

Critérios de Segurança para Ambientes e Serviços em Painéis Elétricos com Risco de Arco Elétrico

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. A Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma é a responsável pela adoção e aplicação das suas seções, subseções e enumerações.

Requisito Técnico: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada: Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter não impositivo. É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o seu aprimoramento, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, a seção, subseção e enumeração a ser revisada, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S. A. - PETROBRAS, de aplicação interna na PETROBRAS e Subsidiárias, devendo ser usada pelos seus fornecedores de bens e serviços, conveniados ou similares conforme as condições estabelecidas em Licitação, Contrato, Convênio ou similar.

A utilização desta Norma por outras empresas/entidades/órgãos governamentais e pessoas físicas é de responsabilidade exclusiva dos próprios usuários."

Apresentação

As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho - GT (formados por Técnicos Colaboradores especialistas da Companhia e de suas Subsidiárias), são comentadas pelas Unidades da Companhia e por suas Subsidiárias, são aprovadas pelas Subcomissões Autoras - SC (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando as Unidades da Companhia e as Subsidiárias) e homologadas pelo Núcleo Executivo (formado pelos representantes das Unidades da Companhia e das Subsidiárias). Uma Norma Técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a Norma Técnica PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as Normas Técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

Sumário

1	Escopo.....	3
2	Referências Normativas	3
3	Termos e Definições.....	4
4	Requisitos de Projeto	6
4.1	Requisitos Gerais	6
4.2	Painéis Elétricos.....	8
5	Requisitos Operacionais.....	8
6	Ferramentas de Trabalho	14
7	Equipamentos de Proteção Individual e Equipamentos de Proteção Coletiva	15
8	Resgate e Emergência	16
9	Sinalização de Segurança.....	17
	Anexo A - Método de Cálculo de Energia Incidente	18
	Anexo B - EPI, EPC e Ferramentas para Atividades de Operação e Manutenção Elétrica	19

Tabelas

Tabela 1 - Requisitos de Segurança	12
Tabela 2 - Extração ou inserção de dispositivos.....	13
Tabela 3 - EPI para Eletricista.....	15

1 Escopo

1.1 Esta Norma estabelece requisitos mínimos de segurança em projeto, construção de ambientes de subestações e serviços de montagem, incluindo instalação, operação, inspeção e manutenção de painéis elétricos de alta e baixa tensão, a fim de eliminar ou evitar, e na impossibilidade desta situação, minimizar os danos às pessoas e às instalações elétricas, causados por arco elétrico.

1.2 Esta Norma não se aplica a redes elétricas de transmissão e distribuição e seus equipamentos e acessórios, tais como: transformador de distribuição, capacitor e para-raios.

1.3 Painéis elétricos do tipo Centro de Controle de Motores (CCM) ou Centro de Distribuição de Carga (CDC) não são enquadrados nos conceitos de Máquinas e Equipamentos da [NR-12](#). Esta exceção é prevista em 12.2 da [NR-12](#), quanto a sua aplicabilidade.

1.4 Esta Norma se aplica a partir da data de sua edição.

1.5 Esta Norma contém Requisitos Técnicos e Práticas Recomendadas.

2 Referências Normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas aplicam-se as edições mais recentes dos referidos documentos.

Portaria [nº 452](#) do Ministério do Trabalho e Emprego, 20/11/2014 - Estabelece as normas técnicas de ensaios e os requisitos obrigatórios aplicáveis aos Equipamentos de Proteção Individual - EPI enquadrados no Anexo I da [NR-6](#) e dá outras providências;

[NR-06](#) - Equipamentos de Proteção Individual - EPI;

[NR-10](#) - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;

[NR-12](#) - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos;

[NR-17](#) - Ergonomia;

PETROBRAS [PE-1PBR-00309](#) - Seleção, aquisição e utilização de vestimentas de proteção FR e proteção combinada (FR&AE)

PETROBRAS [N-314](#) - Painel de Baixa Tensão - Centro de Controle de Motores;

PETROBRAS [N-316](#) - Painel de Baixa Tensão - Centro de Distribuição de Carga;

PETROBRAS [N-317](#) - Painel de Média Tensão - Centro de Distribuição de Carga;

PETROBRAS [N-2162](#) - Permissão para Trabalho;

PETROBRAS [N-2817](#) - Painel de Média Tensão - Centro de Controle de Motores;

