de dificuldade no atendimento pleno das condições de segurança associadas a determinada medida de proteção e/ou, ainda, em situações ou locais em que os perigos do choque elétrico são particularmente graves. Uma medida aplicável é a utilização de dispositivo de proteção a corrente diferencial residual (formas abreviadas: dispositivo a corrente diferencial-residual, dispositivo diferencial, dispositivo DR): dispositivo de seccionamento mecânico ou associação de dispositivos destinada a provocar a abertura de contatos quando a corrente diferencial residual atinge um valor dado em condições especificadas. A Figura 3 evidencia a proteção através do seccionamento por relé diferencial residual de alta sensibilidade (menor que 30 mA).

A proteção adicional é sempre utilizada quando há a presença de influências externas, no caso, contato com a água, conforme estabelecido pela ABNT NBR 5410, que define os parâmetros referentes à resistência elétrica do corpo (Figura 4).

Nesse caso, pelo fato de o corpo humano estar em condições desfavoráveis,

somente o seccionamento automático acima mencionado não garante a integridade das pessoas. Desta maneira o uso de um relé diferencial de alta sensibilidade (30 mA) garante a proteção contra choques elétricos nas áreas úmidas, molhadas ou passíveis de presença de água.

O “texto proposto para revisão da NR 10” conforme consulta pública, define a obrigatoriedade da utilização como proteção coletiva adicional obrigatória contra choque elétrico o dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade ou outra tecnologia nas situações previstas em normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, somente na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis. Ou seja, ratifica de forma explícita as condições citadas na ABNT NBR 5410, que considerando o texto da NR 10 vigente já esta contemplado de forma intrínseca no item 10.39 - Memorial descritivo de projetos elétricos onde define a obrigatoriedade de se considerar, dentre outros fatores, as “influências externas”.

Medidas de controle para fogo de origem elétrica: As instalações elétricas devem ser feitas de materiais apropriados e que atendem às normas brasileiras de

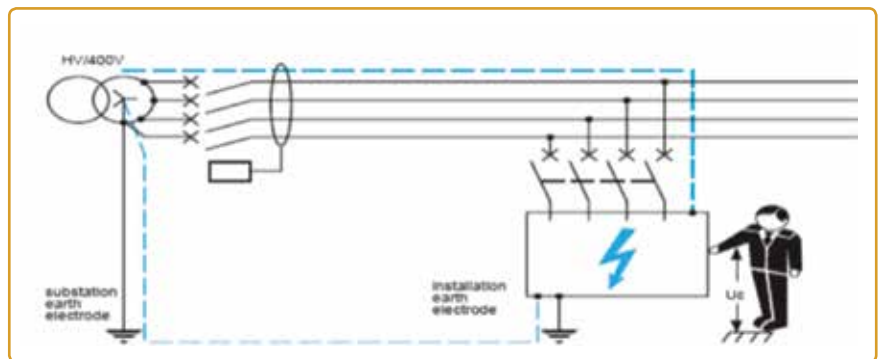


Figura 3 – Proteção adicional por diferencial residual.

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
BB1	Elevada	Condições secas	Circunstâncias nas quais a pele está seca (nenhuma umidade, inclusive suor)
BB2	Normal	Condições úmidas	Passagem da corrente elétrica de uma mão à outra ou de uma mão a um pé, com a pele úmida (suor) e a superfície de contato sendo significativa (por exemplo, um elemento está seguro dentro da mão)
BB3	Fraca	Condições molhadas	Passagem da corrente elétrica entre as duas mãos e os dois pés, estando as pessoas com os pés molhados a ponto de se poder desprezar a resistência da pele e dos pés

Figura 4 – Resistência elétrica do corpo humano. Fonte: ABNT NBR 5410.

instalações elétricas. Os materiais usados na instalação devem ser incombustíveis ou fogo retardante. As salas elétricas devem possuir sistema de obturação propiciando a isolação de um recinto ao outro, como por exemplo, feitas de material não combustível (CA1) e possuir sistema de detecção de fumaça.

A Figura 5 mostra as influências externas de “construção” definidas nas normas da ABNT.

As salas elétricas devem possuir sistemas de combate a incêndio prescritos pelas normas técnicas ou pelo Corpo de Bombeiros do Estado em que se situam. Os componentes elétricos não devem apresentar perigo de incêndio para os materiais vizinhos.

Exemplos de medidas de controle para incêndio em instalações elétricas.: a) Sistema de proteção contra incêndio; b) Número de saídas suficientes para a rápida retirada do pessoal em serviço, em caso de incêndio; c) Quantidade de equipamento suficiente para combater o fogo em seu estado inicial; d) Pessoas treinadas no uso correto destes equipamentos.

