

NORMA  
BRASILEIRA

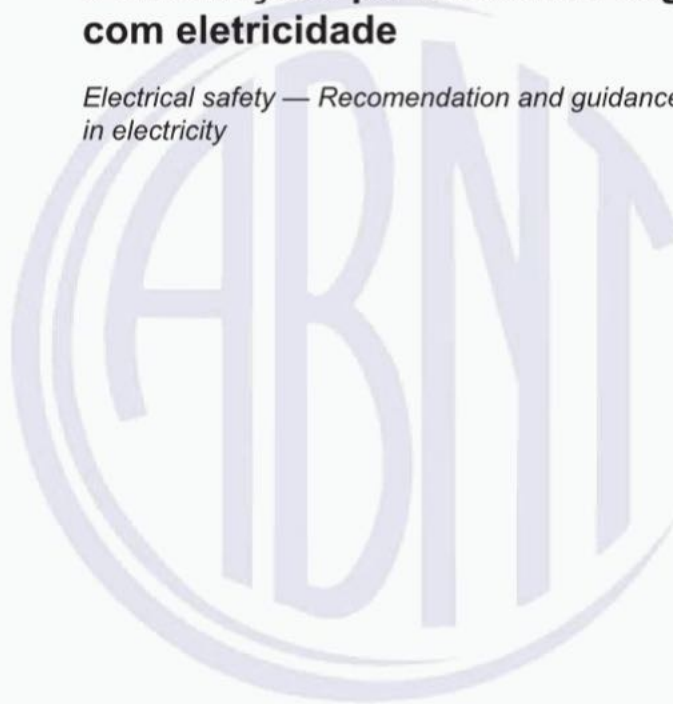
ABNT NBR  
16384

Primeira edição  
18.03.2020

---

**Segurança em eletricidade — Recomendações  
e orientações para trabalho seguro em serviços  
com eletricidade**

*Electrical safety — Recommendation and guidance for a safety job in services  
in electricity*



ICS 29.020

ISBN 978-85-07-08495-2



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA  
DE NORMAS  
TÉCNICAS

Número de referência  
ABNT NBR 16384:2020  
56 páginas

© ABNT 2020



© ABNT 2020

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

[abnt@abnt.org.br](mailto:abnt@abnt.org.br)

[www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br)

<b>Sumário</b>	<b>Página</b>
Prefácio .....	vii
Introdução .....	xiii
1 Escopo .....	1
2 Referências normativas .....	2
3 Termos e definições .....	2
4 Princípios gerais .....	5
4.1 Segurança na operação .....	5
4.2 Pessoal .....	5
4.3 Organização .....	6
4.4 Comunicação (transmissão da informação) .....	7
4.5 Locais de trabalho .....	8
4.6 Ferramentas, equipamentos e dispositivos .....	8
4.7 Documentos, desenhos e registros .....	9
4.7.1 Geral .....	9
4.7.2 Documentos do sistema elétrico .....	9
4.7.3 Desenhos da instalação .....	10
4.7.4 Estudos e especificação do sistema elétrico .....	10
4.7.5 Documentos e registros .....	11
4.7.6 Outros documentos .....	11
4.7.7 Sinalização e advertência .....	12
5 Procedimento padrão .....	12
5.1 Geral .....	12
5.2 Riscos com eletricidade a serem considerados .....	14
5.3 Procedimentos administrativos .....	14
5.4 Procedimentos de segurança para operação do sistema elétrico .....	15
5.5 Verificações de funcionamento .....	17
5.5.1 Medições elétricas .....	17
5.5.2 Ensaios elétricos .....	17
5.5.3 Instrumentos para ensaios e testes .....	18
5.5.4 Inspeções e vistorias .....	19
6 Procedimento de serviço .....	20
6.1 Generalidades .....	20
6.1.1 Indução eletromagnética .....	21
6.1.2 Condições atmosféricas .....	21
6.2 Serviços em instalações desenergizadas (zona livre) .....	22
6.2.1 Desconectar completamente a instalação da sua fonte (seccionamento) .....	22
6.2.2 Assegurar contra a possível reenergização (impedimento de reenergização) .....	22
6.2.3 Confirmar e verificar que a instalação está desenergizada (constatação da ausência de tensão) .....	23
6.2.4 Proteger contra as partes próximas energizadas (proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada) .....	26

6.2.5	Instalação de sinalização e impedimento de reenergização.....	26
6.2.6	Autorização para o início do serviço.....	26
6.2.7	Reenergização ao finalizar os serviços .....	27
6.3	Serviços em instalações energizadas (zona de risco) .....	27
6.3.1	Generalidades.....	27
6.3.2	Execução de serviços.....	28
6.3.3	Métodos de trabalho .....	29
6.3.4	Trabalho de desmontagem e remoção da instalação elétrica .....	30
6.3.5	Escavações e penetrações.....	30
6.3.6	Condições de serviço .....	31
6.3.7	Ferramentas, equipamentos e dispositivos .....	31
6.3.8	Condições ambientais .....	31
6.3.9	Organização do trabalho .....	32
6.3.10	Recomendações específicas para as instalações de extra-baixa-tensão .....	33
6.3.11	Recomendações específicas para as instalações de baixa tensão .....	33
6.3.12	Recomendações específicas para as instalações de alta-tensão .....	33
6.3.13	Serviços específicos em partes energizadas .....	33
6.4	Serviços em proximidade de partes energizadas (zona controlada) .....	33
6.4.1	Generalidades .....	33
6.4.2	Equipamentos e instalações .....	34
6.4.3	Proteção com telas, barreiras, invólucros ou coberturas isolantes .....	34
6.4.4	Proteção por distância de segurança (fora de alcance) e supervisão.....	35
6.4.5	Serviços de construção, montagem e outros serviços não elétricos.....	35
7	Procedimento de segurança de manutenção.....	36
7.1	Generalidades .....	36
7.2	Pessoal .....	36
7.3	Serviços de reparo .....	37
7.4	Serviços de substituição .....	37
7.4.1	Substituição de fusíveis .....	37
7.4.2	Substituição de lâmpadas e acessórios .....	37
7.5	Interrupção temporária .....	38
7.6	Término do serviço de manutenção .....	38
8	Planejamento e atendimento às situações de emergência e resgate .....	38
9	Serviços em áreas classificadas .....	39
<b>Anexo A (informativo) Orientações sobre distâncias no ar (isolação) para os procedimentos de trabalho elétrico seguro .....</b>		<b>41</b>
A.1	Generalidades.....	41
A.2	Serviços em instalações energizadas – Zona de risco .....	41
A.3	Serviços em proximidades – Zona controlada.....	41
A.4	Zona livre .....	41
A.5	Zona de risco de arco elétrico .....	42
<b>Anexo B (informativo) Orientações complementares para o trabalho elétrico seguro.....</b>		<b>43</b>
B.1	Renovação da autorização para serviços em instalações energizadas .....	43

B.2	Ausência do curso de reciclagem .....	43
B.3	Condições ambientais .....	43
B.3.1	Precipitações .....	43
B.3.2	Neblina espessa .....	43
B.3.3	Temporais com descargas atmosféricas .....	43
B.3.4	Ventos fortes.....	44
B.3.5	Temperaturas muito baixas .....	44
B.4	Proteções contra incêndios – Combate a incêndios .....	44
B.4.1	Generalidades.....	44
B.4.2	Incêndios em pequenas instalações elétricas .....	44
B.4.3	Incêndios em grandes instalações elétricas .....	45
B.5	Proteções em áreas classificadas .....	45
B.6	Segurança na utilização de instrumentos de medição portátil .....	45
B.6.1	Generalidades.....	45
B.6.2	Categorias de utilização (ou categoria de sobretensão) para baixa tensão .....	46
B.6.3	Exemplos de aplicação .....	46
B.6.4	Fusíveis de proteção.....	47
B.6.5	Pontas de prova .....	47
B.6.6	Cuidados adicionais .....	47
B.6.7	Outras questões de segurança elétrica .....	48
B.6.7.1	Segurança em painéis elétricos.....	48
B.6.7.2	Utilização do bastão isolante acoplado ao detector de tensão .....	49
B.6.7.3	Utilização de chaves de teste não especializadas .....	49
B.6.7.4	Identificação das caixas de terminais dos geradores e dos seus respectivos cubículos de entrada nos painéis elétricos.....	49
B.6.7.5	Substituição de fusíveis em circuitos trifásicos .....	49
B.6.7.6	Manutenção de disjuntores de baixa tensão .....	49
Anexo C	(informativo) Orientação para a utilização de equipamentos de proteção em áreas classificadas livres de explosão .....	50
Anexo D	(informativo) Orientação para a segurança em serviços de eletricidade.....	51
D.1	Pilares de uma cultura de segurança elétrica .....	51
D.1.1	Pessoas.....	51
D.1.2	Gerenciamento .....	52
D.1.3	Equipamentos.....	52
D.2	Propostas de procedimentos de segurança para a manutenção elétrica .....	53
Anexo E	(informativo) Orientação para a segurança em serviços de eletricidade – Proteção contra os efeitos térmicos de um arco elétrico .....	54
Bibliografia.....		55
<b>Figuras</b>		
Figura D.1	– Pilares da cultura da segurança elétrica .....	51
Figura D.2	– Exemplo de placa de segurança – Risco de choque e arco elétrico .....	53
Figura D.3	– Exemplo de placa de segurança – Teste antes de tocar.....	53

**Tabelas**

**Tabela A.1 – Raios de delimitação de zonas de risco, controlada e livre .....42**  
**Tabela B.1 – Categorias de utilização de instrumentos.....46**  
**Tabela B.2 – Exemplos da utilização de instrumentos (continua) .....46**



## Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da ABNT Diretiva 2.

AABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Os Documentos Técnicos ABNT, assim como as Normas Internacionais (ISO e IEC), são voluntários e não incluem requisitos contratuais, legais ou estatutários. Os Documentos Técnicos ABNT não substituem Leis, Decretos ou Regulamentos, aos quais os usuários devem atender, tendo precedência sobre qualquer Documento Técnico ABNT.

Ressalta-se que os Documentos Técnicos ABNT podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar as datas para exigência dos requisitos de quaisquer Documentos Técnicos ABNT.

AABNT NBR 16384 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003), pela Comissão de Estudo de Segurança em Eletricidade (CE-003:064.012). O 1º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 06, de 15.06.2015 a 15.08.2015. O 2º Projeto o circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 07, de 26.07.2016 a 24.08.2016. O 3º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 11, de 01.11.2019 a 05.12.2019.

O Escopo em inglês da ABNT NBR 16384 é o seguinte:

## Scope

*This Standard provides recommendations and guidances for safe operation and activities in or near electrical installations and equipment in order to establish a safety program in electricity. This Standard applies to the following services:*

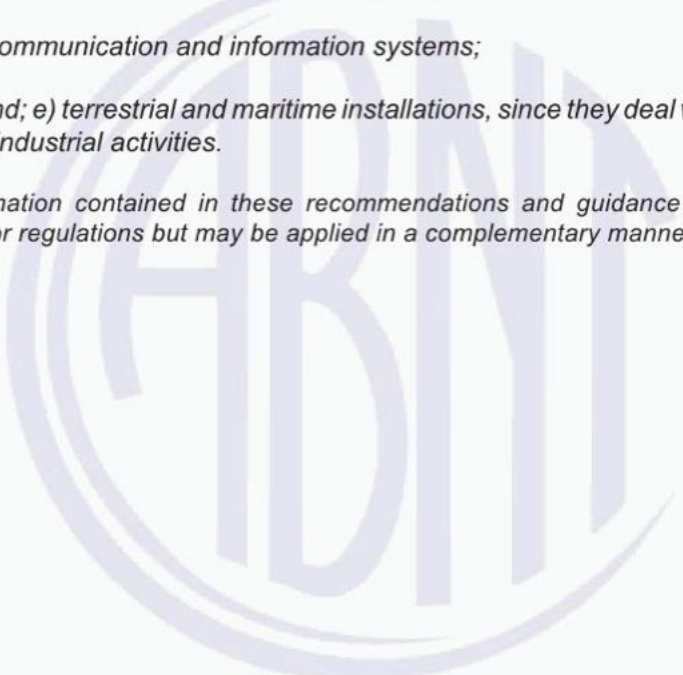
- a) system operation and electrical installations;*
- b) performance of any services in the electrical installations, including construction and assembly, maintenance and electrical testing;*
- c) services in electrical installations operating at voltage levels, from extra low voltage to high voltage. This latter term includes levels that can be known as medium voltage up to extra-high-voltage.*
- d) electrical installations necessary for the generation, transmission, transformation, distribution and use of electric energy*
- e) fixed and permanent installations, such as industrial plants and transmission lines;*
- f) temporary facilities such as construction sites, fairs and exhibitions;*

- g) mobile installations as transportable substations;*
- h) equipment capable of being transferred, such as electric excavators.*
- i) offshore or offshore installations whose electrical installations are common as low and high voltage panels, blocking and grounding.*

*This Standard may also be applicable to services in other electrical installations, complementing specific legislation and technical standards:*

- a) electrical installations of aircraft (subject to the laws of International Civil Aviation);*
- b) electrical installations of maritime vessels (subject to the laws of the Naval Classifiers);*
- c) electronic telecommunication and information systems;*
- d) mines of any kind; e) terrestrial and maritime installations, since they deal with electrical installations common to all industrial activities.*

*NOTE The information contained in these recommendations and guidance does not replace specific technical standards or regulations but may be applied in a complementary manner.*



## Introdução

O objetivo desta Norma é fornecer orientações adicionais para a operação e realização de serviços em eletricidade, visando à segurança das pessoas, trabalhadores e instalações, além de fornecer informações adicionais para a elaboração de um programa eficiente de segurança em eletricidade para a execução dos serviços, bem como organizar os aspectos humanos na intervenção destas instalações por meio de um sistema de gerenciamento.

Esta Norma não tem como objetivo especificar os requisitos técnicos para a execução da instalação elétrica, ou para a fabricação de equipamentos e componentes. Para estes casos é necessário consultar as normas técnicas específicas.

Esta Norma tem como foco principal os trabalhadores e profissionais autônomos que podem realizar intervenções em instalações elétricas, como operar, realizar manutenção e ensaios.

Esta Norma inclui informações para administrar a segurança dos trabalhadores e profissionais autônomos que podem realizar serviços não elétricos na zona livre, ou instalações totalmente desenergizadas, com a certeza de que estas estão e continuarão seguras, como, por exemplo, limpezas, reparos nas infraestruturas não relacionadas com a instalação elétrica, e para aqueles que podem operar dispositivos de comando encontrados nas instalações e equipamentos elétricos, como interruptores e botões de comando, com a finalidade de acionar equipamentos de utilização para outros fins não elétricos.

A proteção das pessoas e trabalhadores deve ser assegurada por meio de instalações seguras, seguindo as normas técnicas e regulamentos devidamente executados por profissionais habilitados e, quando aplicável, complementado com as informações adicionais desta Norma, que cobrem o sistema de gerenciamento para evitar a exposição das pessoas e dos trabalhadores aos riscos térmicos e físicos gerados pela eletricidade.

Os equipamentos e instalações elétricas, quando projetados e instalados de acordo com as normas técnicas, em princípio, se tornam seguros para utilização, operação e intervenção. Desta forma, é de extrema importância que estas intervenções respeitem e mantenham a integridade dos equipamentos e instalações conforme projetado.

Esta Norma de segurança em serviços com eletricidade fornece informações para a elaboração de:

- memorial descritivo do projeto e das intervenções;
- procedimentos de serviço de operação ou manutenção, reparo e substituições;
- requisitos de qualificação e experiência na aprovação dos serviços com riscos e técnicas de análise de riscos nas operações; e
- procedimentos para intervenções nas instalações elétricas.

As investigações de incidentes e acidentes de trabalho envolvendo eletricidade têm demonstrado que a maioria dos acidentes ocorre durante as intervenções nos equipamentos ou instalações, quando é necessário remover ou alterar temporariamente as proteções dos equipamentos ou instalações concebidas para prover a segurança durante o seu funcionamento normal.

As técnicas de investigações de acidentes utilizadas pelos profissionais de segurança do trabalho sugerem basicamente a identificação dos seguintes fatores:

- a) fatores físicos – falha nos equipamentos, componentes ou instalação;

- b) fatores humanos – falha nas ações ou intervenções humanas por falta de conhecimento ou despreparo dos profissionais envolvidos no acidente; e
- c) fatores sistêmicos ou gerenciais – falha da gestão dos fatores físicos e humanos.
- d) fatores ambientais – são os que podem influenciar nos fatores físicos caso não seja objeto de planejamento, como iluminação, sol chuva e animais, peçonhentos ou não

Estes fatores necessitam ser analisados e as ações corretivas implementadas para evitar recorrências.

Esta Norma visa orientar as ações para proteção em relação aos fatores humanos, sistêmicos, gerenciais e ambientais, enquanto que outras normas técnicas visam atender tanto aos aspectos técnicos quanto aos fatores físicos.



## Segurança em eletricidade — Recomendações e orientações para trabalho seguro em serviços com eletricidade

### 1 Escopo

Esta Norma fornece recomendações e orientações para a operação segura e atividades em instalações e equipamentos elétricos, de forma a estabelecer um programa de segurança em eletricidade.

Esta Norma é aplicável aos seguintes serviços:

- a) operação do sistema e instalações elétricas;
- b) realização de quaisquer serviços nas instalações elétricas, incluindo construção e montagem, manutenção e ensaios elétrico;
- c) serviços em instalações elétricas que operam em níveis de tensão, desde extrabaixa tensão até a alta-tensão. Este último termo inclui os níveis que podem ser conhecidos como média tensão até extra-alta-tensão.
- d) instalações elétricas são necessárias para geração, transmissão, transformação, distribuição e utilização de energia elétrica
- e) instalações fixas e permanentes, como industriais e linhas de transmissão;
- f) instalações temporárias como canteiros de obras, feiras e exposições;
- g) instalações móveis como subestações transportáveis;
- h) equipamentos capazes de serem trasladados, como escavadeiras elétricas.

Esta Norma também pode ser aplicável aos serviços em instalações elétricas de outras naturezas, complementando a legislação e normas técnicas específicas:

- a) instalações elétricas de aeronaves (sujeitas às legislações da Aviação Civil Internacional);
- b) instalações elétricas de embarcações marítimas (sujeitas às legislações das Classificadoras Navais);
- c) sistemas eletrônicos de telecomunicação e de informação;
- d) minas de qualquer natureza;
- e) instalações terrestres e marítimas, pois tratam de instalações elétricas comuns a todas as atividades industriais.