PETROBRAS [N-2874](#) - Chaves Seccionadoras a SF6;

ABNT [NBR 6494](#) - Segurança nos Andaimos;

ABNT [NBR 9699](#) - Ferramentas Manuais - Isolação Elétrica até 1 000 V c.a. e 1 500 V c.c.;

ABNT [NBR 10898](#) - Sistema de Iluminação de Emergência;

ABNT [NBR 15071](#) - Segurança no Tráfego - Cones para Sinalização Viária;

ABNT [NBR IEC 60079-17](#) - Atmosferas Explosivas - Parte 17: Inspeção e Manutenção de Instalações Elétricas;

ABNT [NBR IEC 60529](#) - Graus de Proteção para Invólucros (Código IP);

ABNT [NBR IEC 61892](#) - Unidades Marítimas e Fixas - Instalações Elétricas e partes;

ASTM [D178](#) - Standard Specification for Rubber Insulating Matting;

ASTM [D1048](#) - Standard Specification for Rubber Insulating Blankets;

ASTM [F496 Rev. A](#) - Standard Specification for In-Service Care of Insulating Gloves and Sleeves;

ASTM [F711](#) - Standard Specification for Fiberglass-Reinforced Plastic (FRP) Rod and Tube Used in Live Line Tools;

ASTM [F855](#) - Standard Specifications for Temporary Protective Grounds to Be Used on De-energized Electric Power Lines and Equipment;

ASTM [F1826](#) - Standard Specifications for Live Line and Measuring Telescoping Tools;

ASTM [F2320](#) - Standard Specification for Rubber Insulating Sheeting;

IEC [60903](#) - Live Working - Electrical Insulating Gloves;

IEC [60079-17](#) - Explosive Atmospheres - Part 17: Electrical Installations Inspection and Maintenance;

IEC [60855-1](#) - Live Working - Insulating Foam-filled Tubes and Solid Rods - Part 1: Tubes and Rods of a Circular Cross-section;

IEC [61010-1](#) - Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control and Laboratory Use - Part 1: General Requirements;

IEC [61230](#) - Live Working - Portable Equipment for Earthing or Earthing and Short-Circuiting;

IEC [61478](#) - Live Working - Ladders of Insulating Material;

IEEE [1584.1](#) - Specification of Scope and Deliverable Requirements for an Arc-Flash Hazard Calculation Study in Accordance with IEEE Std 1584™;

NFPA [70E](#) - Standard for Electrical Safety in the Workplace;

NORMAM [1/DPC](#) - Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação em Mar Aberto.

3 Termos e Definições

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

3.1

alta tensão

conforme critérios estabelecidos na [NR-10](#)

3.2**ATPV (“Arc Thermal Performance Value” - Valor de Proteção Térmica do Arco Elétrico)**

energia incidente no material que resulta em transferência de calor suficiente para causar queimaduras de segundo grau

3.3**arco elétrico**

fluxo de corrente elétrica através do ar entre 2 condutores ou 1 condutor e a terra, liberando uma grande quantidade de energia em um tempo pequeno, resultando em altas temperaturas e expansão violenta da massa de ar no ambiente

3.4**baixa tensão**

conforme critérios estabelecidos na [NR-10](#)

3.5**nível de proteção**

termo que define a faixa de energia que uma vestimenta de proteção é capaz de suportar contra os efeitos da energia incidente de um arco elétrico. Substituiu o termo “categoria de risco”

3.6**distância segura de aproximação para atividades sujeitas a arco elétrico**

entorno de uma fonte de arco elétrico dado por uma distância limite de aproximação, onde uma pessoa pode receber uma queimadura de segundo grau se um arco elétrico vier a ocorrer. Esta distância limite é calculada para um nível de energia incidente de no máximo $1,2 \text{ cal/cm}^2$ ou 5 J/cm^2 .

3.7**distância de trabalho**

menor distância do corpo do trabalhador para uma possível fonte geradora de arco elétrico de um painel elétrico, na tarefa específica a ser executada, tais como o painel com porta aberta ou tampa retirada

3.8**energia incidente**

energia convectiva e radiante sob condições controladas de laboratório, cujos resultados são utilizados para aperfeiçoar as combinações e os projetos das vestimentas de proteção e EPI, cujos valores são utilizados para estabelecer os níveis de proteção contra a energia incidente de um arco elétrico. A norma IEEE [1584](#) estabelece um método de cálculo de energia incidente proveniente de arcos elétricos, referenciada pela NFPA [70E](#).