Medidas de controle para risco de arco elétrico: As medidas de controle existentes para o arco elétrico estão divididas em coletivas e individuais. As medidas de controle coletivas são as características da instalação elétrica, que, além de atender às

normas, propiciam uma condição segura de operação frente ao aparecimento de um arco elétrico. Nas medidas de controle coletivas para o risco de arco elétrico, estão: avaliação dos níveis de energia incidente de acordo com metodologias adequadas (como exemplo de referência para indústrias: NFPA© 70E 2018); limites de aproximação seguros (LAS); sinalização com etiquetas com nível de energia incidente; painéis com afluente de público com invólucro mínimo IP 2X; medidas de engenharia (como seccionamento automático da alimentação); painéis resistentes a arco interno, relés de arco elétrico e outros.

As medidas de controle individual estão relacionadas diretamente aos trabalhadores que manuseiam equipamentos elétricos conforme explicita a NR 10 nos itens 10.6 e 10.7. Nas medidas de controle individuais, estão os EPIs relacionados ao procedimento de vestimentas elétricas de acordo com o item 10. 2.9.2 da NR 10 e NFPA 70E-2018.

Ressalta-se que o “texto proposto para a revisão da NR 10” conforme consulta pública, contempla a adoção de medidas de controle para proteção ao risco de arco elétrico, em que destacamos a obrigatoriedade do cálculo de energia incidente (quando aplicável) e do LAS – Limite de Aproximação Segura para arco elétrico.

*Nota: Devido à complexidade, o tema*

“exposição ao risco de arco elétrico “ será tratado de forma específica em artigos posteriores.

**Descrição básica do sistema elétrico:** Deve ser descrito o sistema elétrico da empresa, evidenciando as características das instalações elétricas no que diz respeito às tensões operacionais, equipamentos existentes, tipos de linhas, sistema de geração, etc, e, principalmente, o sistema de aterramento adotado para os cenários elétricos existentes, descrevendo o princípio de atuação dos dispositivos de seccionamento automático em função do tipo de aterramento elétrico funcional adotado. Esse é um dos principais fatores de “não conformidades” evidenciadas nos Relatórios Técnicos da Instalação Elétrica (RTI) avaliados nas empresas.

**SPDA – Exigências normativas:** A documentação do SPDA – Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas deverá ter seu projeto em versão “as built” além das recomendações de verificação conforme características da instalação e documentos exigidos conforme define a ABNT NBR 5419-2015.

**Atendimento à NR 12:** A análise de riscos elétricos deve contemplar a interface da NR 10 com outras NRs, em que condições intrínsecas referentes a medidas de controle de riscos elétricos devem ser observadas, como por exemplo, a NR12 – Máquinas e Equipamentos. A NR 12 define requisitos para uso de EBT em que “os componentes de partida, parada, acionamento e controles que compõem a interface de operação das máquinas e equipamentos devem operar em extra-baixa tensão de até 25 VCA ou de até 60 VCC, ou ser adotada outra medida de proteção contra choques elétricos, conforme normas técnicas oficiais vigentes. Algumas medidas de controle para choque elétrico no acionamento de máquinas são: isolação das partes vivas, equipamentos com grau de proteção IP 2X, aterramento das partes metálicas, sistema de aterramento TN-S, desconexão automática no caso de defeito.

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
CA1	Não combustíveis	-	-
CA2	Combustíveis	Edificações construídas principalmente com materiais combustíveis	Edificações construídas principalmente com madeira ou com outros materiais combustíveis

Figura 5 – Influências externas de construção. Fonte: ABNT NBR 5410.

Tensão Fase - Neutro	Situação 1	Situação 2
115, 120, 127 V	0,80s	0,35s
220 V	0,40s	0,20s
254 V	0,40s	0,20s
277 V	0,40s	0,20s
400 V	0,20s	0,05s

Figura 6 – Tempo de desconexão para garantir proteção contra choque elétrico.

Deve ser garantida a proteção para choque elétrico quando o seccionamento automático das instalações evidenciando-se os tempos de atuação dos dispositivos de seccionamento automático existentes para Situação 1 - Corpo Seco e Situação 2 - Corpo Molhado, conforme exemplo da Figura 6.

A proteção contra choque elétrico é garantida totalmente com as medidas já mencionadas como seccionamento automático da alimentação, aterramento e isolamento das partes vivas. No quesito de supervisão do sistema de parada, atualmente, predominam na indústria sistemas classificados como risco 1.



Figura 7 – Esquema de parada - Risco 1.