**NOTA** As informações contidas nestas recomendações e orientações não substituem as normas técnicas ou regulamentos específicos, porém podem ser aplicados de forma complementar:

## 2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir podem ser necessários à aplicação desta Norma. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 5410, *Instalações elétricas de baixa tensão*

ABNT NBR 5419 (todas as partes), *Proteção contra descargas atmosféricas*

ABNT NBR 14039, *Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV*

ABNT NBR 15152, *Qualificação e certificação de eletricista de manutenção – Requisitos*

ABNT NBR IEC 60079 (todas as partes), *Atmosferas explosivas*

ABNT NBR IEC 60529, *Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP)*

ABNT NBR IEC 61892 (todas as partes), *Unidades marítimas fixas e móveis – Instalações elétricas*

ABNT NBR ISO 80079 (todas as partes), *Atmosferas explosivas*

IEC 61010-1, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEEE Std 1584, *Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations*

## 3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplica-se os seguintes termos e definições.

### 3.1 Gerais

#### 3.1.1

##### **atividade**

qualquer ação de pessoas na intervenção, operação, execução de serviços em instalações elétricas ou não elétricas, em que há a possibilidade de um perigo gerado pela eletricidade.

#### 3.1.2

##### **área classificada**

local no qual uma atmosfera explosiva de gás inflamável ou poeira combustível está ou pode estar presente em quantidades tais que necessitem de precauções especiais para a instalação, inspeção, manutenção, reparo, recuperação e utilização de equipamentos mecânicos e elétricos, fixos ou portáteis

NOTA Para os efeitos desta Norma, uma área classificada é uma região tridimensional.

#### 3.1.3

##### **área não classificada**

área na qual uma atmosfera explosiva de gás inflamável ou poeira combustível não é prevista em condições que necessitem de precauções especiais para a instalação e utilização de equipamentos mecânicos e elétricos, fixos ou portáteis

**3.1.4****equipamento portátil**

equipamento destinado a ser carregado por uma pessoa

**3.1.5****equipamento de utilização pessoal**

equipamento destinado a ser carregado junto ao corpo de uma pessoa durante utilização normal nas atividades laborais

**3.1.6****extra-baixa tensão****EBT**

tensão nominal não superior a 50 V c.a. (volts em corrente alternada) ou 130 V c.c. (volts em corrente contínua) entre fases ou fase e terra

NOTA Em situações específicas é considerada "tensão de segurança".

**3.1.7****influências externas**

influências externas variáveis ambientais ou humanas, alheias, que podem interferir nos serviços e que convém que sejam consideradas na definição e seleção de medidas de proteção para segurança das pessoas e para o desempenho dos componentes da instalação

**3.1.8****intertravamento mecânico**

dispositivo mecânico ou eletromecânico utilizado em manobras operativas e em intervenções manuais nos sistemas elétricos, permitindo a segurança por meio da operação de sequências lógicas seguras pré-elaboradas

**3.1.9****instalação elétrica**

conjunto das partes elétricas e não elétricas associadas, com características coordenadas entre si, que são necessárias ao funcionamento de uma parte determinada de um sistema elétrico, incluindo equipamentos e componentes

**3.1.10****lesão**

<elétrica>

ferimento corporal produzido pelos efeitos térmicos e físicos do choque elétrico, arco elétrico, incêndio ou explosão provocada pela energia elétrica, como consequência da operação de uma instalação elétrica

**3.1.11****local de serviço**

fábrica, local ou área onde são realizados serviços

**3.1.12****medições elétricas**

todas as atividades destinadas a medir ou a verificar as grandezas físico-elétricas de um componente, equipamento ou instalação

### 3.1.13

#### **operações**

atividades necessárias para permitir que uma instalação elétrica opere de modo seguro

NOTA Estas atividades incluem atuações como manobras, controle, monitoramento e manutenção, assim como o serviço elétrico e não elétrico.

### 3.1.14

#### **ordem de serviço ou permissão de trabalho**

documento de segurança, mensagem ou instrução escrita específico, relacionado com a operação de qualquer instalação elétrica

### 3.1.15

#### **perigo**

situação ou condição com potencial para causar danos à integridade física das pessoas, meio ambiente, patrimônio ou perda de produção, por ausência de medidas de controle

### 3.1.16

#### **protetor isolante**

protetor rígido ou flexível fabricado de materiais isolantes, utilizado para cobrir partes com tensão ou não, ou partes adjacentes, com a finalidade de evitar contatos acidentais

### 3.1.17

#### **responsável pela instalação elétrica**

pessoa autorizada e designada para assumir a responsabilidade pela operação da instalação elétrica

NOTA Responsabilidade não se transfere ou delega. É recomendável que sempre seja designada uma pessoa responsável pelo serviço.

### 3.1.18

#### **risco**

capacidade de uma grandeza, por meio da combinação de probabilidade ou frequência esperada de ocorrer, de causar danos à integridade das pessoas, meio ambiente, patrimônio ou perda de produção

### 3.1.19

#### **risco elétrico**

probabilidade de ocorrer uma lesão *versus* proteções efetivas, devido às atividades com eletricidade

### 3.1.20

#### **riscos adicionais**

condições ambientais e características das atividades associadas às atividades elétricas a serem desenvolvidas, além dos riscos elétricos, que direta ou indiretamente possam afetar a segurança e a saúde do trabalhador

### 3.1.21

#### **serviço em eletricidade**

serviço em, com ou perto de uma instalação elétrica, como ensaios, medições, reparos, substituição, modificação, construção, montagem, manutenção e inspeção

**3.1.22****serviço em instalação desenergizada**

serviço realizado em instalações elétricas sem tensão e sem carga elétrica, executado depois de serem adotadas todas as medidas para assegurar que a instalação elétrica não se torne energizada durante a execução do serviço

**3.1.23****serviço em instalação energizada**

serviço durante o qual a pessoa entra em contato com partes energizadas ou com a zona de risco, como uma parte de seu corpo ou ferramentas, equipamentos ou dispositivos que esteja manipulando

**3.1.24****serviço em proximidade de partes energizadas**

serviço durante o qual a pessoa pode entrar na zona controlada, ainda que seja com uma parte do seu corpo ou com extensões condutoras, representado por materiais, ferramentas ou equipamentos que manipule

**3.1.25****serviço não elétrico**

serviço realizado nos arredores ou no interior de uma instalação elétrica adequadamente construída e protegida, no qual está assegurada a ausência de riscos elétricos, como construção, montagem, escavação, limpeza, pintura etc., porém sem qualquer intervenção na parte energizada da instalação elétrica

**3.1.26****sistema elétrico**

definição conceitual da distribuição da energia elétrica, desde o recebimento ou geração até o ponto de utilização da eletricidade

**3.1.27****sistema elétrico de potência****SEP**

conjunto das instalações e equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica até a medição, inclusive aplicável às empresas que se destinam a prover serviços de fornecimento de energia elétrica e que são autorizadas a atuar no setor elétrico pelo órgão regulador nacional

**3.1.28****técnicas de análise de riscos**

técnicas estruturadas pelas quais são identificados os perigos e as suas respectivas causas e consequências sobre pessoas, meio ambiente e instalações, bem como são geradas recomendações de prevenção e mitigação, quando necessárias.

EXEMPLOS a) análise preliminar de perigos/riscos; b) 'What-if'; c) análise por árvore de falhas (AAF) e d) análise por árvore de eventos (AAE)

## 4 Princípios gerais

### 4.1 Segurança na operação

Antes de realizar qualquer atividade relacionada à operação de um sistema elétrico ou serviço sobre, com ou na proximidade de uma instalação elétrica, é necessário avaliar os riscos que podem ser gera-

dos pela instalação elétrica. Convém que as operações sejam avaliadas por ferramentas de análise de risco, considerando a complexidade da instalação. Convém que esta avaliação seja registrada no procedimento que descreve a forma de realizar a operação ou os serviços, para assegurar a segurança dos trabalhadores e das pessoas.

## **4.2 Pessoal**

**4.2.1** Recomenda-se que as responsabilidades sobre a segurança das pessoas que participam das atividades de execução dos serviços e daqueles que estão ou possam estar envolvidos nos serviços estejam de acordo com a autorização dada aos profissionais, conforme a legislação brasileira.

**4.2.2** Recomenda-se que todos que realizem intervenções ou serviços em, com ou na proximidade de uma instalação elétrica estejam formalmente autorizados e tenham recebido as instruções referentes aos requisitos de segurança e as instruções da empresa aplicáveis ao seu serviço. Convém que estas instruções sejam repetidas durante o transcurso dos serviços, quando estes tiverem uma longa duração (mais de um dia de duração) ou forem de natureza complexa (envolvendo diversos grupos ou intervenções simultâneas em diferentes sistemas).

**4.2.3** Convém que sejam utilizados os equipamentos de proteção individual (EPI) adequados aos locais, riscos e condições em que os trabalhadores necessitem, com vestimentas de proteção adequadas ao tamanho do corpo e equipamento de proteção adicional conforme registrado no procedimento de execução do serviço. Antes de começar qualquer serviço e durante a execução deste, convém que o responsável pelo serviço zele para que todos compreendam e respeitem as instruções, regras e requisitos estabelecidos no procedimento.

**4.2.4** Convém que o profissional não seja autorizado a executar uma atividade elétrica sem que estejam registrados em sua ficha funcional a sua qualificação profissional, os treinamentos e a demonstração de conhecimentos técnicos que embasem as experiências comprovadas de prevenção contra os riscos elétricos. Recomenda-se que a supervisão considere o nível de conhecimento e a experiência dos trabalhadores para determinar os serviços que podem ser realizados.

Convém que sejam utilizados os seguintes critérios de avaliação do trabalhador:

- f) comprovante de conclusão de curso específico na área elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino;
- g) comprovante da realização e demonstração da compreensão do treinamento de segurança básica em eletricidade, com conteúdo e duração mínima conforme estabelecido na legislação brasileira;
- h) caso julgado necessário, comprovação da experiência em serviços elétricos similares ao que será designado com demonstração sobre a percepção dos perigos e riscos que possam aparecer durante o serviço e a respectiva medida de proteção a ser adotada;
- i) compreensão dos procedimentos a serem seguidos para a execução do serviço.

Convém que a complexidade dos serviços seja avaliada durante a fase de planejamento, a fim de definir a composição da equipe executora, considerando quantos trabalhadores necessitam ser capacitados, qualificados e habilitados, todos devidamente autorizados.

## **4.3 Organização**

Recomenda-se que a instalação elétrica de um sistema elétrico esteja sob a responsabilidade de um profissional habilitado, conforme determina a legislação brasileira.

Quando duas ou mais instalações ou equipamentos forem compartilhados, por exemplo, conjunto de manobra de distribuição que alimenta diferentes instalações em uma mesma sala, convém que sejam elaborados acordos ou protocolos formais e haja cooperação entre os responsáveis de cada instalação para determinar as medidas necessárias, de modo a assegurar a segurança e o controle das atividades que venham a se desenvolver em cada uma dessas instalações. Neste caso podem ser necessários sistemas de intertravamento com sequência lógica, para garantir a operação de forma segura.

Convém que o controle de acesso das pessoas não autorizadas aos locais em que estejam expostas aos riscos elétricos esteja definido em procedimento específico.

A elaboração de padrões, normas ou procedimentos relacionados com a eletricidade, específicos ou não, pode ser realizado pelo responsável, ou não, da instalação elétrica, porém a responsabilidade pela sua aprovação é do responsável pela instalação elétrica, conforme a legislação brasileira e necessitam atender no mínimo as normas técnicas nacionais e, na ausência destas, normas estrangeiras ou internacionais.

Recomenda-se que seja designado um responsável para cada serviço. Quando o serviço for subdividido, convém nomear supervisores para assegurar a segurança em cada uma das subdivisões, estando todos eles sob a responsabilidade de uma só pessoa de coordenação, responsável por todo o serviço.

Convém que o responsável pelo serviço e o responsável pela instalação atendam aos requisitos estabelecidos nos padrões, normas ou procedimentos de segurança, para permitir a execução segura do serviço, além de detalhar atividades a serem realizadas na instalação elétrica e suas proximidades, antes do início das atividades ou modificação da instalação elétrica.

O responsável pelo serviço e o responsável pela instalação elétrica podem ser a mesma pessoa.

Convém que todos os serviços, sejam simples ou complexos (que envolvem diversos grupos ou intervenções simultâneas em diferentes sistemas) e de longa duração (mais de um dia de duração), atendam a procedimento escrito contendo o planejamento das atividades, com a descrição das etapas, análise de risco, medidas de controle e um plano de ação para contingência conforme orientações contidas na Seção 8 (medidas a serem adotadas em caso de acidente), com ciência e aprovação de todos os envolvidos, em especial, os trabalhadores. .

Uma pessoa qualificada, habilitada e autorizada pode estabelecer a forma de executar o serviço com segurança nas seguintes situações:

- a) nas instalações não complexas (quando envolvem um único sistema ou circuito elétrico segregado) ou nas suas subpartes, em circunstâncias claramente compreendidas e previamente estabelecidas em procedimentos aprovados;
- b) quando os serviços forem repetitivos, de rotina e estabelecidos em procedimentos específicos efetivamente implantados;
- c) para serviços de manutenção, realizados segundo procedimentos específicos efetivamente implantados.

Recomenda-se que no local de realização de serviços, elétricos ou não elétricos, em, ou nas proximidades de uma instalação elétrica energizada, os trabalhadores sejam treinados, informados das atividades e capazes de solicitar socorro e prestar os primeiros socorros para acidentes de origem elétrica, como choque elétrico ou queimaduras por arco elétrico.

Convém que as informações de como solicitar socorro e as orientações de primeiros socorros estejam disponíveis em placas ou pôsteres afixados no local de serviço e em folhetos ou documentos de segurança entregues aos trabalhadores, conforme definido em avaliação prévia e apropriado à complexidade do serviço ou ambiente de trabalho.

#### **4.4 Comunicação (transmissão da informação)**

Nesta Norma, o termo "comunicação" significa toda e qualquer forma de transmitir ou receber informação entre as pessoas e trabalhadores: verbal, escrita, sonora e visual, por exemplo, display de visualização, painéis anunciadores e luzes.

Antes do início de qualquer atividade, recomenda-se que o responsável pelo serviço notifique o responsável pela instalação sobre a natureza, o local e os potenciais riscos devido à realização do serviço, e o procedimento do trabalho planejado. Esta notificação necessita ser documentada. O responsável pela instalação e o responsável pelo serviço a ser realizado necessitam assegurar que as instruções específicas foram transmitidas e detalhadas a todos os trabalhadores sob sua supervisão e pessoas envolvidas para permitir a realização dos serviços em segurança antes do início das atividades.

Recomenda-se que todas as informações necessárias para a segurança durante a operação de uma instalação elétrica, como a configuração da rede, o estado das chaves seccionadoras (fechada, aberta ou aterrada) e a posição dos dispositivos de segurança para operação segura da instalação elétrica, estejam registradas em um documento específico e que sejam formalmente transmitidas

Convém que os meios de transmissão da informação somente sejam utilizados após serem adotadas as medidas de precauções adequadas para assegurar que a informação seja confiável, verdadeiras, não cause mal-entendidos ou sinais falsos.

Convém que nas transmissões das informações sejam incluídos o nome e os meios de contato para dirimir dúvidas ou obter maiores esclarecimentos.

É recomendado que não seja permitido o funcionamento ou reenergização de uma instalação elétrica, após a conclusão de serviço, cujo sistema de controle seja unicamente por sinais, como etiquetas, ou determinação do intervalo de tempo necessário para a realização do serviço. Convém que o funcionamento ou reenergização somente seja realizado após a verificação física e inspeção final, assegurando que a instalação esteja adequada e segura para operar.

Durante a realização dos serviços em que as informações sejam transmitidas verbalmente, incluindo comunicação por rádio, para evitar enganos, é recomendado que o receptor repita as informações ao transmissor, que confirmará que foram recebidas e compreendidas corretamente. Caso seja utilizado rádio, convém assegurar que interferências externas não interfiram na clareza e entendimento das mensagens.

Após o término do trabalho, convém que o responsável pelo serviço realize as verificações, inspeções e limpeza da área, e comunique ao responsável pela instalação sobre o resultado da verificação e conclusão do serviço.

#### **4.5 Locais de trabalho**

Convém que o local de trabalho esteja totalmente livre e desimpedido para movimentação das cargas e dos trabalhadores, definido, delimitado e identificado. Convém que sejam providenciados os espaços para movimentação adequada, meios de acesso e iluminação em todas as partes do serviço ou da instalação elétrica. Recomenda-se que o acesso ao local de trabalho e as rotas de fuga estejam definidas, sinalizadas, livres, desimpedidas e identificadas.

Convém que medidas adequadas de prevenção sejam adotadas para evitar lesões das pessoas e trabalhadores, por outras fontes de risco existentes no local de serviço, como pisos irregulares, obstáculos, sistemas pressurizados ou quedas de níveis.

Convém que objetos que possam dificultar o acesso ou materiais inflamáveis não sejam armazenados temporária ou permanentemente nas áreas do serviço, vias de acesso, rotas de fuga ou áreas de operação dos equipamentos elétricos.

Para ambientes de área classificada, ver Seção 9.

#### **4.6 Ferramentas, equipamentos e dispositivos**

O termo "equipamentos" inclui os equipamentos de proteção individual (EPI), os equipamentos de proteção coletiva (EPC), e os sistemas de proteção coletiva (SPC), que devem atender aos requisitos da legislação brasileira.

Exemplos de ferramentas, equipamentos e dispositivos são:

- a) calçados, luvas e botas isolantes;
- b) óculos de segurança e protetor facial;
- c) capacetes;
- d) vestimentas de proteção contra risco térmico por arco elétrico e fogo repentino;
- e) vestimentas de proteção condutivas;
- f) vestimenta de proteção contra campos eletromagnéticos;
- g) tapetes e plataformas isolantes;
- h) ferramentas isoladas e isolantes;
- i) varas e barras de manobra;
- j) dispositivo de bloqueio e conjunto de manobra;
- k) detectores e dispositivos indicadores de tensão;
- l) equipamento de localização de cabos subterrâneos;
- m) equipamentos de aterramento temporário;
- n) barreiras e suportes isolantes;
- o) EPI e sistema contra queda de nível.

Convém que as ferramentas, equipamentos e dispositivos atendam integralmente aos requisitos das normas técnicas nacionais específicas e, na sua ausência, das normas estrangeiras ou internacionais aplicáveis, e que possuam os respectivos comprovantes de ensaio ou certificados, dependendo da legislação aplicável, como certificado de aprovação (CA) para EPI, categoria de isolamento (instrumentos de teste) e certificado de conformidade 'Ex' (para equipamentos certificados para utilização em áreas classificadas).

Recomenda-se que a vestimenta de proteção contra os efeitos térmicos de um arco elétrico seja especificada de acordo com o nível de energia incidente, calculada em Joule por centímetro quadrado ( $J/cm^2$ ) ou calorias por centímetro quadrado ( $cal/cm^2$ ), para cada equipamento do sistema elétrico, quando aplicável, por meio de um método internacionalmente reconhecido.

Convém que as ferramentas, equipamentos e dispositivos sejam utilizados de acordo com as instruções fornecidas pelo fabricante. Recomenda-se que estas instruções estejam no idioma nacional (português do Brasil).

Qualquer ferramenta, equipamento e dispositivo que seja utilizado para assegurar a segurança da operação ou serviços sobre, com ou na proximidade de instalações elétricas necessitam ser projetados para esta finalidade, ser mantidos em condições adequadas para sua utilização e ser corretamente utilizados.