3.9**fogo repentino**

reação de combustão acidental extremamente rápida devido à presença de materiais combustíveis ou inflamáveis desencadeada pela energia de uma centelha ou fonte de calor

3.10**habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores**

conforme critérios estabelecidos na [NR-10](#)

3.11**ignífugo**

dificulta ou não permite a propagação da combustão

3.12**materiais isolantes**

material destinado a prover isolamento elétrico conforme critérios normalizados para suas características, ensaios e manutenção

3.13**materiais não condutores**

materiais não destinados a conduzir corrente elétrica

3.14**monitor de arco**

sensores que atuam desligando os disjuntores na presença de altas correntes e luz

3.15**painel elétrico**

conjunto de manobra e controle em invólucro, com forma construtiva do tipo autossustentável ou fixados em uma estrutura

3.16**proteção passiva para painéis elétricos ou cubículos**

soluções incorporadas aos painéis elétricos ou cubículos com o objetivo de extinção do foco de incêndio no local de origem, evitando a propagação das chamas, calor e fumaça para outros compartimentos ou cubículos, mantendo assim a integridade da instalação elétrica ou da subestação.

3.17**rompimento (“breakopen”)**

critério de ensaio que define que qualquer abertura ocorrida na camada interna da vestimenta de segurança, em contato com a pele (próximo à parte protegida), maior do que 1,61 cm² de área ou rasgo maior do que 2,54 cm de comprimento significa que o nível de energia é superior ao especificado na norma de ensaio específica, portanto a vestimenta não está apta para utilização no nível de energia do ensaio

3.18**vestimentas de proteção resistente a fogo (RF)**

constituídas de materiais ignífugos com o objetivo de proteger a vestimenta de proteção contra altas temperaturas por um determinado período de tempo, para utilização por bombeiros no combate à chama e incêndios estruturais

3.19**vestimentas de proteção contra fogo repentino (FR)**

constituída de materiais ignífugos com o objetivo de proteger o trabalhador de uma condição inesperada de explosão de nuvem de gás ou vapor inflamável. Sua proteção contra altas temperaturas é restrita aos primeiros 3 segundos, tempo considerado superior àquele de uma explosão.

4 Requisitos de Projeto**4.1 Requisitos Gerais**

4.1.1 Para novos projetos de painéis elétricos das classes até 24 kV, durante os períodos de intervenção, estes devem possuir nível de energia incidente inferior ao nível de proteção das vestimentas 'AE - 2' (até 33,47 J/cm² ou 8 cal/cm²), inclusive para os novos painéis instalados em subestações existentes. Para novas colunas de ampliação de painéis existentes, na impossibilidade de atender a este requisito, deve possuir o menor nível de energia incidente possível, não sendo admitido que o nível de energia incidente seja superior ao nível de proteção das vestimentas 'AE - 4'.

4.1.2 Para novos projetos de painéis elétricos das classes acima de 24 kV, durante os períodos de intervenção, estes devem possuir nível de energia incidente inferior ao nível de proteção das vestimentas AE - 2 (até 33,47 J/cm² ou 8 cal/cm²). Na impossibilidade de atender a este requisito, deve possuir o menor nível de energia incidente possível, não sendo admitido que o nível de energia incidente seja superior ao nível de proteção das vestimentas 'AE - 4'.

4.1.3 Para instalações existentes, durante os períodos de intervenção, não sendo admitido que o nível de energia incidente seja superior ao nível de proteção das vestimentas 'AE - 4' (167,36 J/cm² ou 40 cal/cm²), conforme as faixas de energia incidente estabelecidas na NFPA 70E.

4.1.4 Para atingir os valores de energia incidente devem ser adotadas medidas mitigadoras em instalações existentes, tais como:

- a) reduzir a corrente de curto-circuito a arco elétrico;
- b) reduzir o tempo de atuação dos dispositivos de proteção para as correntes de curto circuito a arco elétrico;
- c) alteração da proteção de sobrecorrente temporizada ou instantânea, com novo ajuste temporário de "pick-up" e tempo;
- d) instalar monitor de arco;
- e) dispositivos que provocam curto proposital, sem arco elétrico, e o eliminam instantaneamente;
- f) reduzir a exposição dos trabalhadores ao risco de arco elétrico incidente na distância de trabalho, através da operação remota dos dispositivos de manobra.