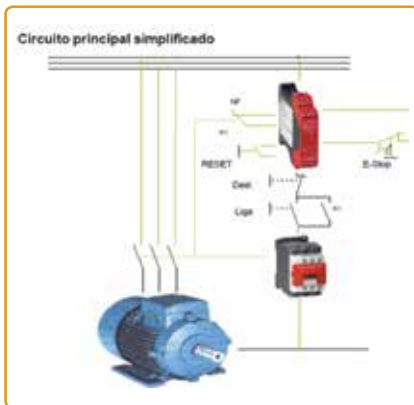


Figura 8 – Esquema de parada - Risco 2.

Sendo que ideal é o uso de sistemas classificados como risco 2, conforme Figura 8, em que há a inclusão de um relé de segurança para monitorar o circuito de abertura e garantir a sua integridade e garantia de parada.

**Áreas especiais:** Locais nos quais as condições favorecem o risco de choque elétrico, em que

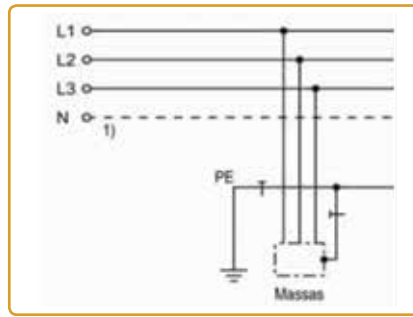


Figura 9 – Esquema sistema IT – “Puro”.

existem influências externas que não garantam as medidas de controle acima descrita, são denominadas de áreas especiais. Nessas localidades, a adoção das medidas de controle para choque elétrico, básica, suplementar e adicional, não garantem total proteção. Sendo assim será utilizado o recurso de fontes de separação com regime de aterramento IT, conforme mostra a Figura 9.

De acordo com a ABNT NBR 5410, em uma instalação IT, a corrente de falta, no caso de uma única falta à massa ou à terra, é de pequena intensidade, não sendo imperativo o seccionamento automático da alimentação, se satisfeita a condição da tensão de contato limite.

$$R_A \times I_d < U_L$$

Em que:

$R_A$  é a resistência do eletrodo de aterramento das massas, em ohms;

$I_d$  é a corrente de falta, em Ampere, praticamente nula sendo basicamente formada por corrente capacitiva;

$U_L$  é a tensão de contato limite.

No sistema de aterramento IT não há risco de aparecimento de tensão de contato e a desconexão frente à primeira falta não se faz necessária. Mesmo assim, o sistema promove a sinalização da falha de isolamento e por procedimento interno o trabalho é interrompido e a fonte substituída. Este tipo de alimentação é intrinsecamente seguro, pois não apresenta risco de choque elétrico no primeiro defeito. Os locais nos quais estas situações se aplicam são: compartimentos condutivos,

espaços de trabalho com locomoção restrita, painéis de área com influência externa de umidade e/ou água.

Evidências das medidas de controle adotadas: Deve ser evidenciado no RTI as medidas de controle adotadas considerando-se as premissas apresentadas, onde como exemplo citamos:

#### Proteção para choque elétrico – Alta tensão:

Em uma subestação de entrada em alta tensão, por exemplo 138 kV, as medidas de controle adotadas são: limitação das tensões de passo e toque, malha de aterramento, restrição de acesso, sinalização, colocação fora de alcance, e outros.

#### Proteção para choque elétrico – Média tensão:

Nas instalações de média tensão, as medidas adotadas são: aterramento das partes metálicas, compartimentação, seccionamento automático da fonte, sinalização, e outros.

#### Proteção para choque elétrico – Baixa tensão:

Nas instalações de baixa tensão em uma área fabril, por exemplo, devem ser adotadas as seguintes medidas: aterramento das partes metálicas, compartimentação, seccionamento automático, sinalização, sistema de aterramento por alta impedância (IT), painéis do Tipo TTA \ PTTA, e outros.

Ressalta-se que o atendimento a requisitos técnicos específicos para proteção a riscos elétricos está definido na NR 10 vigente, e no “texto proposto”, para atualização da mesma, requisitos específicos para proteção ao risco de choque elétrico por contato direto, choque elétrico por contato indireto e arco elétrico são descritos de forma explícita tendo como referências as normas técnicas ABNT NBR 5410 (baixa tensão) e ABNT NBR 14039 (média tensão).

\*Aguinaldo Bizzo de Almeida é engenheiro eletricista e de Segurança do Trabalho, membro do GT/GTT – Elaboração da NR 10 (texto vigente); assessor técnico da Bancada dos Trabalhadores no processo de Revisão da NR 10; conselheiro CCEE no CREA SP; inspetor de Conformidade e Ensaios Elétricos ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 14039, diretor da DPST – Desenvolvimento e Planejamento em Segurança do Trabalho.