“Manter em condições adequadas para sua utilização” significa realizar verificações visuais periódicas, ensaios elétricos e calibrações, quando aplicável, antes da sua utilização. Convém que o funcionamento e a integridade sejam verificados imediatamente antes e após a utilização, após reparos ou modificações, a fim de verificar a integridade elétrica e as propriedades mecânicas das ferramentas, equipamentos e dispositivos.

Convém que todas as ferramentas, equipamentos e dispositivos especiais utilizados durante a operação ou o serviço sobre, com ou na proximidade de instalações elétricas sejam armazenados de forma que sua integridade seja mantida ou conforme orientação do fabricante.

## **4.7 Documentos, desenhos e registros**

### **4.7.1 Geral**

É recomendado que os desenhos sejam mantidos atualizados e acessíveis, bem como as especificações de equipamentos, o memorial descritivo de projeto e os registros das instalações elétricas. Convém que o prontuário das instalações elétricas possua no mínimo o descrito em 4.7.2 a 4.7.6.

### **4.7.2 Documentos do sistema elétrico**

Além dos documentos de projetos com informações técnicas de engenharia da instalação elétrica e concepção do sistema elétrico, é recomendado que sejam elaborados documentos específicos com informações necessárias para o planejamento e execução segura e confiável dos serviços, como isolamento, operação e manutenção do sistema elétrico.

É importante que seja elaborado um diagrama unifilar ou multifilar, conforme aplicável, para a operação com o propósito de segurança contendo pelo menos as seguintes informações:

- a) tensão de alimentação;
- b) informações das fontes de alimentação, incluindo geradores de emergência e energia armazenada, pontos de seccionamento, e que possa ser fácil e rapidamente identificado, o fluxo de energia para o local de serviço;
- c) todas as situações operacionais possíveis e indicações de seccionamentos efetivos da(s) alimentação(ões), ou intertravamentos elétricos ou mecânicos, incluindo fontes auxiliares, como geradores de emergência, fontes alternativas de energia e energia armazenada;
- d) nível de energia incidente do arco elétrico para cada situação operacional do sistema;

- e) tensão, capacidade de ruptura e corrente nominal dos dispositivos de proteção;
- f) filosofia do sistema de aterramento adotado;
- g) identificação dos dispositivos e unidades funcionais;
- h) identificação dos circuitos elétricos

Convém que o diagrama unifilar ou multifilar seja elaborado para cada local, sistema elétrico ou equipamento, e esteja acessível a todos os envolvidos no local de serviço.

Convém que o diagrama unifilar ou multifilar contenha informações atualizadas, legíveis, objetivas e relevantes para a segurança das pessoas para a realização dos serviços.

É recomendado que as identificações dos dispositivos e unidades funcionais sejam idênticas em todos os documentos constantes nesta subseção.

#### **4.7.3 Desenhos da instalação**

É recomendado que as instalações elétricas sejam documentadas pelos desenhos de instalação indicados a seguir, quando aplicáveis:

- a) desenho da planta contendo a configuração do sistema de aterramento e equipotencialização para proteção dos trabalhadores, pessoas e instalações;
- b) plantas da classificação de áreas, incluindo planta baixa e cortes, quando aplicáveis;
- c) desenho da instalação subterrânea ou enterrada;
- d) desenho do sistema de combate a incêndio;
- e) desenho das instalações elétricas aéreas;
- f) arranjo dos equipamentos e desenho de distribuição do sistema elétrico como: salas e encaminhamento de cabos elétricos, incluindo rotas de fugas e iluminação de emergência;
- g) desenhos do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA).

#### **4.7.4 Estudos e especificação do sistema elétrico**

- a) estudo de curto-circuito;
- b) estudo de coordenação e seletividade;
- c) estudo da energia incidente do arco elétrico;
- d) estudo de classificação de áreas, quando aplicável;
- e) especificação das medidas e meios de proteção contra choques elétricos e arco elétrico;
- f) especificação das medidas e meios de proteção contra incêndios ou outros riscos adicionais de origem elétrica;
- g) especificação do PDA;

- h) especificação dos requisitos de segurança dos equipamentos elétricos;
- i) estudo de coordenação de isolamento;
- j) especificação do sistema de aterramento, com informações de tensão de passo e toque, e dos pontos de conexão dos aterramentos temporários.

#### **4.7.5 Documentos e registros**

Registro de inspeção e ensaios, como, por exemplo:

- a) relatório de vistoria e inspeção do PDA;
- b) relatório de ensaio dos dispositivos de proteção do sistema elétrico;
- c) relatório de ensaio do dispositivo diferencial residual;
- d) relatório de ensaio dos equipamentos e ferramentas portáteis;
- e) relatório de ensaios e certificados dos EPI;
- f) relatório do sistema de aterramento, equipotencialização e potenciais permissíveis.

#### **4.7.6 Outros documentos**

- a) manual descritivo de operação dos equipamentos: convém que o manual descritivo de operações contenha todas as situações operacionais possíveis e indicações de seccionamento efetivo da(s) fonte(s) de alimentação de energia, ou intertravamento eletromecânico ou mecânico, incluindo geradores de emergência, fontes alternativas e energia armazenada. Recomenda-se que o manual contenha as informações da origem das fontes de alimentação e pontos de seccionamento, para que possa ser identificado fácil e rapidamente o fluxo de energia no local de serviço;
- b) certificados de conformidade dos equipamentos Ex destinados a aplicação em áreas classificadas;
- c) folha de dados e informações pertinentes de segurança dos equipamentos elétricos;
- d) lista de cabos com informações técnicas, como isolação, nível de tensão, antichama, atóxica etc.;
- e) cálculo de dimensionamento dos cabos;
- f) estudo luminotécnico;
- g) planta de localização dos equipamentos específicos de combate a incêndio de origem elétrica;
- h) desenho em planta da sinalização de segurança elétrica e zonas de segurança;
- i) descrição do sistema de identificação de circuitos elétricos e equipamentos, incluindo dispositivos de manobra, controle, de proteção, intertravamentos eletromecânico ou mecânico, dos condutores e os próprios equipamentos e estruturas, definindo como estas indicações necessitam ser aplicadas fisicamente nos componentes das instalações.

**NOTA** Para os casos de instalações elétricas de baixa complexidade, ligados à baixa tensão, podem não ser necessário alguns documentos elencados. Neste caso, convém justificar o motivo deste documento não ser necessário, de forma formal, por um profissional legalmente habilitado.

#### 4.7.7 Sinalização e advertência

Para a realização de qualquer serviço com eletricidade ou para operação do sistema elétrico, convém adotar a sinalização destinada à advertência e à identificação dos riscos existentes.

Recomenda-se que a sinalização seja adequada de acordo com o projeto e com a análise de risco.

Convém que o documento de sinalização contenha, no mínimo:

- delimitação da área de serviço e impedimento de acesso;
- impedimento de energização, reenergização ou operação do equipamento de manobra e comando;
- delimitação da área de circulação de veículos e de movimentação de cargas, considerando a altura de cabos aéreos;
- identificação do responsável pelo serviço;
- informação sobre a existência de áreas classificadas, quando aplicáveis.

Recomenda-se que as instalações elétricas possuam sinalização e advertência fixas e permanentes nos equipamentos, informando os riscos existentes e:

- nível de tensão;
  - nível de energia incidente do arco elétrico e respectiva distância de aproximação segura;
  - pontos de seccionamento de energia para segurança;
  - pontos com fontes de energia múltipla;
  - identificação das fontes de alimentação de energia;
  - identificação dos circuitos elétricos;
- a) EPI e EPC necessário para operação do equipamento.

## 5 Procedimento padrão

### 5.1 Geral

Convém que antes de cada serviço seja realizado, como procedimento-padrão, uma avaliação prévia dos serviços, sob o ponto de vista de segurança, em que os trabalhadores envolvidos na atividade possam expor suas percepções e observações de segurança ao responsável pelo serviço. Recomenda-se que o responsável pelo serviço analise e esclareça os pontos críticos, problemas e soluções com a equipe e, se necessário, consulte o responsável pela instalação para revisar o procedimento.

Convém que todos os procedimentos sejam elaborados mediante análise de riscos do sistema elétrico com participação conjunta dos trabalhadores que efetivamente administram os programas de segurança da organização, as que têm como responsabilidade a operação do sistema elétrico e aqueles que têm a responsabilidade na execução dos serviços.

Convém que os procedimentos sejam avaliados regularmente, buscando a melhoria contínua e visando a segurança dos trabalhadores e das instalações.

Para os estudos de análise de riscos, convém que sejam utilizadas as ferramentas mais adequadas para cada situação do serviço e complexidade da instalação. É recomendado que seja utilizada a ferramenta que o analista tiver maior familiaridade e experiência.

**NOTA** São ferramentas de referência para procedimentos aplicados à eletricidade as seguintes técnicas: "E se..." (*What if*), Análise de Modo de Falha e Efeitos (FMEA/AMFE), Análise de Risco de Operabilidade (HAZOP) e Análise da Árvore de Falhas (FTA/AAF).

Alguns exemplos de serviço com risco incluem, mas não se limitam a:

- a) medições, testes, ensaios de componentes elétricos e instalações elétricas;
- b) serviço nas proximidades do banco de baterias ou capacitores;
- c) abertura de porta dos conjuntos de manobra ou remoção das barreiras de proteção;
- d) remoção e inserção de fusíveis;
- e) perfuração, escavação ou penetração de paredes, pisos e forros;
- f) lançamento de cabos em leitos, canaletas ou envelopes;
- g) instalação de desvios (*jumper*);
- h) instalação e remoção dos dispositivos de aterramento;
- i) operação de chaves, disjuntores e interruptores;
- j) remoção e inserção de unidades funcionais e disjuntores em equipamentos;
- k) serviço de desmontagem e remoção ou rearranjo da instalação elétrica;
- l) atividades de comissionamento e partida.

Convém que todas as atividades e serviços em equipamentos ou no sistema elétrico sejam com base em procedimentos de segurança para realização do serviço, além dos procedimentos técnicos do serviço. Os procedimentos de segurança necessitam ser elaborados mediante análise dos riscos de eletricidade que possam estar presentes, e para cada risco indicar as melhores medidas de controle para eliminar estes riscos.

**NOTA** O procedimento de serviço necessita conter as atividades passo a passo, e convém que para cada atividade técnica contemple as medidas de segurança adotadas, quando houver risco envolvido na atividade.

As medidas de controle podem ser de caráter administrativo (como desenergização total da unidade) ou por meio das proteções físicas das partes energizadas, como a proteção contra eventual queda de materiais condutores que possam provocar arcos elétricos. Os EPI não podem ser considerados como medida de controle dos riscos, mas como a última proteção no caso da falha das medidas de controle de risco.

O responsável pelo serviço necessita verificar se todos os instrumentos de medição e verificação, bem como ferramentas, estejam de acordo com os requisitos de segurança.

## 5.2 Riscos com eletricidade a serem considerados

Na análise de riscos para realização de serviço em equipamentos, circuitos ou instalações elétricas, convém considerar no mínimo:

- a) choque elétrico;
- b) arco elétrico;
- c) incêndio;
- d) explosão;
- e) eletrostática;
- f) continuidade elétrica;
- g) campo eletromagnético;
- h) barreiras de isolamento;
- i) tensão de passo.

## 5.3 Procedimentos administrativos

Convém que a empresa possua padrões, normas ou procedimentos elétricos que estabeleçam claramente a política de administração dos riscos elétricos no projeto, construção e montagem, operação e manutenção, até a sua total desativação. Recomenda-se que este procedimento defina as atribuições e responsabilidades dentro da organização, qualificação dos profissionais e sistema de controle integrado ao programa de saúde e segurança do trabalho (SST) da empresa.

Convém que os documentos administrativos estabeleçam:

- a) inclusão dos requisitos de segurança no projeto, construção e montagem, manutenção e operação;
- b) as atribuições e responsabilidades das funções ou áreas nas diferentes fases de execução do serviço;
- c) requisitos para análise de riscos elétricos e medidas de controle dos riscos oriundas da análise de risco indicada no procedimento de segurança;
- d) controle e administração das documentações e procedimentos de segurança, incluindo autorização, aprovação dos procedimentos, ciclo de revisão dos procedimentos e ciclo de inspeções periódicas;
- e) realização de auditorias, investigação e análise de incidentes e acidentes;
- f) critério de segurança nos contratos das empresas prestadoras de serviços e compra de equipamentos, incluindo equipamentos e ferramentas de ensaios elétricos;
- g) requisitos de treinamento e atualizações dos recursos humanos;
- h) relação de profissionais autorizados para exercer atividades em eletricidade.

Recomenda-se que a organização possua um procedimento administrativo que exija a permissão de trabalho e planos de trabalho para todas as intervenções. Convém que a permissão de trabalho seja elaborada pelo responsável pela execução do serviço e aprovada pelo profissional habilitado e autorizado pela organização após análise minuciosa das condições do local e dos riscos presentes.

Somente o responsável pela instalação pode dar a permissão de trabalho para realizar os serviços e dar o aceite final de conclusão do serviço após a verificação da atividade executada, observando se está conforme o projeto ou dentro das condições de segurança para operação. Convém que a permissão e a aceitação sejam formais, por escrito. Recomenda-se que este procedimento seja seguido igualmente no caso de uma interrupção do serviço e do término dos serviços.

Convém que na permissão de trabalho conste a data de validade, os riscos envolvidos e reconhecidos, levantados por meio da análise de risco elétrico para o serviço, e, para cada risco, as respectivas medidas de controle adotadas.

Os serviços podem ser divididos em tarefas individuais para facilitar a identificação dos riscos envolvidos em cada atividade, e convém que seja emitida uma permissão para cada tarefa.

Recomenda-se que a organização estabeleça e conduza auditorias e inspeções regulares para identificar eventuais desvios em relação aos procedimentos estabelecidos, e adote medidas para corrigir os desvios.

#### **5.4 Procedimentos de segurança para operação do sistema elétrico**

As operações (manobras) do sistema elétrico são ações que alteram ou modificam o estado ou condição da instalação e do fluxo de energia elétrica de uma instalação elétrica, por meio de equipamentos projetados e instalados para este fim (por exemplo, ligar ou desligar um disjuntor, abrir ou fechar uma chave seccionadora). As operações podem ser realizadas localmente ou por controle a distância.

Existem dois tipos de operação do sistema elétrico:

- a) Operação com a finalidade de alterar ou modificar o estado elétrico de um sistema elétrico para utilizar um equipamento e para energizar ou desenergizar equipamentos que necessitem de energia elétrica e que sejam projetados para certa finalidade sem que esta alteração ou modificação do estado apresente riscos às pessoas, trabalhadores ou instalação. Esta alteração ou modificação do estado elétrico é realizada mantendo a proteção original do equipamento conforme projetado para esta finalidade (normalmente não são necessárias intervenção na instalação e remoção das barreiras físicas de proteção);
- b) operação de desconectar ou reconectar as instalações para realizar serviços, por exemplo, remoção de disjuntor ou outro dispositivo para desconectar com barramento principal, desconectar cabos de modo a impedir o fluxo de energia elétrica (normalmente necessita de intervenção na instalação e remoção das barreiras físicas de proteção).

Convém que as operações (manobras) de equipamentos elétricos sejam realizadas por profissionais capacitados ou qualificados e autorizados em equipamentos elétricos em condição normal de operação e com as características de proteção elétrica e mecânica original do equipamento. Recomenda-se que qualquer operação seja considerada como operação que envolve riscos.

Convém que as operações de energização dos equipamentos ou instalações elétricas, após a intervenção no equipamento, para manutenção ou colocação em operação pela primeira vez, sejam realizadas somente após a revisão de segurança de pré-energização pelo responsável pela instalação. Significa que foi considerada segura para operação e confirmado que a intervenção foi executada conforme o projeto previamente aprovado.

Quando ocorrer a desenergização de um equipamento elétrico para intervenção, convém assegurar que o seccionamento de todas as fases seja efetivo, por meio da verificação da ausência de tensão do lado de saída do dispositivo de seccionamento. Convém que este dispositivo de seccionamento seja bloqueado e todas as fases curto-circuitadas e aterradas para impedir eventual energização indevida. Recomenda-se que o bloqueio seja sinalizado e que conste as informações do responsável pelo bloqueio. Somente o responsável pelo bloqueio pode removê-lo, não sendo permitida a transferência desta ação.

Convém que em serviços que envolvam vários trabalhadores, pessoas ou atividades, sejam implementados múltiplos bloqueios e o impedimento de energização ser realizado por um sistema que realize o aterramento de todas as fases do sistema em um único ponto, de tal forma que, quando energizado indevidamente o aterramento não permita que a energização exponha as pessoas e os trabalhadores ao risco elétrico. Convém que o dispositivo de aterramento possua o menor comprimento possível para evitar eventuais movimentos provocados por forças eletromagnéticas ('chicoteios') se ocorrer uma energização indevida.

Convém que os padrões, procedimentos, instruções e práticas busquem a eliminação dos riscos de lesões às pessoas, trabalhadores, interrupção do fornecimento de energia à operação e às instalações. Convém que estes documentos abordem os seguintes itens, quando aplicável:

- a) sequências de chaveamento lógico por meio de intertravamento mecânico para minimizar o risco de exposição a arcos elétricos;
- b) técnicas para identificar e comunicar de maneira eficaz as zonas de trabalho seguro nos equipamentos;
- c) atualizações de estudos do sistema como, análise de risco de formação de arco elétrico, coordenação da proteção e outros considerados adequados ou necessários;
- d) os estudos sejam reavaliados toda vez que houver mudança ou alteração no sistema elétrico e substituição de tecnologias de proteção, e estas mudanças ou alterações sejam refletidas nos documentos e procedimentos. Caso nenhuma alteração ocorra no sistema elétrico, convém que o estudo seja reavaliado pelo menos a cada cinco anos;
- e) plano operacional alternativo para sistema de energia elétrica no caso de condição climática severa;
- f) plano de gerenciamento para a instalação de geradores temporários.

Convém que as operações de conexão ou desconexão antes e após a intervenção – serviços em instalação desenergizada – sejam realizadas por profissional devidamente capacitado ou qualificado e autorizado conforme definido na legislação brasileira e detalhado nos procedimentos administrativos.

Convém que os procedimentos estabeleçam e indiquem os meios para interromper o fluxo de energia elétrica a equipamentos em situações de emergência, incluindo fluxo de fontes alternativas, por meio de seccionamento local ou remoto.

É recomendado que somente pessoas autorizadas realizem as operações de emergência em instalações elétricas.

Se em uma instalação elétrica de baixa tensão ocorrer uma falha de uma fase para terra e não for isolada automaticamente pela proteção, é necessário que seja sinalizado a falha e localizada o mais rápido possível para evitar a propagação da falha em outra fase, cujas consequências podem ser

críticas. Convém que estas medidas de segurança sejam adotadas para a proteção e segurança das pessoas e trabalhadores.