4.1.5 O prontuário da NR-10 da instalação elétrica deve conter o documento denominado "estudo do potencial de risco de arco elétrico do sistema elétrico da instalação" conforme os cálculos previstos na IEEE 1584.1.

NOTA O método de cálculo descrito na norma IEEE Std. 1584-2002 possui limitações e não pode ser aplicada a todos os casos. Os limites estão descritos no item "5.1 – Ranges of models" da referida norma. Caso algum limite não esteja contemplado, utilizar os requisitos da NFPA 70E, em seu anexo D, conforme citado na tabela D.1.

4.1.6 A acessibilidade de painéis das classes 24 kV e 36 kV (LSC - "Loss of Service Continuity Category") deve ser categoria LSC2A.

NOTA O compartimento de cabos não pode estar energizado quando qualquer outro compartimento do mesmo cubículo estiver sendo acessado. Quando não forem do tipo "Gas Insulated Substation" (GIS), devem possuir construção com partição classe PM e resistentes a arco.

4.1.7 Para painéis elétricos com tensão igual ou menor do que 240 V, exceto quando estes forem alimentados por transformadores de potência maiores do que 125 kVA, pode ser desconsiderada a avaliação de arco elétrico e energia incidente, conforme IEEE 1584.1.

4.1.8 O cálculo de energia incidente para os painéis elétricos, ou cubículos de entrada, deve ser com base no sistema de proteção do equipamento ou cubículo à montante. O tempo de resposta da proteção, em geral, será maior e com maior nível de energia.

4.2 Painéis Elétricos

4.2.1 O painel elétrico em alta tensão (Centro de Distribuição de Cargas e Centro de Controle de Motores) deve possuir classificação para arco interno IAC (*“Internal Arc Classification”*), conforme PETROBRAS [N-317](#) e PETROBRAS [N-2817](#).

4.2.2 O painel elétrico em baixa tensão (Centro de Controle de Motores e Centro de Distribuição de Carga) deve ter classificação para arco interno conforme PETROBRAS [N-314](#) e PETROBRAS [N-316](#).

4.2.3 Os painéis elétricos devem ser identificados através de plaquetas, com marcação indelével, com o nível de tensão, nível de energia incidente e a distância segura de aproximação para atividades com porta aberta ou tampa removida, conforme Anexo A.

4.2.4 O painel elétrico certificado para arco elétrico não é considerado protegido se a porta estiver aberta ou alguma tampa removida.

NOTA Medidas de controle previstas no projeto do painel certificado (desde que ativadas, adotadas, bloqueios efetivados e sinalizados), tais como ativação de controles para operações de manutenção associados a proteções através de relés de entrada e *“tie”* etc. podem ser considerados nos cálculos de arco elétrico para cálculo da vestimenta de segurança. Estas ações podem reduzir o nível de proteção dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) do trabalhador. Para estes casos os cálculos e documentações devem fazer parte do prontuário, assim como procedimentos escritos da sequência de ativação, evidências do treinamento dos operadores envolvidos nas atividades e placas de sinalização de advertência nos painéis elétricos.

4.2.5 Os serviços rotineiros de interdição e liberação de gavetas e cubículos de painéis elétricos, desde que todas as portas estejam fechadas e tampas instaladas, necessitam de vestimentas de proteção com nível de proteção mínimo ‘AE – 2’ e EPI conforme esta Norma. São exemplos destes serviços:

- a) acionamento externo de alavancas;
- b) manoplas rotativas para desligamento de disjuntores ou chaves seccionadoras;
- c) colocação de cadeados;
- d) colocação de sinalização de segurança.

4.2.6 Cuidados adicionais devem ser adotados quanto aos aspectos ergonômicos em projetos e atividades relacionados a painéis elétricos, em especial o atendimento a [NR-17](#), PETROBRAS [N-2429](#) e ABNT [NBR 10898](#).

4.2.7 As portas dos compartimentos para os disjuntores, contadores ou gavetas devem permitir a colocação de cadeado, travando-a na posição “extraído”. Na posição “inserido” a porta do compartimento deve ficar impossibilitada de ser aberta.

5 Requisitos Operacionais

5.1 Requisitos Gerais

5.1.1 São exemplos de atividades com risco de arco elétrico, porém não limitados a estes:

- a) trabalhos em painel do tipo CCM com tensão superior a 240 V c.a. e inferior a 600 V c.a.:
 - trabalho em compartimentos ou cubículos de controle em painéis não compartimentados;

- inserção e remoção de gavetas de painel aberto;
- trabalho em parte energizada exposta, inclusive teste de tensão;
- aplicação de aterramento provisório após teste de tensão;
- remoção de coberturas aparafusadas que exponham partes energizadas;
- dispositivos de seccionamento, tal como, chaves de aferição e comutadora instalados no lado interno dos painéis;
- b) trabalhos em painéis do tipo CDC com disjuntores com tensão superior a 240 V c.a. e inferior a 600 V c.a.:
 - trabalho em parte energizada exposta, inclusive teste de tensão;
 - trabalho nos circuitos de controle expostos com tensão superior a 120 V c.a. ou 125 V c.c.;
 - inserção e remoção de disjuntores com portas abertas;
 - aplicação de aterramento provisório após teste de tensão;
 - remoção de coberturas aparafusadas que deixem expostos barramentos energizados;
 - dispositivos de seccionamento, tal como, chave comutadora do transformador de corrente;
- c) trabalhos em painéis do tipo CCM com tensão de 2,3 kV até 7,2 kV:
 - operação de contator com a porta aberta;
 - trabalho em parte energizada exposta, inclusive teste de tensão;
 - trabalho nos circuitos de controle com tensão superior a 120 V c.a. ou 125 V c.c. exposta;
 - inserção e remoção dos contatores e disjuntores dos painéis com a porta aberta;
 - aplicação de aterramento provisório após teste de tensão;
 - remoção de coberturas aparafusadas que deixem expostos barramentos energizados;
 - abertura de coberturas com dobradiças que exponham barramentos ou partes energizadas;
 - dispositivos de seccionamento, tal como, chave comutadora do transformador de corrente;
- d) trabalho em painel blindado ou “metal clad” com tensão superior a 1 kV:
 - operação de disjuntor ou chave fusível com portas abertas;
 - trabalho em parte energizada exposta, inclusive teste de tensão;
 - trabalho nos circuitos de controle com tensão superior a 120 V c.a. ou 125 V c.c. exposta;
 - inserção e remoção de disjuntor dos painéis com a porta aberta;
 - aplicação de aterramento provisório após teste de tensão;
 - remoção de coberturas aparafusadas que deixem expostos barramentos energizados;
 - abertura de coberturas com dobradiças que exponham barramentos ou partes energizadas;
 - abertura de compartimentos de transformadores de tensão ou controle de transformadores de potência;
 - dispositivos de seccionamento, tal como, chave comutadora do transformador de corrente;
- e) trabalhos em outros equipamentos elétricos, tais como:
 - trabalho em parte energizada exposta, inclusive teste de tensão;
 - remoção de coberturas aparafusadas que exponham barramentos ou partes energizadas;
 - abertura de coberturas com dobradiças que exponham barramentos ou partes energizadas;
 - abertura operação de chave seccionadora com porta aberta;
 - dispositivos de seccionamento, tal como, chave comutadora do transformador de corrente;
- f) trabalhos de termografia com porta aberta ou tampa retirada:
 - inspeção;
 - manutenção;
- g) trabalhos de montagem e desmontagem de duto de exaustão com painel energizado;
- h) outras atividades que a análise de risco da unidade operacional contemple.

- i) atividades envolvendo extra baixa tensão em corrente contínua (Até 125 Vc.c.), como serviços em sala de baterias e em circuitos de comando de disjuntores.

NOTA Quando de extração e inserção de gavetas ou componentes, ou mesmo manutenção em painéis elétricos energizados, a sala deve estar desocupada de pessoas estranhas a operação ou se colocarem em uma posição e distância seguras considerando o nível de energia incidente com a porta do painel aberta.