**NOTA** As medidas adequadas a serem adotadas dependem da tecnologia utilizada e do projeto da instalação. Em instalações elétricas com utilização do sistema de aterramento do neutro por impedância para redução da corrente para terra e energia do arco elétrico, a corrente de uma fase para a terra pode não ser suficiente para atuação da proteção. Neste caso, é recomendado que sejam previstos meios para localizar e sinalizar a falha.

## **5.5 Verificações de funcionamento**

### **5.5.1 Medições elétricas**

É recomendado que somente pessoas qualificadas e autorizadas ou pessoas capacitadas e autorizadas sob supervisão de uma pessoa habilitada realizem medições. Convém que o trabalhador tenha conhecimento dos riscos envolvidos em serviços de medição e ser devidamente treinado para operação dos instrumentos.

Para realizar medições em instalações elétricas, convém que sejam utilizados instrumentos de medição apropriados para a respectiva grandeza e protegidos contra transientes, sobretensão, curto-circuito por meio de fusível de alta energia e contato inadvertido nas partes energizadas. Convém que estes instrumentos sejam verificados quanto ao correto funcionamento antes e depois da medição em uma fonte conhecida.

Para realizar medições em elementos energizados, convém utilizar equipamentos de proteção individual, e convém que sejam adotadas as devidas medidas de precaução contra contatos acidentais, choque elétrico, efeitos eletromecânicos de curto-circuito e de arco elétrico. A especificação do EPI necessita ser estabelecida em função do nível de tensão, efeitos mecânicos e energia incidente do arco elétrico, e estar definido nos procedimentos.

Convém que sejam aplicados os procedimentos para os trabalhos desenergizados (ver 6.2), para os trabalhos energizados (ver 6.3) ou para os trabalhos na proximidade de elementos energizados (ver 6.4), conforme cada situação.

### **5.5.2 Ensaios elétricos**

Os ensaios incluem todas as atividades e serviços para verificar o funcionamento, estado elétrico, mecânico ou térmico, integridade dos componentes e equipamentos de uma instalação elétrica. Os ensaios também incluem as atividades destinadas a comprovar a eficácia, por exemplo, das proteções elétricas e dos circuitos de segurança. Convém que os ensaios sejam realizados por pessoas qualificadas e autorizadas, ou por pessoas capacitadas sob o controle e a supervisão de uma pessoa habilitada e autorizada.

Convém que os ensaios em uma instalação desenergizada sejam realizados de acordo com os procedimentos para os serviços desenergizados. Quando for necessário abrir ou retirar os dispositivos de aterramento temporário. Convém que sejam adotadas as medidas de controle necessárias para evitar a realimentação da instalação através de qualquer outra fonte de alimentação possível. Isto é necessário para prevenir o risco de energização indevida e para evitar eventual choque elétrico para o pessoal envolvido.

Quando os ensaios forem realizados utilizando a fonte de alimentação normal da instalação, convém que sejam aplicadas as recomendações indicadas em 6.2 a 6.4.

Quando os ensaios forem realizados utilizando a fonte de alimentação externa, é necessário adotar medidas de proteção para assegurar que:

- a) todos os operadores e usuários sejam notificados que existe uma fonte externa de alimentação na instalação sob ensaio;
- b) instalação esteja isolada de todas as fontes normais de alimentação (ver 6.2.1);
- c) instalação não possa ser energizada por qualquer outra fonte de alimentação além daquela fonte externa;
- d) sejam adotadas medidas de proteção contra os riscos elétricos para as pessoas e trabalhadores envolvidos na realização dos ensaios;
- e) área em que se realiza o ensaio esteja devidamente sinalizada e isolada, para evitar presença de pessoas não autorizadas;
- f) sejam identificados todos os pontos de eventual transferência de tensão de ensaio, por exemplo, a extremidade de um cabo sob ensaio;
- g) pontos de seccionamento tenham características de isolamento suficiente para que o seccionamento resista à aplicação da tensão de ensaio no lado desenergizado e à tensão de operação do outro lado energizado, ambos existentes simultaneamente.

Alguns tipos especiais de ensaios elétricos, por exemplo, em laboratórios de alta-tensão, onde há partes com tensão expostas, convém que sejam realizados por pessoa qualificada que tenha recebido uma formação especializada e autorizada para a realização do ensaio. Se for necessário, convém que sejam adotadas medidas de proteção complementares (ver Seção 6).

### 5.5.3 Instrumentos para ensaios e testes

Convém que todos os instrumentos para ensaio e testes:

- a) estejam de acordo com IEC 61010-1, Categoria III de proteção contra sobre tensão (mínimo), sejam ensaiados e certificado por organismo acreditado. Esta prática pode ser crítica na prevenção de acidentes com arco elétrico provocada pela falha interna do instrumento, que pode ser provocada por um transiente de tensão;
- b) tenham proteção contra falhas com contenção interna, como fusível interno limitador de corrente e suas pontas de prova protegidas (fusíveis ou resistores de alta energia);
- c) tenham nas pontas de teste a redução do potencial de contatos das partes energizadas quando realizarem as medições, por exemplo, pontas com proteção isolante retrátil, mantendo somente o necessário para contato.

Quando as pontas de teste ou cabos de conexão forem removíveis do instrumento, convém que os seguintes cuidados adicionais sejam adotados para evitar eventual contato com a outra extremidade:

- a) que as características de proteção das pontas e cabos sejam mantidas;
- b) as pontas de teste e cabos sejam originais do fabricante do instrumento;
- c) que a característica de proteção de falha do instrumento de ensaio como um conjunto não seja alterada.

Quando forem utilizadas pontas de prova tipo "jacaré", convém que sejam adotadas medidas de controle para assegurar que a isolamento seja suficiente para a tensão e a parte de contato condutora totalmente protegida contra contato acidental. Quando utilizado este tipo de pontas de teste por longo período de tempo (por exemplo, para, monitoramento de tensão), convém que seja avaliado se o conjunto é para utilização contínua.

#### 5.5.4 Inspeções e vistorias

O objetivo das inspeções e vistorias é assegurar que uma instalação elétrica está em conformidade com os regulamentos de segurança e requisitos técnicos especificados nas normas aplicáveis e nos requisitos previstos no projeto.

Distinguem-se as vistorias e inspeções pelos seguintes termos e definições:

- a) vistoria – é a constatação de um fato, mediante exame circunstanciado e descrição minuciosa dos elementos que o constituem, sem a indagação das causas que o motivaram. Pode ser realizada por profissional qualificado e autorizado, ou profissional capacitado autorizado com supervisão de um profissional habilitado e autorizado;
- b) inspeção – possui a mesma definição anterior, incluída identificação de anomalias, falhas, testes, medições, ensaios, análise de documentos técnicos e auditorias, com orientações para melhorias e ajustes de procedimentos. Recomenda-se que seja realizada por profissional habilitado.

Convém que os ensaios em uma instalação desenergizada sejam realizados de acordo com os procedimentos para os serviços desenergizados. Quando for necessário interromper ou extrair os dispositivos de aterramento temporário, convém que sejam adotadas as medidas de controle necessárias para evitar a realimentação da instalação por meio de qualquer outra fonte de alimentação possível. Isto é necessário para prevenir o risco de energização indevida e para evitar eventual choque elétrico para o pessoal envolvido.

As vistorias e inspeções podem incluir as seguintes etapas:

- a) vistorias:
  - verificação visual e utilização de lista de verificação (*check-list*);
- b) inspeções:
  - inspeções completas ou parciais das instalações;
  - auditorias com fins específicos de avaliação da conformidade legal (como concessionárias, normas de órgãos de fiscalização regulamentadores e Corpo de Bombeiros) ou sob escopo específico do proprietário das instalações;
  - medições ou ensaios

Convém que as vistorias e inspeções sejam realizadas utilizando desenhos, documentos e registros do sistema elétrico.

Recomenda-se que defeitos sejam corrigidos imediatamente, ou as partes defeituosas desconectadas imediatamente, assegurando o bloqueio contra energização não planejada.

Convém que as vistorias e inspeções sejam realizadas por pessoa autorizada com experiência na realização desta atividade em instalações similares. Recomenda-se que as inspeções sejam

realizadas com equipamentos e instrumentos adequados, incluindo EPI, de forma que seja possível evitar o risco, considerando as limitações impostas pela presença de partes acessíveis com tensão.

Convém que os resultados das inspeções e vistorias sejam formalmente registrados, indicando as não conformidades e desvios encontrados, citando as respectivas referências. Exemplos de referências são as normas técnicas aplicáveis ao equipamento e instalação, procedimentos de segurança preestabelecidos e critérios de projeto contido no prontuário. Quando necessário, convém que sejam adotadas ações corretivas correspondentes e os resultados registrados por profissionais habilitados.

Convém que o responsável pela instalação classifique os riscos e as suas consequências, bem como especifique a ordem de prioridade para intervenção e correção das não conformidades.

Convém que a inspeção indique explícita e objetivamente todas as áreas visitadas, a abrangência da inspeção e limitações de escopo. Convém que não seja negligenciado o caráter pericial da atividade de inspeção, e convém que seja entendido as questões legais envolvidas.

## **6 Procedimento de serviço**

### **6.1 Generalidades**

Antes de iniciar qualquer intervenção em uma instalação elétrica, convém que seja planejada considerando todos os riscos envolvidos mediante análise de risco.

Convém que o responsável pela instalação e o responsável pelo serviço a ser realizado assegurem que sejam fornecidas as instruções específicas e detalhadas para todos os envolvidos. Convém que as orientações sejam fornecidas antes do início da atividade, compreendidas e aceitas por todos, incluindo a brigada de emergência e o pessoal de prontidão.

Antes do início do serviço, o responsável por este serviço é necessário informar ao responsável pela instalação, a natureza, o local e os impactos sobre a instalação elétrica devido aos serviços realizados. Recomenda-se que esta informação seja formal, principalmente quando os serviços envolverem diferentes atividades com participação de vários trabalhadores.

Convém que somente o responsável pela instalação forneça a permissão para o início dos serviços. Recomenda-se que este procedimento seja adotado nos casos de interrupção do serviço, por qualquer motivo, e no seu término.

Os procedimentos de serviço compreendem três situações distintas:

- a) com instalação desenergizada (ver 6.2);
- b) com instalação energizada (ver 6.3);
- c) nas proximidades de elementos energizados (ver 6.4).

Convém que todos estes procedimentos sejam com base na aplicação de medidas de proteção contra os efeitos de choque elétrico ou os efeitos eletrodinâmicos de curto-circuito e de arco elétrico.

Quando não puderem ser totalmente respeitados os requisitos de serviços com instalação desenergizada ou em serviços nas proximidades de elementos energizados, então convém que sejam atendidos os requisitos de serviços com instalação energizada.

Convém que o isolamento das partes energizadas contra contatos inadvertidos para a realização dos serviços seja assegurado pela instalação de barreiras de materiais dielétricos (isolantes) sólidos, com nível de isolamento de acordo com a tensão envolvida e grau de proteção mínimo IP 4X da ABNT NBR IEC 60529, ou pela manutenção de uma distância de separação no ar (isolação). Convém que estas distâncias sejam consideradas com os membros totalmente estendidos acrescidos do comprimento da ferramenta condutora. (Ver Anexo A)

### **6.1.1 Indução eletromagnética**

Os condutores ou partes condutoras previstas como "sem tensão" nas proximidades de elementos com tensão podem estar sob influência da indução eletromagnética. Convém que sejam adotadas medidas específicas para os serviços em sistemas elétricos influenciados pela indução. Isto é especialmente aplicável para serviços em linhas elétricas aéreas ou em leitos de cabos onde existam circuitos de alta corrente junto aos cabos dos demais circuitos. Estas medidas podem ser:

- a) aterrar os condutores a intervalos adequados para reduzir o potencial entre condutores e terra a um nível de tensão segura;
- b) equipotencializar ou blindar o local de serviço, para evitar a possibilidade de que o trabalhador seja parte do laço indutivo.

NOTA Quando esta prática for inviável, como, por exemplo, em linhas de transmissão, é recomendado realizar uma análise de risco e planejar a atividade como um trabalho energizado ou trabalho ao potencial.

### **6.1.2 Condições atmosféricas**

Convém que sejam indicadas restrições para iniciar ou continuar os serviços quando existirem condições atmosféricas adversas, por exemplo, descargas atmosféricas, tempestades, neblina e ventos fortes.

Quando ocorrer formação de descargas atmosféricas ou em caso de iminente aproximação de ventos fortes acompanhada por descargas atmosféricas, é recomendado que o serviço em condutores expostos das instalações elétricas, equipamentos ou aparelhos diretamente conectados a estes condutores sejam interrompidos imediatamente, de modo a prevenir quaisquer riscos, e convém que o responsável pela instalação seja notificado. Isto é aplicável também às medições elétricas, quando estas estiverem sendo realizadas em instalações internas conectadas diretamente à rede externa, pois estão sujeitas às sobretensões e surtos transferidos pela rede.

Convém que quando ocorrer baixa visibilidade no local de serviço, a atividade não seja iniciada e seja suspenso qualquer serviço em andamento, colocando o local de serviço e a instalação sob condições seguras.

## **6.2 Serviços em instalações desenergizadas (zona livre)**

Para realizar serviços em instalações desenergizadas, é recomendado assegurar que a instalação elétrica do local de serviço esteja sem tensão e se mantenha sem energia durante a realização do serviço. Isto vai exigir a identificação clara e a delimitação elétrica precisa do local de serviço que sofrerá intervenção. Depois de identificadas as respectivas instalações elétricas, convém que sejam aplicadas as seguintes recomendações, seguindo a ordem especificada, a menos que ocorram razões específicas para realizar de outra forma:

- a) desconectar completamente a instalação da sua fonte (seccionamento);

- b) assegurar contra a possível reenergização (impedimento de reenergização);
- c) confirmar e verificar que a instalação está desenergizada (constatação da ausência de tensão);
- d) aterrar o sistema (instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos);
- e) proteger contra as partes próximas energizadas (proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada);
- f) instalar sinalização de impedimento de reenergização.

Convém que a permissão para iniciar o serviço desenergizado seja autorizada pelo responsável pela instalação elétrica para o responsável pelo serviço. Convém que todos os trabalhadores que participam do serviço sejam autorizados pela empresa contratante e pela prestadora do serviço.

#### **6.2.1 Desconectar completamente a instalação da sua fonte (seccionamento)**

Recomenda-se que a parte da instalação ou equipamento em que vai ser realizado o serviço esteja desconectada de todas as fontes de alimentação, incluindo fontes de emergência e fontes alternativas por meios ou dispositivos de seccionamento efetivo de todas as fases. Convém que a desconexão seja assegurada por uma distância no ar (isolação) ou um isolamento de eficácia equivalente que assegure que o ponto de seccionamento não provoque falha elétrica.

Convém que o acionamento do dispositivo de seccionamento seja realizado mantendo a integridade original do equipamento onde está localizado o dispositivo e ser executado por pessoas qualificadas e autorizadas.

Convém que os pontos de seccionamento estejam identificados nos documentos de projeto e nos próprios pontos da instalação.

#### **6.2.2 Assegurar contra a possível reenergização (impedimento de reenergização)**

É recomendado que todo dispositivo de seccionamento utilizado para desconectar completamente a instalação elétrica no local de serviço tenha dispositivos contra a possibilidade de energização, preferencialmente por bloqueio físico do mecanismo de operação.

Em caso de ausência de dispositivos de bloqueio físicos de operação contra energização, convém adotar dispositivos ou meios equivalentes de impedimento, de acordo com a prática estabelecida, por exemplo, extração do dispositivo de seccionamento móvel e retirada dos fusíveis da sua base, com bloqueio mecânico para impedir a inserção inadvertida.

Quando for necessária uma fonte de energia auxiliar para a operação do dispositivo de manobra, convém que esta fonte de energia seja desativada e impedida de ativação até o término do serviço. Convém que sejam colocadas sinalizações de aviso, de forma a prevenir qualquer interferência (por exemplo, realimentação acidental).

Quando forem utilizados dispositivos de controle remoto para proteção contra uma energização, convém impedir a manobra local destes dispositivos. Convém que todos os sistemas de sinalização e de localização elétricos utilizados para este fim sejam confiáveis. Recomenda-se que os dispositivos de comando de operação (liga/desliga) do circuito de comando não sejam utilizados como meio de impedimento de energização.

Recomenda-se que as partes da instalação elétrica que ainda permaneçam com carga depois da separação completa da instalação e depois de aplicadas as medidas assegurando contra a reenergização, por exemplo, capacitores e cabos, sejam descarregadas, utilizando dispositivos adequados.

### **6.2.3 Confirmar e verificar que a instalação está desenergizada (constatação da ausência de tensão)**

#### **6.2.3.1 Generalidade**

É recomendado que a ausência de tensão seja confirmada em todos os condutores ativos da instalação elétrica no local mais perto possível de onde vai ser executado o serviço. Recomenda-se que a confirmação da ausência de tensão seja por meio do sistema de indicação de tensão incorporado nos equipamentos ou por meio de instrumentos de medição ou detecção de tensão independentes, com contato ou sem contato direto com condutores.

Convém que nos casos da utilização do instrumento incorporado no equipamento, antes da desenergização seja confirmado que este está indicando a presença de tensão e, após desenergização, que este não tem indicação.

Recomenda-se que os instrumentos independentes sejam verificados quanto ao seu perfeito funcionamento imediatamente antes da desenergização em uma fonte de tensão conhecida, e logo após a sua utilização.

Procedimento de constatação de ausência de tensão:

1º. Passo: Testar o instrumento em ponto conhecido de tensão. Objetivo: Confirmar que o instrumento esteja funcionando;

2º. Passo: Testar o ponto de interesse. Objetivo: identificar a ausência de tensão;

3º. Passo: Testar o instrumento novamente em ponto conhecido de tensão. Objetivo: Confirmar se o instrumento continua em funcionamento, e por este motivo, confirmar a ausência de tensão.

NOTA 1 Na verificação da ausência de tensão, é recomendado incluir condutores de proteção (PE) e neutro (N), pois eles podem conter tensões induzidas ou provocadas pelas correntes parasitas em nível de tensão perigosa.

NOTA 2 Convém que atenção especial seja adotada em terminais de geradores, pois, mesmo sem excitação eles podem induzir tensões perigosas nos terminais devido à permanência de campo remanescente no rotor e energia elétrica acumulada.

No caso de cabos elétricos isolados, quando não puder ser identificado o estado “desenergizado” com exatidão no local de serviço, convém adotar outros meios de proteção, para garantir a segurança de acordo com as práticas locais vigentes. Estas podem incluir a utilização de dispositivo de perfuração da isolação do cabo no local onde será executado o serviço, como emenda e reparo da isolação, antes de qualquer intervenção. Quando utilizada esta prática, convém que a perfuração seja controlada remotamente.

NOTA 3 A prática de perfuração da isolação normalmente é utilizada em cabos isolados subterrâneos, quando é difícil identificar se o cabo está desenergizado, utilizando uma ferramenta conhecida como “*Cable spiking tools*” controlada remotamente.

Quando da utilização das chaves de aterramento controladas remotamente para verificar se a instalação está sem tensão, é recomendado que a posição da chave seja sinalizada de forma confiável pelo sistema de controle remoto.

É recomendado que os profissionais de elétrica, instrumentação e automação envolvidos nas atividades industriais portem permanentemente medidores de detecção portáteis de baixa-tensão, também conhecidos como "caneta de detecção de baixa tensão portátil". O objetivo não é medir a tensão, principalmente para os profissionais que atuam em média e alta-tensão, e sim possuir um mecanismo de alerta, por meio de alarme sonoro, da aproximação do campo elétrico de equipamentos e sistemas elétricos energizados.

**NOTA** Antes da realização de qualquer atividade convém verificar se esta caneta de detecção (para alarme de presença de campo elétrico) está operacional, através de teste de funcionalidade, utilizando o procedimento de constatação de ausência de tensão (medir um ponto de baixa-tensão energizado, em seguida um ponto desenergizado e novamente um ponto energizado.).

Aterrar o sistema colocando em curto-circuito (instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores do circuito)

O aterramento temporário tem por finalidade proteger contra eventual energização acidental do circuito ou do equipamento sob intervenção propiciando rápida atuação do sistema automático de seccionamento ou proteção contra descargas atmosféricas que possam interagir ao longo do circuito em intervenção.

Algumas possibilidades de energização acidental, não limitando a estas, podem ser utilizadas por:

- a) erros em manobra;
- b) contato acidental com outros circuitos energizados, situados ao longo do circuito sob intervenção;
- c) tensões induzidas por linhas adjacentes ou que cruzam a rede;
- d) fontes de alimentação de terceiros (geradores);
- e) descargas atmosféricas sobre linhas aéreas;
- f) cargas capacitivas ou armazenadas.

Convém que o aterramento temporário seja realizado em todos os circuitos (condutores) em intervenção, o que consiste em colocar em curto-circuito todas as fases e conectar ao ponto de aterramento confiável, estabelecendo a equipotencialidade.

Convém que este procedimento seja adotado a montante (antes) e a jusante (depois) do ponto de intervenção do circuito, salvo quando a intervenção ocorrer no final do trecho. O aterramento temporário necessita ser retirado ao final dos serviços.

#### **6.2.3.2 Local de trabalho**

No local do trabalho e em todas as instalações de alta-tensão e em algumas de baixa tensão, convém que seja instalado aterramento temporário nas respectivas partes da instalação. Convém que os equipamentos ou dispositivos de aterramento temporário sejam conectados primeiro ao ponto de aterramento e a seguir aos pontos do circuito do equipamento ou elemento a aterrar. É recomendado que os equipamentos ou dispositivos de aterramento temporário sejam visíveis do local de serviço. Se isto não for possível, é recomendado que as conexões de aterramento sejam instaladas o mais perto possível do local de trabalho e sinalizadas.

Nas subestações, por ocasião da manutenção dos componentes, Convém que os componentes do aterramento temporário sejam conectados à malha de aterramento fixa já existente.

Se no decorrer dos serviços tiver que interromper ou emendar condutores e se houver risco de existir diferença de potencial na instalação, é recomendado que sejam adotadas medidas de proteção apropriadas, como a conexão de equipotencialização ou aterramento, antes de se proceder ao seccionamento ou à conexão das partes destes condutores no local de trabalho.

Convém que todos os cabos e conectores de aterramento temporário e da conexão de equipotencialização utilizados sejam especificados considerando a seção suficiente para conduzir a máxima corrente de curto-circuito presumida da instalação elétrica por tempo mínimo para atuação dos dispositivos de proteção e seccionamento. Convém que o comprimento seja o menor possível, para evitar risco associado ao movimento ('chicoteio') do cabo devido à força eletrodinâmica, se ocorrer um curto-circuito e limitar a tensão para no máximo 50 V a.c.

Convém que sejam adotadas medidas de controle para assegurar que o aterramento permaneça corretamente conectado durante o tempo em que se realiza o serviço. Quando da desconexão do aterramento provisório para a realização de medições ou ensaios, convém que sejam adotadas medidas de controle suplementares ou alternativas para prevenir o risco de energização.

É recomendado que as chaves de aterramento com comando remoto para aterramento temporário de uma instalação elétrica possuam a posição da chave de aterramento facilmente identificada, sinalizada no sistema de comando remoto.

Recomenda-se a seguinte ordem de conexão do dispositivo de aterramento: primeiro conectar ao ponto de aterramento e em seguida as fases, sendo a remoção na ordem inversa.

#### **6.2.3.3 Recomendações para as instalações extrabaixa-tensão e baixa-tensão**

O aterramento temporário e a equipotencialização podem não ser necessários nas instalações de muito baixa e de baixa-tensão quando tratar de serviços em um único circuito ou componentes deste circuito, desde que seguidos os passos para serviço desenergizado.

Convém que seja realizada uma análise de risco que contemple:

- a) linhas aéreas com interferência com outras linhas ou induzidas eletricamente;
- b) sistema alimentado por um grupo gerador auxiliar.

Para intervenção em conjuntos de manobra ou mais de um circuito, quando houver várias atividades simultâneas, é recomendado que somente seja considerado que o conjunto está desenergizado se for instalado aterramento temporário no barramento principal, de preferência na entrada da alimentação.

#### **6.2.3.4 Recomendações para as instalações de alta-tensão**

Para as linhas aéreas com condutores nus, é necessário instalar o aterramento temporário a montante e a jusante do local do serviço e em todos os condutores que possam energizar o setor de trabalho. É recomendado que pelo menos um dos equipamentos ou dispositivos de aterramento temporário seja visível do local de serviço e estar o mais próximo possível do local do trabalho.

Quando não for possível visualizar o equipamento ou dispositivo de aterramento temporário nos limites do local de serviço, convém que seja colocado um equipamento ou dispositivo de aterramento local ou um dispositivo adicional de sinalização ou qualquer outra identificação equivalente.

Para as linhas aéreas isoladas, cabos ou outros condutores isolados, convém que o aterramento temporário seja instalado nas partes nuas dos pontos de separação da instalação ou o mais próximo possível a esses pontos, à jusante e à montante do local de serviço.

Convém equipotencializar a superfície da área de trabalho para a segurança dos trabalhadores.

#### **6.2.4 Proteger contra as partes próximas energizadas (proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada)**

Se houver partes de uma instalação elétrica próximas ao local de serviço que não podem ser desenergizadas, é necessário adotar medidas adicionais de proteção contra contatos antes de iniciar o serviço.

Em algumas situações pode ser tecnicamente inviável instalar o aterramento provisório nos circuitos de baixa-tensão. Nestes casos, é necessário utilizar EPI completo para proteção contra o choque elétrico e os efeitos térmicos de eventual arco elétrico ou barreiras isolantes.

Recomenda-se que as atividades em alta-tensão sejam realizadas em dupla.

#### **6.2.5 Instalação de sinalização e impedimento de reenergização**

Convém que os pontos de seccionamento contendo dispositivos de impedimento de reenergização e os dispositivos de aterramento temporário possuam sinalização visível contendo informação sobre o motivo, a data e o período previsto, o nome do responsável pelo dispositivo de impedimento e o respectivo supervisor.

Somente o responsável pelo dispositivo de impedimento pode removê-lo ao término do serviço. Quando o serviço for transferido para outra pessoa, convém que esta instale o seu próprio dispositivo de impedimento e uma nova sinalização.

NOTA 1 O dispositivo de impedimento é a proteção da pessoa que está exposta aos riscos da eventual energização, portanto, é recomendado que seja considerado como a sua salvaguarda da vida enquanto ela estiver trabalhando, e não como um sistema de gerenciamento de risco.

NOTA 2 A etiqueta de identificação do meio de impedimento e o próprio meio de impedimento são pessoais e intransferíveis.

NOTA 3 Não é recomendado que os dispositivos de impedimento, como cadeados, partilhem chave ou segredo em comum.

#### **6.2.6 Autorização para o início do serviço**

Para iniciar qualquer serviço, é conveniente ter autorização por escrito do responsável pela instalação liberando a área. Recomenda-se que a permissão para o início do serviço seja emitida somente pelo responsável pelo serviço a ser executado, e somente depois de ter colocado em prática todas as medidas de controle e liberação.

Em intervenções em sistemas elétricos, convém elaborar um documento com detalhes quanto à desenergização e instalação do aterramento temporário.

#### **6.2.7 Reenergização ao finalizar os serviços**

Convém que os todos os envolvidos sejam informados quando os serviços forem finalizados, e que não pode ser realizada mais atividade alguma no local sendo recomendável permanecerem afastados.

Convém que seja realizada a limpeza geral da área, e todas as ferramentas, equipamentos e os dispositivos utilizados no serviço sejam retirados. Convém que após a limpeza e liberação total da área, seja efetuada a inspeção dos equipamentos e do local dos serviços para confirmar se estes foram executados adequadamente. É recomendado que somente após estas etapas seja iniciado o processo de reenergização.

Convém que sejam retiradas todas as proteções dos elementos energizados da zona controlada, os equipamentos ou dispositivos de aterramento temporário, as barreiras de proteção e demais equipamentos de segurança do local de serviço. Uma vez assegurado que todos os elementos instalados para proteção foram retirados, convém proceder a retirada dos bloqueios e outros dispositivos utilizados para impedir uma eventual reenergização e por último as sinalizações e demarcação da área de segurança.

A partir do momento em que seja suprimida uma das medidas inicialmente adotadas para deixar a instalação em condições seguras para a realização dos serviços, convém considerar a parte da instalação elétrica correspondente energizada.

Quando o responsável pelo serviço estiver seguro de que a instalação elétrica está pronta para ser reenergizada, convém que o responsável pela instalação seja informado que o serviço foi finalizado e que a instalação elétrica está pronta para sua energização.

Convém que o responsável pelo serviço assegure que não existam trabalhadores na zona de risco, de choque elétrico ou efeitos térmicos de arco elétrico, no momento da reenergização.

É recomendado que o responsável pelo serviço e o responsável pela instalação realizem uma verificação e revisão geral antes da reenergização, para assegurar que a instalação pode ser energizada com segurança. Caso encontrem itens que comprometam a segurança, convém que o procedimento de segurança adotado anteriormente seja restabelecido até que os desvios sejam corrigidos antes da energização.

### **6.3 Serviços em instalações energizadas (zona de risco)**

#### **6.3.1 Generalidades**

Serviços em instalações energizadas vivas são os executados onde existem partes da instalação energizadas, sem proteção, que possibilitam contato acidental, com parte do corpo ou ferramentas.

A forma segura para intervenção em instalação elétrica é com a instalação desenergizada. Os serviços com tensão só podem ser executados quando forem esgotados todos os esforços para serviço sem tensão, e com autorização por escrito do responsável pela instalação, informando o motivo pelo qual a instalação não pode ser desenergizada,

As recomendações desta subseção não se aplicam às atividades como detecção, medição de grandezas elétricas e procura de defeitos. A execução destes serviços somente pode ser realizada por profissionais qualificados e autorizados a realizar medições, utilizando todos os EPI, inclusive contra o choque elétrico e queimaduras por arco elétrico e instrumentos de ensaios que atendam aos requisitos de 5.4.3

#### **6.3.2 Execução de serviços**

Durante a execução dos serviços em instalações energizadas, o trabalhador pode entrar em contato com partes com tensão ou adentrar na zona de risco, com parte de seu corpo, ferramentas ou equipamentos que estejam sendo utilizados.

**NOTA** Para a determinação da zona de risco, ver Anexo A.

É recomendável que o trabalhador mantenha em uma posição estável durante a execução do serviço, para permitir as duas mãos livres, inclusive para utilização das ferramentas ou instrumentos.

Convém que sejam utilizados todos os equipamentos de proteção individual previstos no procedimento elaborado para o serviço contra os riscos existentes no local do serviço.

Convém que as vestimentas de proteção sejam adequadas às condições do serviço. Para o serviço em instalação energizada, recomenda-se que sejam adotadas medidas de proteção contra o choque elétrico e efeitos térmicos do arco elétrico. Convém que seja certificada a existência de diferentes tensões presentes em torno da área de serviço.

O serviço em instalações e equipamentos energizados necessita da aplicação de procedimentos específicos. Convém que todos os trabalhadores sejam treinados e instruídos em como manter as ferramentas, equipamentos e dispositivos em boas condições e em bom estado de utilização, assim como verificar estes antes da cada utilização.

As condições ambientais, como a umidade e a pressão atmosférica, podem afetar o desempenho de algumas ferramentas e instrumentos e convém que sejam especificadas com base nestas limitações.

Recomenda-se para o serviço com eletricidade em alta-tensão ou que a análise de risco determinar que o trabalho seja realizado em dupla ou, até mesmo que um trabalhador adicional seja colocado de prontidão com função específica de segurança acompanhando o serviço.

Convém que o trabalhador de prontidão utilize os mesmos EPI que o trabalhador que estiver realizando a tarefa determinada pela análise de risco, pois em uma emergência ele pode precisar adentrar a zona de risco, por exemplo, para desligar a energia ou iniciar o processo de primeiros socorros.

As responsabilidades incluem, mas não se limitam a:

- estar ciente de todos os riscos envolvidos na tarefa;
- ser qualificado para desligar a energia do equipamento em que se está trabalhando.

É recomendado para algumas instalações, treinamento e autorização específicos para sua operação, e o trabalhador de prontidão necessita estar apto a:

- iniciar o alarme de emergência do local de serviço. É recomendado que seja especificamente revisado antes de começar a tarefa no local onde o serviço será executado;
- para realizar os primeiros socorros adequados, por exemplo, reanimação cardiopulmonar (RCP) onde houver um risco reconhecido de choque elétrico, e tratamento de queimaduras, onde houver risco de queimaduras por choque elétrico ou arco elétrico;
- saber utilizar recursos de resgate de vítima de choque elétrico, como utilização de bastão de salvamento;
- impedir que:
  - outras pessoas removam coberturas não incluídas no plano de serviço;
  - pessoas não envolvidas na tarefa ultrapassem o limite da fronteira de serviço seguro;
  - execute serviço que interfira com sua capacitação de realizar os deveres acima;
  - ser capaz de comunicar informações críticas aos primeiros que responderem à emergência.

Convém que o trabalhador de prontidão utilize os mesmos EPI's que o trabalhador que estiver realizando a tarefa, determinada pela análise de risco, pois em uma emergência, ela pode precisar entrar na zona de risco, por exemplo, para desligar a energia ou iniciar o processo de primeiros socorros.

Convém que devido às diferenças em instalações, equipamentos, tarefas e riscos, o trabalhador de prontidão receba capacitação específica conforme as características do local e das atividades programadas, sendo devidamente autorizado pelo profissional habilitado responsável pelo serviço.

Recomenda-se a realização de simulados de emergência para os cenários previsíveis de choque elétrico e arco elétrico.

### **6.3.3 Métodos de trabalho**

#### **6.3.3.1 Generalidades**

Existem três principais métodos de serviço em equipamentos e instalações energizadas, que dependem da posição da pessoa em relação às partes energizadas e das medidas de proteção utilizadas contra os choques elétricos e arcos elétricos oriundos de curto-circuito.

Para cada método, convém que sejam avaliados os demais riscos adicionais envolvidos, além de choque e arco elétrico, como trabalhos em altura e espaço confinado.

#### **6.3.3.2 Método de trabalho por distância de isolamento**

Método de serviço em equipamento ou instalação energizada, no qual a pessoa interage com a parte energizada a uma distância segura das partes energizadas, através do emprego de procedimentos, ferramentas e dispositivos isolantes apropriados.

#### **6.3.3.3 Método de trabalho por contato com luvas isolantes**

Método de serviço em equipamento ou instalação energizada, no qual a pessoa tem contato direto com as partes energizadas, mas não fica ao mesmo potencial da parte energizada, protegidas por EPI (botas, luvas e mangas isolantes) e EPC (cobertura e mantas isolantes) adequados ao nível de tensão. Para as instalações de baixa tensão, a utilização de luvas isolantes não dispensa a utilização de ferramentas manuais com isolamento adequado.

#### **6.3.3.4 Método de trabalho por mesmo nível de potencial**

Método de trabalho em que a pessoa realiza seu serviço em contato direto com parte energizada ficando ao mesmo potencial dela. Convém assegurar que o corpo inteiro do trabalhador fique no mesmo potencial com a utilização de um conjunto de vestimentas condutoras (roupas, botas, luvas, capuzes) conectados a parte energizada todo o tempo.

### **6.3.4 Trabalho de desmontagem e remoção da instalação elétrica**

Recomenda-se que qualquer remoção ou desmontagem de uma instalação elétrica seja realizada sem tensão.

A identificação, remoção e corte de condutores e cabos frequentemente envolvem riscos quanto à identificação do cabo correto a ser removido. Pode ocorrer exposição ao condutor energizado e interrupção de operações, se um circuito de controle ou de energia for danificado.

Recomenda-se que o procedimento para serviços de desmontagem e remoção de uma instalação elétrica contenha os seguintes passos:

- a) confirmar a ausência de tensão nas duas extremidades do condutor, na fonte e no destino de cada condutor;
- b) identificar cada cabo ou circuito antes que seja cortado ou removido. O método recomendado para rastrear um cabo ao longo de seu comprimento de uma fonte isolada conhecida é utilizar um laço de fio ou um nó de cabo preso frouxamente em torno do cabo na extremidade da fonte e deslizá-lo ao longo do comprimento do cabo. Um cabo sobre o leito não pode ser rastreado com as mãos ao longo do comprimento do cabo;
- c) identificar o cabo nos dois lados de uma barreira, por exemplo, passagem de uma parede ou duto, para cada circuito individual e ter uma pessoa autorizada que aprove o procedimento ou prática de identificação;
- d) avaliar o local de corte de um cabo quanto ao risco de provocar danos a outros cabos. Aterrar as ferramentas pneumáticas de corte ou ferramentas de pontear os cabos e utilizar EPI para proteger contra eventuais riscos de corte de cabo energizado;
- e) para minimizar o risco de danificar cabos adjacentes e possível exposição aos riscos elétricos, convém que um cabo inutilizado sobre um leito seja retirado, mas não é recomendado que seja cortado;
- f) quando não for possível a retirada dos cabos inutilizados sobre os leitos, estes necessitam possuir uma sinalização identificando-os como desativados, a data da desativação e o nome do responsável pela desativação. Além disso, suas extremidades necessitam ser isoladas e protegidas.

### 6.3.5 Escavações e penetrações

Antes da realização de escavações ou penetrações em pisos, tetos e paredes convém que sejam estabelecidos procedimentos para garantir a integridade das linhas elétricas. Recomenda-se que dutos, eletrodutos e cabos elétricos sejam localizados e identificados na área do serviço.

Convém que os procedimentos incluam as distâncias-limites de aproximação de linhas subterrâneas (energizadas ou desenergizadas) com métodos de escavação por meio de ferramentas portáteis e mecanizadas.

É recomendado que o serviço de escavação e penetração seja realizado com permissão, e os formulários de aprovação da permissão indiquem especificamente os riscos de linhas elétricas enterradas.

Convém que os procedimentos incluam, mas não se limite a, utilização dos desenhos atualizados mostrando cabos subterrâneos e utilização de detectores para localizar cabos antes do início das escavações ou penetrações.

### 6.3.6 Condições de serviço

De acordo com a complexidade, as condições de serviço e a condição do local definirão as regras a serem incorporadas ao procedimento. Elas estabelecem os procedimentos para a realização do serviço, considerando a preparação, as ferramentas e equipamentos específicos a serem utilizados.

As condições de serviço podem compreender um ou vários dos seguintes aspectos:

- a) descrição das relações de autoridade entre as pessoas envolvidas no serviço com tensão, identificando o responsável pela instalação e o responsável pelo serviço;

- b) medidas a serem adotadas para limitar os surtos de manobra no local de serviço, como a proibição de religamento automático dos disjuntores;
- c) determinação de distâncias de serviço dos trabalhadores e dos objetos condutores utilizados durante o serviço. Estas distâncias são com base na tensão fase-terra, mas também convém que sejam determinadas as tensões fase-fase e referidas ao nível de isolamento necessário.

### **6.3.7 Ferramentas, equipamentos e dispositivos**

Além do estabelecido em 4.6, convém que as ferramentas, equipamentos e dispositivos de segurança sejam especificados quanto às suas características elétrica e de aplicação, como tensão, isolamento, limitações e condições de trabalho.

É recomendado que nas ferramentas, equipamentos e dispositivos esteja visível e identificadas as suas características técnicas e de segurança para utilização e funcionamento.

Convém que as especificações das ferramentas, equipamentos e dispositivos possuam um prontuário ou uma "ficha técnica", incluindo informações sobre aferições e ensaios. Convém que estas fichas sejam utilizadas para verificar a adequação dos dispositivos para a utilização desejada.

### **6.3.8 Condições ambientais**

Em condições ambientais adversas, pode haver restrições para serviços em equipamentos ou instalações energizadas. Convém que estas restrições sejam com base na redução de isolamento, visibilidade e mobilidade do trabalhador.

Para os serviços na área externa, convém que sejam consideradas as diversas condições atmosféricas, como precipitações, névoa espessa, tormenta elétrica, ventos, tormenta de sal e areia e temperaturas muito baixas. Convém que os serviços com eletricidade sejam proibidos ou interrompidos em caso de chuvas fortes com descargas atmosféricas, falta de visibilidade ou quando o trabalhador não puder manipular facilmente as ferramentas. Convém que em caso de tormenta os serviços com tensão não sejam iniciados ou sejam interrompidos.

Para os serviços no interior de edifícios, não convém que estas condições atmosféricas sejam consideradas, a menos que exista a probabilidade de risco de sobre tensão que provenha da instalação externa, por meio da conexão com linhas externas, e se a iluminação na zona de serviço não for suficiente causando falta de visibilidade.

Convém que sejam considerados outros parâmetros como a altitude e poluição, particularmente no caso de serviços sobre ou em proximidade de instalações de alta-tensão que podem reduzir a qualidade de isolamento das ferramentas, equipamentos e dispositivos.

Quando o serviço for interrompido devido às condições ambientais, a instalação necessita ser mantida com todos os dispositivos isolados e em estado seguro. Antes de reiniciar o serviço interrompido, é necessário certificar de que as partes isolantes estejam limpas e intactas. Se for necessário limpar os elementos isolantes, é recomendado que seja seguido o procedimento de limpeza especificado.

### **6.3.9 Organização do trabalho**

#### **6.3.9.1 Preparação para o serviço**

Se houver quaisquer dúvidas sobre os procedimentos a utilizar, é recomendado realizar uma avaliação antes de começar o serviço. Convém que todos os aspectos de segurança sejam analisados de forma

que o serviço possa ser preparado e planejado adequadamente. Convém que esta reavaliação seja documentada por escrito.

#### **6.3.9.2 Ações do responsável pela instalação elétrica**

A instalação ou a parte da instalação onde vai ser realizado o serviço deve ser colocada e mantida no estado especificado na etapa de preparação. Este estado pode compreender a inibição do religamento automático ou a alteração dos parâmetros das proteções elétricas.

Deve ser identificado o local onde é proibido o religamento automático e colocado uma sinalização e advertência indicando que se está realizando um serviço com tensão.

Nas intervenções em alta-tensão, convém que sejam utilizadas linhas de comunicação diretas entre os locais de serviço e o correspondente centro de controle.

#### **6.3.9.3 Ações do responsável pelo serviço**

Convém que o responsável pelo serviço informe ao responsável pela instalação sobre a natureza e o local da instalação aonde este serviço vai ser realizado.

Antes de iniciar o serviço, convém que o responsável explique para os trabalhadores em que consistem os serviços e o planejamento de trabalho, quais são os aspectos de segurança, quais são as funções de cada um deles e quais ferramentas e equipamentos precisam ser utilizados, conforme estabelecido no procedimento.

Convém que o nível de supervisão corresponda à complexidade dos serviços ou à tensão da instalação.

Convém que o responsável pelo serviço considere as condições ambientais no local.

Convém que a autorização para começar os trabalhos seja fornecida somente para a pessoa responsável pelo serviço.

Ao finalizar o serviço, convém que o responsável por este serviço informe ao responsável pela instalação elétrica os serviços realizados, resultado dos ensaios, medições e inspeções, segundo o procedimento estabelecido. Se o serviço for interrompido, convém que sejam adotadas as medidas de segurança adequadas e o responsável pela instalação seja notificado.

#### **6.3.10 Recomendações específicas para as instalações de extra-baixa-tensão**

Nas instalações em sistema de extra-baixa tensão eletricamente separados da terra (SELV), é permitida a realização de serviços com tensão sem precauções contra o choque elétrico, mas convém que sejam adotadas precauções contra arco elétrico e consequências operacionais. Recomenda-se a utilização de vestimentas de proteção e luvas de proteção contra os efeitos térmicos do arco elétrico com nível de proteção AE-2.

Nas instalações em sistema de extra-baixa tensão não eletricamente separado da terra (PELV) e de extra-baixa tensão funcional (FELV), convém que os serviços em partes com tensão sejam realizados conforme os requisitos específicos para as instalações de baixa tensão

#### **6.3.11 Recomendações específicas para as instalações de baixa tensão**

Nas instalações de baixa tensão, até 1 000 V em corrente alternada e 1 500 V em corrente contínua, com proteção contra sobrecorrente e curto-circuito, convém que sejam instaladas barreiras de isolamento

das partes com tensão e ser utilizadas ferramentas isoladas, vestimentas de proteção adequadas aos níveis de energia incidente calculados para evitar as consequências de eventuais arcos elétricos, para o caso de contato indevido do trabalhador ou ferramenta com partes energizadas.

### **6.3.12 Recomendações específicas para as instalações de alta-tensão**

Convém verificar se todas as ferramentas e os métodos escolhidos para realizar o serviço são apropriados para as características elétricas da instalação e as tensões envolvidas.

As características dielétricas e mecânicas das ferramentas convém que sejam especificadas de acordo com a tensão envolvida e as normas aplicáveis, e convém que sejam consideradas as condições do local na zona de serviço, além das vestimentas de proteção adequadas aos níveis de energia incidente calculados para evitar as consequências de eventuais arcos elétricos, para o caso de contato indevido do trabalhador ou ferramenta com partes energizadas.

Se a extensão da área de serviço não permitir que o responsável pelo serviço possa assegurar a supervisão constante e permanente durante a execução, convém que ele designe um outro responsável para auxiliá-lo.

### **6.3.13 Serviços específicos em partes energizadas**

Os serviços como limpeza, pulverização e remoção de incrustações sobre isolantes necessitam estar descritos em procedimentos correspondentes. Convém que o trabalhador esteja qualificado e autorizado para realizar estas tarefas

## **6.4 Serviços em proximidade de partes energizadas (zona controlada)**

### **6.4.1 Generalidades**

É recomendado que os serviços na proximidade de partes energizadas sejam realizados de acordo com procedimentos específicos e elaborados por profissional habilitado e autorizado.

Caso os serviços nas proximidades sejam executados por profissionais capacitados, ou por pessoas não advertidas para realizar serviços não elétricos, como limpeza, estas necessitam receber treinamento específico sobre os perigos e riscos das instalações, antes de receberem a permissão de trabalho emitido por um profissional habilitado e autorizado. Quando a análise de risco determinar a necessidade de uma supervisão, convém que esta seja qualificada e autorizada para serviços em eletricidade.

### **6.4.2 Equipamentos e instalações**

Os serviços em proximidade de equipamentos e instalações energizadas com tensão nominal superior a 50 V em corrente alternada ou 130 V em corrente contínua devem ser realizados por pessoa autorizada e somente quando as medidas de segurança assegurarem que as partes energizadas não podem ser tocadas, por exemplo, componente com proteção mínima IP 2X (ABNT NBR IEC 60529), ou se a zona de serviço energizada não puder ser ultrapassada.

Para controlar os perigos da eletricidade na proximidade de partes com tensão, podem ser colocadas proteções, como telas, barreiras, invólucro ou protetores isolantes (ver 6.4.3).

Se não for possível aplicar estas medidas, convém que seja providenciada uma proteção para manter uma distância de segurança não menor que  $R_r$  da Tabela A.1 com relação às partes com tensão acessíveis, e garantir uma adequada supervisão.

Convém que sejam adotadas medidas para assegurar que o local de serviço permita que a pessoa se mantenha em posição estável durante a execução do serviço, tendo as duas mãos livres para execução dos serviços e utilização das ferramentas ou de instrumentos.

Antes do início dos serviços, convém que o responsável pelo serviço instrua o trabalhador sobre a manutenção das distâncias de segurança, as medidas de segurança adotadas e, principalmente, a necessidade de manter a atenção constante sobre os riscos elétricos. O limite da zona de serviço necessita ser definido de forma precisa e claramente e convém que o trabalhador esteja atento às condições ou circunstâncias não habituais. Recomenda-se que as instruções sejam repetidas a intervalos apropriados ou após mudanças ou alterações das condições de serviço.

O local de serviço necessita estar delimitado com barreiras, cordas, fitas, cones, bandeirolas, luzes, sinais etc. Convém que os conjuntos de manobra adjacentes com tensão sejam destacados por meios adicionais visíveis e identificáveis, por exemplo, sinais de advertência fixados na frente das portas e em todos os lados do conjunto de manobra.

Convém que o próprio trabalhador assegure que qualquer movimento, voluntário ou involuntário, que ele possa realizar, não alcançará a zona de risco com uma parte de seu corpo, ferramentas ou objetos que manipule.

Recomenda-se atenção especial quando forem manipulados objetos longos como ferramentas, terminação de cabos, tubos e escadas.

#### **6.4.3 Proteção com telas, barreiras, invólucros ou coberturas isolantes**

Convém que estes dispositivos de proteção sejam selecionados e instalados de forma que assegurem uma proteção suficiente contra os esforços elétricos e mecânicos previsíveis.

Para instalação de dispositivos protetores dentro da zona de risco (trabalho energizado), é recomendado utilizar os procedimentos de trabalho para instalações energizadas.

Para a instalação de dispositivos de protetores fora da zona de risco (trabalho desenergizado), convém que sejam utilizados os procedimentos de trabalho desenergizado, utilizando meios que impeçam que os trabalhadores invadam a zona de risco. É recomendado que sejam seguidos os procedimentos de trabalho energizado.

Quando cumpridas as condições anteriormente expostas, podem ser realizados os serviços na zona de proximidade, utilizando os procedimentos de trabalho desenergizado por pessoa autorizada.

Recomenda-se que os dispositivos utilizados, como os protetores de isolamento, barreiras ou invólucros, estejam adequadamente conservados e mantidos em suas posições de forma segura durante a realização do serviço. Se estes dispositivos não assegurarem uma proteção completa das partes com tensão (para instalações de baixa tensão, um grau de proteção não inferior a IP4X ou IPXXB, de acordo com a ABNT NBR IEC 60529), convém que sejam supervisionados pelas pessoas qualificadas que trabalham na proximidade destes elementos.

#### **6.4.4 Proteção por distância de segurança (fora de alcance) e supervisão**

Quando utilizado o método de proteção de distância de segurança em relação à parte energizada, convém incluir pelo menos as seguintes medidas:

- a) manter distância de segurança não inferior ao  $R_c$  (zona livre) da Tabela A.1, considerando a natureza dos serviços e a tensão nominal da instalação elétrica;
- b) os critérios para a designação da pessoa necessária para realizar os serviços (zona controlada ou zona livre);
- c) os procedimentos a serem seguidos durante os serviços para evitar entrar na zona de risco;

- d) presença da supervisão constante ou de pessoa de prontidão de segurança para acompanhamento;
- e) identificação e sinalização do limite de aproximação.

#### **6.4.5 Serviços de construção, montagem e outros serviços não elétricos**

Para os serviços de construção, montagem e outros serviços não elétricos, como:

- f) serviços em andaimes ou plataformas;
- g) serviços com equipamentos de elevação, máquinas de construção e montagem e transportadoras;
- h) serviços de montagem eletromecânica;
- i) transporte;
- j) pintura e renovação;
- k) posicionamento dos equipamentos de construção e montagem e outros equipamentos;
- l) serviços de escavação.

É recomendado manter uma distância de segurança específica contínua, particularmente no balanço das cargas durante o deslocamento, transporte e elevação de equipamentos ou em ambientes que podem se movimentar, como embarcações. Convém que esta distância seja aplicada a partir dos condutores ou partes com tensão que se encontrem mais próximos..

Convém que a distância especificada seja obtida a partir do valor  $R_c$  (zona livre), ver Tabela A.1, e adicionalmente uma distância complementar considerando:

- m) a tensão da rede;
- n) a natureza do serviço;
- o) o equipamento a ser utilizado;
- p) o fato de que as pessoas que realizam o serviço sejam pessoas advertidas.

Para linhas aéreas, convém que sejam considerados todos os movimentos possíveis das linhas aéreas e todos os movimentos, deslocamentos, balanços, chicoteio ou quedas dos equipamentos utilizados para a realização do serviço.

## **7 Procedimento de segurança para manutenção**

### **7.1 Generalidades**

A finalidade da manutenção é conservar a instalação elétrica nas condições exigidas para proteção e operação. A manutenção pode consistir em "manutenção preditiva" ou "manutenção preventiva", que é realizada sistematicamente com a intenção de prevenir falhas e conservar a instalação em boas condições, ou de "manutenção corretiva", que é o que se realiza para reparar ou substituir uma parte defeituosa.

A “manutenção preditiva” é realizada sem necessidade de desenergização do sistema elétrico, como, por exemplo, a realização da termografia e inspeção de linhas, enquanto que a “manutenção preventiva” necessita de desenergização, como, por exemplo, limpeza de contatos.

Cada tipo de manutenção necessita de uma análise criteriosa dos riscos envolvidos, e convém que estes riscos constem nos procedimentos.

Há dois tipos de serviços de manutenção:

- a) serviço no qual o risco de choque elétrico, curto-circuito ou arco elétrico pode estar presente e, portanto, convém aplicar procedimentos de serviço apropriados;
- b) serviço no qual o projeto do equipamento permite que certas tarefas de manutenção (por exemplo, trocas de fusíveis incorporadas nas seccionadoras ou troca de lâmpadas do sistema de iluminação com soquetes proteção IP2x) sejam realizadas de forma segura, sem necessidade de aplicar a totalidade do procedimento de serviço descrito em 7.4.

Conforme o serviço, é recomendado aplicar os procedimentos para os serviços em equipamentos e instalações desenergizadas (para zona livre), serviços em instalações energizadas (para zona de risco), serviços em proximidade de partes energizadas (para zona controlada), ou verificação de funcionamento.

## 7.2 Pessoal

É recomendado que todos os procedimentos de segurança para a manutenção elétrica a serem executados sejam aprovados pelo profissional legalmente habilitado (PLH) e autorizado, e também pelo responsável pela instalação.

Quando da realização de um serviço de manutenção em uma instalação elétrica, é necessário

- a) definir inequivocamente a parte da instalação afetada;
- b) identificar e nomear o responsável pelo serviço.

Convém que estejam equipados e utilizem as ferramentas, instrumentos de medição e de ensaio e os equipamentos de proteção individual conforme descrito no procedimento e que sejam mantidos em boas condições de utilização.

Convém que sejam adotadas todas as medidas de segurança, incluindo as proteções necessárias para a proteção de terceiros, de animais e do patrimônio.

## 7.3 Serviços de reparo

Os serviços de reparo podem compreender as seguintes etapas:

- a) procura de defeito;
- b) correção do defeito ou substituição de componentes;
- c) colocação em serviço da parte da instalação reparada.

Pode ser necessário aplicar procedimentos diferentes em cada etapa do serviço.

Convém que sejam definidas condições específicas de serviço para localizar e delimitar defeitos com a instalação energizada ou durante a aplicação de tensões de ensaio, de acordo com a Seção 5 e com base na Seção 6.

A eliminação de defeitos necessita ser realizada de acordo com os procedimentos de serviço (ver Seção 6).

Convém que sejam realizados os ensaios funcionais e de verificação apropriados, e os ajustes necessários para assegurar que os elementos reparados da instalação estejam em condições de serem reenergizados.

## **7.4 Serviços de substituição**

### **7.4.1 Substituição de fusíveis**

É recomendado que a substituição de fusíveis seja realizada com equipamento desenergizado, exceto se for seguido um procedimento de trabalho energizado seguro.

Para instalações de baixa tensão, onde o fusível está instalado em um dispositivo que protege o trabalhador contra um contato eventual e contra um possível curto-circuito (por exemplo, fusível incorporado na chave seccionadora removível), a substituição pode ser realizada sob carga e por uma pessoa autorizada.

Para as instalações de alta-tensão, a substituição necessita ser realizada de acordo com os procedimentos de serviço (ver Seção 6) e por uma pessoa autorizada.

### **7.4.2 Substituição de lâmpadas e acessórios**

Quando for necessária a substituição de lâmpadas e acessórios removíveis, como *starters*, convém que seja realizada com o circuito desenergizado, atendendo aos requisitos de segurança de trabalho em altura.

Para instalações de baixa tensão, estas substituições podem ser realizadas com tensão por pessoas não advertidas, quando o material possuir uma proteção completa IP 2X (ABNT NBR IEC 60529) contra contatos eventuais.

Em todos os outros casos, especialmente para instalações de alta-tensão, convém que a substituição seja realizada de acordo com os procedimentos de reparos (ver 7.3). Convém que as substituições de acessórios não removíveis sejam realizadas de acordo com os procedimentos de serviço (ver Seção 6).

Recomenda-se que seja assegurado que as peças de substituição utilizadas sejam adequadas ao equipamento que está sendo mantido.

## **7.5 Interrupção temporária**

No caso de uma interrupção temporária do serviço de manutenção, convém que o responsável adote todas as medidas necessárias para impedir tanto o acesso a partes acessíveis com energia, como qualquer manobra não autorizada na instalação elétrica.

Convém que qualquer interrupção seja informada ao responsável pela instalação.

## **7.6 Término do serviço de manutenção**

Ao finalizar os serviços de manutenção, o responsável pelo serviço deve liberar a instalação para o responsável pela instalação. Convém notificar o responsável pela instalação sobre o estado da instalação elétrica no momento de sua entrega.

## 8 Planejamento e atendimento às situações de emergência e resgate

Apesar de todos os esforços para eliminar os riscos de danos às pessoas em serviços com eletricidade, existem situações indesejáveis que podem ocorrer. É recomendado que a empresa possua um plano de emergência documentado e equipes preparadas e treinadas para prestar os primeiros socorros e resgate imediato ao acidentado.

Convém que o plano de emergência contemple o resgate e tratamento de choque elétrico, queimaduras por arco elétrico, lesões devido à projeção de materiais fundidos ou incêndio envolvendo equipamento elétrico.

Convém que o plano de emergência e resgate ao acidentado estabeleça a avaliação médica rápida e imediata para qualquer exposição a um choque elétrico na tensão acima de 50 V c.a. ou 130 C c.c., independentemente de sintomas observáveis, ferimentos ou desconforto do acidentado.

Convém que o plano de contingência contemple:

- a) treinamento em reanimação cardiopulmonar (RCP);
- b) prestação de primeiros socorros para queimadura por arcos elétricos;
- c) treinamento dos recursos de resgate para vítimas de choque elétrico, como bastão de salvamento e manta de abafamento;
- d) meios de resgate e transporte de acidentados;
- e) realização de simulados de emergência com acidentes com eletricidade;
- f) identificação dos pontos de isolamento de energia e treinamento aos socorristas;
- g) treinamento de manuseio e operação dos equipamentos de prevenção e combate a incêndio existentes nas instalações elétricas;
- h) equipamentos de emergência e de socorro (choque elétrico, queimaduras, alturas, subterrâneas), incluindo meios de comunicação e EPI dos socorristas, necessitam estar disponíveis e com sinalizações que facilitem sua localização através de acesso adequado
- i) manutenção do cenário do acidente elétrico até que a equipe de órgãos oficiais, perícia ou investigação chegue ao local.

Convém realizar simulados de emergência para os cenários de choque elétrico e arco elétrico antes da partida do sistema elétrico ou da planta industrial, além daqueles previstos como rotineiros no plano de contingência

## 9 Serviços em áreas classificadas

Nas instalações que existam substâncias inflamáveis ou poeiras combustíveis, convém que exista o estudo de classificação de áreas, incluindo as plantas baixas, as vistas em cortes e o respectivo Memorial Descritivo contendo todas as justificativas para as respectivas classificações e extensões definidas.

É recomendado que os documentos de classificação de áreas atualizadas, planta baixa, cortes, estudos e cálculos estejam acessíveis, como previsto na legislação brasileira. Convém que as plantas

baixas e os cortes estejam atualizados e disponíveis aos trabalhadores dentro das salas de controle ou em instalações sujeitas a este risco.

É recomendado que as empresas possuam norma interna de classificação de áreas, na sua ausência, que utilize as normas de seus segmentos industriais, conforme recomendado nas ABNT NBR IEC 60079-10-1 e ABNT NBR IEC 60079-10-2. Como opção final, que utilize os critérios de normas nacionais, estrangeiras ou internacionais.

É recomendado que os dados sobre as substâncias inflamáveis sejam obtidos diretamente da análise do produto utilizado, podendo ser obtidos também de banco de dados nacionais (como ABNT NBR ISO/IEC 80079-20-1 ou ABNT NBR ISO/IEC 80079-20-2), estrangeiros ou internacionais, além da Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ).

Recomenda-se que a empresa estabeleça procedimentos específicos para realização de serviços em eletricidade em ambientes de área classificada. É recomendado que estes procedimentos estejam embasados em uma das ferramentas de análise de risco e atendam aos requisitos das normas técnicas aplicáveis.

Os profissionais que executam ou supervisionam atividades em áreas classificadas necessitam receber treinamento adequado, conforme previsto na legislação brasileira e possuírem os conhecimentos, experiências e competências indicadas na Série ABNT NBR IEC 60079.

Os equipamentos, componentes e critérios de instalação elétrica necessitam atender à série ABNTNBR IEC 60079, ABNT NBR IEC 80079 e a ABNT NBR IEC 61892-7.

Os equipamentos e componentes elétricos que operam dentro de área classificada devem possuir certificado de conformidade Ex, atendendo à legislação.

Convém que os serviços sejam iniciados somente após a emissão de uma permissão de trabalho específica com base em uma ferramenta de análise de risco, constando no mínimo:

- a) data e horário do início e término da atividade;
- b) natureza da atividade a ser realizada;
- c) riscos envolvidos e medidas de controle;
- d) instrumento e ferramentas que podem ser utilizadas;
- e) aprovação formal com identificação legível do aprovador.

Convém que não sejam realizados serviços ou intervenções, como abertura de invólucros, serviços de remoção de componentes ou equipamentos para reparo ou inspeção detalhada, com o circuito energizado, quando a unidade estiver em funcionamento ou processando produtos explosivos ou inflamáveis.

Alternativamente, os serviços ou intervenções em instalações elétricas em área classificada podem ser iniciados após a confirmação da ausência de uma concentração que possa causar ignição de qualquer gás, inflamável ou combustível, antes do início da atividade e monitoramento, periódico ou contínuo, durante a execução da atividade.

A confirmação da ausência de atmosferas explosivas dentro da área classificada deve ser realizada por instrumento de medição Ex, como explosímetro, com uma proteção ou associação de tipos de proteção indicados na Série ABNT NBR IEC 60079, com certificado de conformidade brasileiro

e com nível de proteção de equipamento (EPL – *Equipment Protection Level*) adequado à classificação de áreas do local.

Qualquer atividade ou intervenção em instalação elétrica após a confirmação da desenergização e confirmação da ausência de uma concentração que possa causar ignição de qualquer gás ou inflamável deve ser assegurada por supervisão por pessoa qualificada e monitoramento

Convém que os equipamentos elétricos móveis (portáteis, transportáveis e manuais) e suas respectivas conexões com a fonte sejam apropriados para os tipos de proteção normatizados para utilização com Nível de Proteção do Equipamento (EPL) estabelecido na classificação da área do local.



## **Anexo A** (informativo)

### **Orientações sobre distâncias no ar (isolação) para os procedimentos de trabalho elétrico seguro**

#### **A.1 Generalidades**

O objeto deste Anexo é ajudar os usuários a definir as distâncias mínimas para realizar serviços em instalações desenergizadas, energizadas ou em proximidades de partes energizadas.

#### **A.2 Serviços em instalações energizadas – Zona de risco**

A zona de risco é o entorno da parte condutora energizada, não segregada, acessível, inclusive acidentalmente, por parte do corpo, materiais, ferramentas ou equipamentos manipulados para realização do serviço. A distância é estabelecida de acordo com o nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados e com adoção de técnicas e instrumentos apropriados de trabalho. Este entorno é definido pela distância  $R_r$  da parte condutora energizada.

A zona de risco somente existe se o sistema estiver energizado, desta forma, qualquer serviço dentro da zona de risco é considerado como um serviço em instalação energizada.

#### **A.3 Serviços em proximidades – Zona controlada**

Qualquer trabalho durante o qual a pessoa pode entrar na zona controlada, ainda que seja com uma parte do seu corpo ou com materiais, ferramentas ou equipamentos que manipulados para realização do serviço é considerado serviço em proximidades, sem alcançar a zona de risco.

A zona controlada é o entorno da parte condutora energizada, não segregada, acessível, estabelecida de acordo com o nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados. Este entorno é definido pela distância  $R_c$  da parte condutora energizada.

#### **A.4 Zona livre**

Os trabalhos fora da zona de risco e zona controlada são trabalhos não relacionados às instalações elétricas, realizados na zona livre.

A pessoa que desenvolve atividades em zona livre e na vizinhança da zona controlada tem que ser autorizada e instruída formalmente com conhecimentos que permitam identificar e avaliar possíveis riscos e adotar as precauções cabíveis.

## A.5 Zona de risco de arco elétrico

A zona de risco de arco elétrico é estabelecida de acordo com o cálculo da energia incidente, acima da energia incidente de  $1,2 \text{ cal/cm}^2$  ( $4 \text{ J/cm}^2$ ). Convém que seja indicado no local o nível de energia que pode ser gerado pelo equipamento, quando abertas as suas proteções.

**Tabela A.1 – Raios de delimitação de zonas de risco de choque elétrico, controladas e livres**

Faixa de tensão nominal da instalação elétrica kV	Rr – Raio de delimitação entre zona de risco e controlada m	Rc – Raio de delimitação entre zona controlada e livre m
< 1	0,20	0,70
≥ 1 e < 3	0,22	1,22
≥ 3 e < 6	0,25	1,25
≥ 6 e < 10	0,35	1,35
≥ 10 e < 15	0,38	1,38
≥ 15 e < 20	0,40	1,40
≥ 20 e < 30	0,56	1,56
≥ 30 e < 36	0,58	1,58
≥ 36 e < 45	0,63	1,63
≥ 45 e < 60	0,83	1,83
≥ 60 e < 70	0,90	1,90
≥ 70 e < 110	1,00	2,00
≥ 110 e < 132	1,10	3,10
≥ 132 e < 150	1,20	3,20
≥ 150 e < 220	1,60	3,60
≥ 220 e < 275	1,80	3,80
≥ 275 e < 380	2,50	4,50
≥ 380 e < 480	3,20	5,20
≥ 480 e < 700	5,20	7,20

NOTA As distâncias indicadas na Tabela A.1 são referentes às diferenças de potencial entre a parte condutora e a pessoa, não sendo correto utilizar a tensão nominal da linha de energia da instalação.

## **Anexo B** (informativo)

### **Orientações complementares para o trabalho elétrico seguro**

#### **B.1 Renovação da autorização para serviços em instalações energizadas**

Além dos treinamentos exigidos pela legislação, na prática é recomendado realizar atualizações de treinamentos e reavaliações sempre que ocorrerem os seguintes casos:

- a) mudança da equipe de trabalho ou de supervisão;
- b) interrupção da execução de trabalhos por longo período;
- c) limitações médicas;
- d) mudanças de métodos de trabalho, revisão dos procedimentos ou métodos de manutenção.

#### **B.2 Ausência do curso de reciclagem**

É recomendado que caso o trabalhador não realize a reciclagem dentro do prazo previsto, sua autorização para a execução de serviços elétricos seja revogada e o trabalhador passe a exercer atividades administrativas. Após sua reciclagem pode ser realizada a renovação da autorização e consequente serviços com eletricidade.

#### **B.3 Condições ambientais**

##### **B.3.1 Precipitações**

Por precipitação pode ser entendido a chuva, o granizo, a garoa, o orvalho ou a geada.

As precipitações influenciam principalmente na visibilidade e condição de equilíbrio das pessoas. Dependendo do nível de tensão, do tipo de instalação e de serviço e o método utilizado, quando as precipitações prejudicarem a visibilidade, a isolamento dielétrica dos equipamentos e o equilíbrio da pessoa for prejudicado, é recomendado a suspensão dos trabalhos.

##### **B.3.2 Neblina espessa**

A névoa é considerada espessa quando a visibilidade for reduzida a um nível que interfira com a atividade do trabalhador e comprometa a sua segurança ou dos outros trabalhadores. Neste caso, ou quando o PLH responsável, o encarregado ou a supervisão do trabalho não conseguir visualizar os membros da equipe e as partes energizadas onde são executados os trabalhos ou as áreas de risco de sua proximidade, é recomendada a interrupção dos trabalhos.

##### **B.3.3 Temporais com descargas atmosféricas**

Se do local de trabalho for possível observar relâmpagos e ouvir trovões, é recomendado a suspensão dos trabalhos, principalmente se estiver efetuando atividades sobre condutores, em linhas aéreas e em subestações conectadas com estas linhas.

### **B.3.4 Ventos fortes**

É considerado que o vento é forte quando ele impede a pessoa de utilizar as suas ferramentas com exatidão ou quando ele afeta significativamente a vibração nas estruturas nas quais ela está posicionada, apoiada ou suspensa. Neste caso, é recomendada a interrupção dos trabalhos.

### **B.3.5 Temperaturas muito baixas**

É considerado que a temperatura é muito baixa quando fica difícil a utilização de ferramentas e diminui a duração ou vida útil dos materiais; neste caso, é recomendado que sejam adotadas medidas específicas de segurança, principalmente em relação ao conforto térmico.

## **B.4 Proteções contra incêndios – Combate a incêndios**

### **B.4.1 Generalidades**

Na operação das instalações elétricas, convém considerar a possibilidade da ocorrência de um incêndio.

No caso da ocorrência de um incêndio, é recomendado desenergizar as partes da instalação elétrica envolvidas no evento ou que possam interferir na atividade de combate a incêndio, salvo se for necessário manter energizado para combater o incêndio ou se o corte de energia puder causar outros riscos adicionais.

É recomendado que os materiais e objetos inflamáveis sejam instalados, armazenados e protegidos de forma que não seja possível nem seja retardada a ignição destes materiais.

Sob avaliação específica, pode ser recomendado a utilização de cabos de força e de controle com revestimento antichama.

É recomendado que os ambientes que segregam sistema de força e controle com passagem de cabo entre eles possuam fechamento completo, não sendo permitido a presença de fendas ou aberturas não protegidas.

É recomendado que os leitos de cabo sejam instalados fora do raio de ação dos vapores quentes emanados da região de abertura de painéis elétricos contra arco elétrico certificado ou não interfiram com os dutos de exaustão destes.

Convém que ambientes de subestação elétrica sejam protegidos por sistemas de detectores de chama ou incêndio no ambiente, sobre forro e em entre pisos ou passagem de cabos.

### **B.4.2 Incêndios em pequenas instalações elétricas**

Para combater pequenos incêndios em instalações elétricas, convém que existam extintores de incêndio ou sistema de proteção do tipo apropriado para a classe de incêndio, em quantidade e tipo adequado.

É recomendado que estejam em boas condições operacionais, visíveis e facilmente acessíveis, considerando os cenários previstos nas análises de risco da instalação.

É recomendado que os trabalhadores sejam treinados na utilização de extintores para combate a incêndios, especialmente em instalações energizadas. Convém que este treinamento seja repetido a intervalos adequados de tempo.

Quando forem utilizados extintores em uma instalação elétrica energizada, é recomendado que sejam respeitadas as distâncias de segurança adequadas.

É recomendado que existam informações disponíveis, legíveis e em locais e quantidade suficiente para informar às pessoas e trabalhadores sobre a possibilidade de despreendimento de substâncias tóxicas no caso de incêndios, por materiais quentes ou combustão, e como atuar nestas condições.

### **B.4.3 Incêndios em grandes instalações elétricas**

Para combater incêndios em grandes instalações elétricas, por exemplo, subestações, é recomendado que sejam previstos sistemas de combate a incêndio por lançamento de água plena, com instalação de hidrantes ao redor da instalação em número e locais adequados. Para efeito do combate a incêndio, uma instalação elétrica desenergizada pode ser considerada como incêndio em edificação.

É recomendado também que seja previsto um sistema de interrupção e bloqueio completo da subestação, incluindo principalmente a subestação principal de entrada da planta industrial. Convém que os sistemas de iluminação de emergência, banco de baterias, pressurização e equipamentos, como ventiladores de captação de ar externo, também sejam projetados desta forma, e que seja utilizado o sistema de detecção, assim como o sistema redundante de dispositivo de interrupção e bloqueio facilmente acessível por uma brigada de incêndio, adjacente à entrada da instalação ou pelo lado externo.

Não é recomendada a existência de sistema de banco de baterias dentro das subestações. Estas podem ser adjacentes, porém desde que sejam segregadas por barreira física permanente entre elas, por exemplo, parede de alvenaria.

## **B.5 Proteções em áreas classificadas**

Quando da realização de serviços envolvendo equipamentos, circuitos ou sistemas elétricos em locais com risco de formação de atmosfera explosiva de gás inflamável ou poeira combustível, é recomendado que sejam adotadas medidas de controle de acordo com o nível de risco, como:

- a) por monitoramento da concentração da atmosfera explosiva;
- b) proibição de utilização de fonte de energia capaz de causar a ignição da atmosfera explosiva;
- c) aplicação de ventilação diluidora contínua e, quando necessário, o monitoramento da concentração da atmosfera explosiva;
- d) utilização de equipamentos com certificação "Ex", que proporcionem um nível de proteção dos equipamentos (EPL) de acordo com o local da instalação, conforme indicado na documentação de classificação de áreas.

## **B.6 Segurança na utilização de instrumentos de medição portátil**

### **B.6.1 Generalidades**

Antes de fazer qualquer tipo de medição, convém verificar se a tensão do circuito é menor que a tensão máxima especificada para o instrumento.

Além da tensão máxima do instrumento, atentar para o nível de impulso que o instrumento suporta. (4 kV, 6 kV ou 8 kV).

Multímetros não são apropriados para serem utilizados em tensão acima 1 000 V c.a.

### B.6.2 Categorias de utilização (ou categoria de sobretensão) para baixa tensão

Determinar a capacidade do instrumento em suportar os transientes de tensão.

As categorias são divididas em CAT I, CAT II, CAT III e CAT IV.

Mesmo para uma categoria, ela pode ter nível de impulso diferente.

**Tabela B.1 – Categorias de utilização de instrumentos**

Categoria	Definição conforme a IEC 61010	Aplicação
CAT IV	Para medições realizadas na entrada da instalação de baixa tensão	Trifásico na conexão da rede elétrica externa
CAT III	Para medições realizadas em instalações internas de baixa tensão	Distribuição trifásica, conjuntos de manobra de baixa-tensão, inclusive distribuição de iluminação e serviços auxiliares monofásicos
CAT II	Para medições realizadas em circuitos diretamente conectados à instalação de baixa tensão	Cargas conectadas a adotadas monofásicas removíveis
CAT I	Para medições em circuitos não diretamente conectados	Aparelhos eletrônicos

### B.6.3 Exemplos de aplicação

**Tabela B.2 – Exemplos da utilização de instrumentos (continua)**

Categoria	Exemplos
CAT IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refere-se à "origem da instalação", ponto em que é feita a conexão de baixa tensão ao suprimento de energia da rede externa</li> <li>• Medidores de eletricidade, equipamentos com proteção primária</li> <li>• Ambiente externo e entrada de rede elétrica, derivação de eletricidade do poste ao prédio</li> <li>• Linha elétrica aérea até o prédio isolado, linha elétrica subterrânea até uma bomba elétrica</li> <li>• Pannel de saída de um gerador</li> </ul>
CAT III	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamento em instalações fixas, como por exemplo, mecanismo de distribuição ou motores polifásicos</li> <li>• Barramento e alimentador em instalações industriais</li> <li>• Alimentadores e derivações, dispositivos de painéis de distribuição</li> <li>• Sistemas de iluminação em prédios grandes</li> <li>• Adotadas de eletrodomésticos com conexões até a entrada da rede elétrica pública</li> </ul>

**Tabela B.2** (conclusão)

Categoria	Exemplos
CAT II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eletrodomésticos, ferramentas portáteis e cargas domésticas e outras cargas semelhantes</li> <li>• Adotadas e derivações longa</li> <li>• Adotadas a mais de 10 m de distância da CAT III</li> <li>• Adotadas a mais de 20 m de distância da CAT IV</li> </ul>
CAT I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamentos eletrônicos com proteção</li> <li>• Equipamento conectado a circuitos (fonte) em que medidas são adotadas no sentido de limitar as sobretensões de transientes a um nível adequadamente baixo</li> </ul>

**B.6.4 Fusíveis de proteção**

Fusíveis originais do instrumento possuem alta capacidade de interrupção.

Não substituir um fusível original do fabricante por um de outro modelo, tipo ou fabricante.

Manter estoque de fusíveis originais dos instrumentos existentes.

**B.6.5 Pontas de prova**

É recomendado que tenham categoria igual ou superior à do instrumento.

Não utilizar pontas de prova improvisadas ou danificadas.

Manter estoque de pontas de prova originais dos instrumentos existentes.

**B.6.6 Cuidados adicionais**

Instrumentos para áreas classificadas necessitam de certificado de 3ª parte emitido por um Organismo de Certificação de Produtos acreditado pelo Inmetro, do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade (SBAC), e não de uma declaração do fabricante de 1ª parte.

NOTA Certificados estrangeiros e de sistemas internacionais, como UL, CSA, ATEX e IECEx não possuem validade legal no Brasil.

Utilizar EPI completo (contra o choque elétrico, os efeitos térmicos de fogo repentino ou arco elétrico) para trabalho em eletricidade, conforme o nível de proteção proporcionado em relação ao nível de energia incidente do equipamento e da tensão elétrica, inclusive para os medidores de tensão.

Pendurar o medidor: ao segurá-lo nas mãos, pode ocorrer a exposição aos efeitos dos transientes.

Evitar utilizar instrumentos sem confiabilidade, deteriorados ou com adaptações. Os recursos de segurança implementados nos novos equipamentos podem justificar o custo de substituição.

## B.6.7 Outras questões de segurança elétrica

### B.6.7.1 Segurança em painéis elétricos

Convém que os painéis elétricos sejam identificados por meio de plaquetas, com marcação indelével, informando o nível de tensão, nível de energia incidente e a distância segura de aproximação para atividades com porta aberta ou tampa removida.

Não é recomendável intervenções em painéis energizados com níveis de energia incidente superior a  $167,36 \text{ J/cm}^2$  ( $40 \text{ cal/cm}^2$ ), pelo motivo que não existe vestimenta de proteção com capacidade de proteger o trabalhador nestas circunstâncias.

É recomendada a análise e redução das energias incidentes dos painéis elétricos existentes na planta industrial, mesmo com a perda da seletividade, por meio de um dos seguintes métodos:

- a) alteração do grupo de ajuste do relê de proteção, precedida de análise de desvio temporário de proteção, alterando a proteção de sobrecorrente, temporizada ou instantânea, com novo ajuste temporário de "pick-up" e tempo;
- b) utilização de sistema de detecção portátil de monitor de arco elétrico atuando internamente e sob o sistema de proteção.

Caso os métodos de redução dos níveis de energia incidente indicados não sejam implantados, convém que os níveis de manutenção ou intervenções sejam realizados somente com o painel desenergizado.

Somente é recomendada a permanência na área de proteção contra o arco elétrico, quando exposto ao risco, os trabalhadores formalmente autorizados e utilizando vestimentas de proteção completas, como capuz carrasco, conjunto de manobras, luvas de proteção e botas de proteção, contra os efeitos térmicos do arco elétrico com nível de proteção adequado à da instalação, além de outros que por ventura sejam necessários.

É recomendado que os serviços em instalações elétricas energizadas sujeitas a eventual arco elétrico com nível de energia igual ou superior a  $8 \text{ cal/cm}^2$  (nível de proteção AE-2) sejam realizados em duplas. São exemplos os serviços de inserção e extração de gavetas, contadores e disjuntores; manobras locais de disjuntores e chaves seccionadoras de alta-tensão; testes de tensão; termografia em painel aberto e inspeções.

**NOTA** Para serviços e atividades onde não exista o risco de efeito térmico por arco elétrico, é recomendado que o trabalhador utilize a vestimenta de proteção – utilização diária – com nível de proteção AE-2 e luvas de proteção contra riscos físicos.

Durante as intervenções convém que estejam disponíveis os equipamentos de proteção coletivos (EPC) e dispositivos de segurança capazes de mitigar os riscos previstos na análise de risco, como bastão de resgate, detector de tensão e conjunto de aterramento temporário. A análise de risco pode recomendar outras proteções. Quando necessário, tapete isolante (pisos metálicos) e manta antichama.

**NOTA** Para os trabalhadores que utilizam as vestimentas de proteção – de utilização diária – com proteção contra os efeitos térmicos de fogo repentino ou arco elétrico com nível de proteção AE-2, a manta anti chama não é necessária.

É recomendado que alterações no sistema de geração, na topologia da rede de distribuição ou no ajuste de proteção sejam precedidos por estudo de energia incidente dos painéis elétricos.

**NOTA** As vestimentas de proteção são a última barreira do trabalhador, porém não protegem dos riscos mecânicos de um arco elétrico. Convém que este risco seja avaliado caso a caso.

Para a manobra de extração ou inserção completa do disjuntor, contator ou gaveta, convém que seja executada com o dispositivo completamente aberto.

O estudo do potencial de risco de arco elétrico do sistema elétrico da instalação, conforme os métodos de cálculo de LEE, IEEE 1584.1 (ver Anexo C) ou similar, necessitam ser armazenados para efeito legal.

A acessibilidade de painéis das classes 24 kV e 36 kV (LSC – *Loss of Service Continuity Category*) necessita ser da categoria LSC2A.

**NOTA** Convém que o compartimento de cabos não esteja energizado quando qualquer outro compartimento do mesmo cubículo estiver sendo acessado. Quando não forem do tipo *Gás Insulated Substation* (GIS), necessitam de construção de compartição PM e ser resistentes a arco elétrico

Para painéis elétricos com tensão igual ou inferior a #240V, exceto quando estes forem alimentados por transformadores de potência maiores do que 125 kVA, não é necessária a avaliação de arco elétrico e energia incidente, conforme descrito na IEEE 1584.1.

#### **B.6.7.2 Utilização do bastão isolante acoplado ao detector de tensão**

Verificar a ausência de tensão por meio do detector acoplado ao bastão antes de aproximar de sistemas elétricos, especialmente barramentos de alta-tensão.

#### **B.6.7.3 Utilização de chaves de teste não especializadas**

Não é recomendada a utilização de chaves de teste como canetas indicadoras de tensão do tipo chave de fenda, por luzes indicativas ou similar, nas instalações industriais.

#### **B.6.7.4 Identificação das caixas de terminais dos geradores e dos seus respectivos cubículos de entrada nos painéis elétricos**

Em função do magnetismo residual, quando o gerador estiver girando, existe tensão em seus terminais, mesmo com o sistema de excitação desligado. Para evitar erros de avaliação da situação, é recomendado que seja colocada uma placa de segurança com advertência sobre esta condição.

#### **B.6.7.5 Substituição de fusíveis em circuitos trifásicos**

Quando apenas um dos fusíveis se rompe, os outros dois podem ter se danificado devido à sobrecarga ou curto-circuito.

É recomendado substituir os três fusíveis em um circuito trifásico e descartar os retirados.

Manter em estoque quantidades sempre múltiplas de três para cada tipo e corrente nominal de fusível.

#### **B.6.7.6 Manutenção de disjuntores de baixa tensão**

A confiabilidade, a velocidade e a abertura de um disjuntor dependem de sua especificação original e de suas condições de instalação, manutenção e operação.

A manutenção e calibração periódica dos relés de proteção e disjuntores para manter a integridade são fundamentais para a segurança da instalação e proteção dos trabalhadores contra os efeitos térmicos de um eventual arco elétrico.

Disjuntores com unidade eletrônica de trip: ensaio por injeção secundária de corrente, bem como ensaiar cada componente da malha em separado, pode não assegurar a funcionalidade e proteção do sistema.

## **Anexo C** (informativo)

### **Orientação para procedimento de trabalho seguro em áreas classificadas livres de gás**

Um procedimento para trabalho seguro pode ser implantado para permitir que fontes de ignição sejam utilizadas em uma área classificada, sob condições prescritas.

Uma permissão de trabalho pode ser emitida quando uma região específica tiver sido avaliada para assegurar que gases ou vapores inflamáveis não estão presentes e não é prevista a sua presença, em quantidades que possam alcançar concentrações inflamáveis, durante o período de tempo especificado. A permissão pode prescrever monitoração de gás contínua ou periódica ou ações detalhadas a serem consideradas no evento de uma liberação.

Considerações para a emissão de uma permissão de trabalho específica podem incluir:

- a) especificação da data e horário do início da permissão de trabalho;
- b) definição da localização da atividade;
- c) especificação da natureza da atividade permitida (por exemplo, gerador a diesel, perfuração);
- d) medições realizadas e registros possíveis para confirmar a ausência de uma concentração que possa causar ignição de qualquer gás ou vapor inflamável;
- e) especificação dos requisitos e periodicidade de amostragem para confirmar a ausência continuada de gás ou vapor inflamável;
- f) controle de possíveis fontes de líquidos ou gases inflamáveis;
- g) especificação de planos de contingência para emergências;
- h) especificação de data e horário para expiração da permissão de trabalho.

NOTA Importantes aspectos associados com a documentação, treinamento, controles e utilização necessários para uma aplicação efetiva de uma permissão de trabalho estão além do escopo desta Norma.

## Anexo D (informativo)

### Orientação para campanhas de segurança em serviços de eletricidade

#### D.1 Pilares de uma cultura de segurança elétrica

Para que uma empresa consiga um bom desempenho no gerenciamento dos riscos em serviços de eletricidade, segundo trabalhos técnicos da IEEE, ela deve atuar nos seguintes eixos: pessoas, gerenciamento e equipamentos.

É recomendado que seja praticado pelo líder e percebido e praticado pelas equipes. Necessita de envolvimento ativo das equipes de segurança elétrica, corporativa e local. A empresa precisa definir seus princípios e estabelecer um programa permanente de segurança elétrica.



Figura D.1 – Pilares da cultura da segurança elétrica

##### D.1.1 Pessoas

1. Necessitam ter conhecimento técnico compatível com suas atividades; conhecer o que é a operação certa; como operar e a parte construtiva do equipamento; conhecer os riscos e perigos ocultos; Saber e utilizar os EPI adequados e nos momentos certos; utilizar os equipamentos de medição e ferramentas adequadas.
2. Necessitam ter a experiência suficiente dos equipamentos e instalações. Estar apto para fazer a coisa certa, o EPI correto, ser cuidadoso, utilizar os instrumentos e ferramentas corretas e necessárias.
3. Necessitam querer realizar as tarefas e serviços dentro de padrões de segurança, qualidade e prazos. Possuir a disposição para fazer a coisa certa, para utilizar o EPI adequado, a ferramenta correta e principalmente, a disposição para aprender e evoluir.

### D.1.2 Gerenciamento

1. A empresa necessita estabelecer a cultura de segurança nas atividades e serviços com eletricidade, iniciando pela atitude da liderança e de seus colaboradores, com foco não em atender à legislação, mas em fazer ser seguro.
2. A empresa precisa gerar métricas de desempenho de segurança reativos e, principalmente, proativos, investigando acidentes, implementando ações de controle para evitar a repetição de situações iguais ou similares, divulgando boas práticas, realizando campanhas educativas, estimulando o corpo técnico no aperfeiçoamento e desenvolvimento e buscando melhores práticas de mercado; quanto aos riscos da eletricidade: como conhecer quando eles estão presentes, como se proteger dos perigos; análise dos perigos/riscos; planejamento das tarefas; equipamentos; normas.
3. A empresa deve estabelecer procedimentos, práticas e padrões, alimentando a formação de um corpo técnico especializado que interaja, oriente, recomende e forneça suporte técnico para as suas equipes; estabeleça os trabalhos em ou próximos a sistemas energizados ou áreas de risco; adote práticas de trabalho seguro, bloqueios, EPI, linhas aéreas, planejamento e análise de perigo e risco.

### D.1.3 Equipamentos

1. Técnicos capazes de estabelecer especificações técnicas que atendam às necessidades da empresa, não só nos aspectos funcionais, mas quanto a tecnologia e segurança;
2. As instalações são planejadas no projeto básico, prevendo as necessidades dos serviços de manutenção, com requisitos de segurança elétrica e espaços adequados: Projetos inerentemente seguros, painéis elétricos com proteção contra arco elétrico, dispositivos de aterramento temporário, sistema de bloqueio de energias perigosas.
3. A manutenção deve ser valorizada para a continuidade operacional e segurança das pessoas e instalações. Devem ser atendidas as instruções dos fabricantes, em conformidade com os padrões, realização de inspeções regulares, manutenção dos sistemas de aterramento, ensaio de continuidade, acompanhamento de pontos quentes e utilização de dispositivos de cobertura e bloqueio.

O estabelecimento de um programa de segurança elétrica está associado às melhores práticas em vigor nas grandes corporações mundiais.

Quando se busca simplesmente atender à legislação, os efeitos são passageiros e suas implementações incompletas.

Novas ações devem ser simples de modo a serem implantadas e seguidas.

A experiência demonstra que nem sempre a legislação é simples de ser seguida, principalmente por envolver grandes contingentes de trabalhadores, porém atuar de forma proativa e com as melhores práticas do mercado assegura a segurança, saúde e seio ambiente do trabalhador e das pessoas que estão direta ou indiretamente envolvidas, propiciando a continuidade operacional e lucros para a empresa.

## D.2 Propostas de programa de mudança da cultura de segurança elétrica

Recomenda-se a aplicação de um programa de mudança de cultura da segurança elétrica de modo a minimizar os acidentes desta natureza. Abaixo explicitamos uma proposta para este programa ser aplicado:

- a) implementar um projeto de cálculo de energia incidente e aplicar as placas de segurança



Figura D.2 – Exemplo de placa de segurança – Risco de choque e arco elétrico

- b) frequentemente nós nos encontramos expostos a riscos de arco elétrico desnecessariamente, então, precisamos implementar diálogos de segurança com os trabalhadores:

Primeiro passo: questionar: “Eu necessito realizar este serviço em condição de circuito energizado?”

Segundo passo: questionar “Posso realizar este serviço com o sistema desenergizado?”

- c) estabelecer um programa de comunicação para implementar a regra de ouro:

**“TESTAR ANTES DE TOCAR”**



Figura D.3 – Exemplo de placa de segurança – Teste antes de tocar

- d) estabelecer critérios formais de seleção, aquisição e utilização de vestimentas de proteção contra os efeitos térmicos de eventual arco elétrico (AE) no sistema de padrões.

## Anexo E (informativo)

### Orientações para aplicação de vestimentas de proteção contra os efeitos térmicos de um arco elétrico

É recomendável que a vestimenta de proteção contra os efeitos térmicos eventuais de um arco elétrico considere o nível de proteção conforme a faixa de proteção desejada. A vestimenta de proteção necessita possuir um nível de proteção contra a energia incidente que englobe um ATPV superior à maior energia de arco calculada para cada painel elétrico. Pode ser com nível de proteção: AE-2, AE-3 ou AE-4.

Nível de proteção	EPI exigido
AE - 1	Especificações idênticas aos níveis de proteção AE - 2.
AE - 2	Calça, camisa, jaqueta, macacão de utilização diária, casaco, macacão de parada, luva isolante, luva de cobertura de couro (ver NOTA 1) ou luvas de proteção compostas, balaclava (ver NOTA 2), capacete, protetor facial (ver NOTA 5), calçado de segurança para eletricitista e conjunto impermeável, (quando aplicável).
AE - 3	Calça de manobra e blusão de manobra, capuz tipo carrasco, luva de tecido em sobreposição à luva isolante, quando aplicável, e calçado de segurança para eletricitista.
AE - 4	Calça de manobra e blusão de manobra, capuz tipo carrasco, luva de tecido em sobreposição à luva isolante, quando aplicável, e calçado de segurança para eletricitista.

NOTA 1 Quando houver potencial de choque elétrico a luva isolante necessita ser utilizada com sobreposição da luva de proteção, convém que a manga da luva isolante ultrapasse o comprimento da manga da luva de proteção.

NOTA 2 A utilização da balaclava em serviços de nível de proteção AE – 1 deve atender aos mesmos requisitos de serviços de nível de proteção AE - 2, e estar sempre associada ao uso de protetor facial, com nível de energia incidente compatível.

NOTA 3 Somente os conjuntos impermeáveis AE podem ser especificados e utilizados. São proibidas as capas impermeáveis AE.

NOTA 4 O Certificado de Aprovação (CA) do protetor facial está vinculado ao fabricante e modelo do capacete para eletricitista.

NOTA 5 Para tensão de 440 V ou acima, mesmo com energia incidente abaixo de 8 cal/cm<sup>2</sup>, é necessário a utilização do protetor facial com nível de proteção 'AE – 2'. Também é aplicável a cubículos não compartimentados onde partes energizadas (com tensões de 440 V ou acima) não estão segregadas. Para cubículos de comando (ou painéis) de tensões até 220 V, não é exigido à utilização do protetor facial.

## Bibliografia

- [1] ABNT NBR 7117, *Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo*
- [2] ABNT NBR 12232, *Execução de sistemas fixos automáticos de proteção contra incêndio com gás carbônico (CO<sub>2</sub>) em transformadores e reatores de potência contendo óleo isolante*
- [3] ABNT NBR 13231, *Proteção contra incêndio em subestações elétricas*
- [4] ABNT NBR 15688, *Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus*
- [5] ABNT NBR 15749, *Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento*
- [6] ABNT NBR 15751, *Sistemas de aterramento de subestações – Requisitos*
- [7] ABNT NBR IEC 60439-2, *Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão – Parte 2: Requisitos particulares para linhas elétricas pré-fabricadas (sistemas de barramentos blindados)*
- [8] ABNT NBR IEC 60439-3, *Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão – Parte 3: Requisitos particulares para montagem de acessórios de baixa tensão destinados a instalação em locais acessíveis a pessoas não qualificadas durante sua utilização – Quadros de distribuição*
- [9] ABNT NBR IEC 62271-102, *Equipamentos de alta-tensão – Parte 102: Seccionadores e chaves de aterramento*
- [10] ABNT NBR IEC 62271-200, *Conjunto de manobra e controle de alta-tensão – Parte 200: Conjunto de manobra e controle de alta-tensão em invólucro metálico para tensões acima de 1 kV até e inclusive 52 kV*
- [11] IEC TS 60479-1, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*
- [12] IEEE Std 1584TM, *Guide for performing arc-flash hazard calculation*
- [13] IEEE Std. 3007.2, *Recommended practice for the maintenance of industrial and commercial power System*
- [14] BS EN 50110-1, *Operation of electrical installation – Part 1: General requirements*
- [15] NR-10, *Segurança em instalações e serviços em eletricidade*