5.1.2 A execução de serviços de inspeção, manutenção ou montagem, em compartimentos ou cubículos somente com dispositivos e circuitos de baixa tensão, compartimentados e separados dos compartimentos que contém os barramentos de força, deve ser realizada com a utilização de EPI completos contra arco elétrico, com nível de proteção mínimo 'AE – 2'. A execução destes serviços somente pode ser executada se, e unicamente se, os cubículos que contenham os barramentos de força estiverem com todas as suas portas fechadas e tampas colocadas. São exemplos deste tipo de compartimento de baixa tensão os cubículos para instalação de componentes tais como:

- a) relés de proteção;
- b) LED (*Light Emitting Diode*);
- c) medidores;
- d) "switches" ópticos;
- e) conversores de protocolo;
- f) conversores de sinais eletro-óptico;
- g) transdutores e respectivos bornes terminais, contendo somente cabos de cobre ou ópticos para circuitos de proteção, controle, comando, medição, intertravamento e automação.

5.2 Operação e Manutenção Seguras das Instalações

5.2.1 Para operação e manutenção segura das instalações elétricas devem ser atendidos os requisitos estabelecidos na [NR-10](#).

5.2.2 Não são admitidas intervenções em painéis energizados com energia incidente superior a $167,36 \text{ J/cm}^2$ (ou 40 cal/cm^2). Deve ser avaliada a redução desta energia, mesmo com perda da seletividade, através dos seguintes métodos:

- a) alteração do grupo de ajuste do rele 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; ou
- b) utilização de sistema portátil de monitor de arco atuando sob o sistema de proteção.

5.2.3 Caso os métodos de redução dos níveis de energia indicados em 5.2.2 não sejam implantados, os serviços de manutenção ou intervenções de operação devem ser realizados somente com o painel desenergizado.

5.2.4 Somente é permitida a permanência na área de proteção contra arco elétrico, quando exposto ao risco, das pessoas devidamente autorizadas e utilizando vestimentas de segurança contra arco elétrico com nível de proteção adequado à instalação, além dos EPI especificados para este serviço.

NOTA 1 A unidade deve buscar alternativa para desocupação total das subestações. Para projetos novos os sistemas de controle devem ser instalados em ambientes segregados dos sistemas de potência.

NOTA 2 As salas de painéis elétricos e de automação não devem ser utilizadas como local de emissão de Permissão de Trabalho (PT) e qualquer outra finalidade estranha a função.

NOTA 3 Não devem ser permitidos bebedouros, geladeiras, pontos de café, material de limpeza, ferramentas e qualquer outro material estranho ao ambiente no interior das salas de controle e de painéis elétricos e de automação.

NOTA 4 Em ambientes existentes de salas de controle e painéis elétricos e de automação simultâneos, a mesa do operador deve estar a uma distância e posição tal que não fique diretamente em frente ou atrás dos painéis, ou seja, na distância de um possível arco elétrico, não atrapalhando a circulação de pessoas e a evacuação da sala em caso de emergência.

5.2.5 Os serviços em instalações elétricas energizadas sujeitas a risco de arco elétrico de 8 cal/cm^2 ou maior não devem ser realizados individualmente. São exemplos destas atividades e serviços:

- a) serviços de inserção e extração de gavetas, contadores e disjuntores;
- b) manobras locais de disjuntores e chaves seccionadoras de alta tensão;
- c) teste de tensão.

NOTA Para serviços não sujeitos a arco elétrico esta subseção não se aplica.

5.2.6 Todos os dispositivos de proteção devem ser mantidos em perfeita condição de operação, calibrados e dentro de sua faixa de atuação.

5.2.7 Os procedimentos para intervenções em sistemas elétricos devem ser com base nos resultados de uma análise de risco estruturada, conforme o nível da intervenção.

5.2.8 A Permissão de Trabalho (PT) deve ser específica para os serviços em eletricidade e seguir a PETROBRAS [N-2162](#).

5.2.9 Durante as intervenções devem estar disponíveis os equipamentos de proteção e dispositivos de segurança capazes de mitigar os riscos previstos na análise de risco, tais como: bastão de resgate, detector de tensão, conjunto de aterramento temporário e, quando aplicável, tapete isolante. Devem atender aos requisitos do Anexo B. Outras proteções podem ser exigidas pela análise de riscos da Unidade.

5.2.10 Somente devem ser consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho, mediante os procedimentos apropriados, conforme sequência a seguir:

- a) seccionamento;
- b) impedimento de reenergização, através de bloqueio com cadeados ou sistema similar;
- c) constatação da ausência de tensão e tensão residual;

NOTA É recomendado a utilização de um instrumento de medição de campo elétrico (sem contato físico com a parte do circuito com potencial de estar energizada).

- d) instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos;
- e) proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada;
- f) dispositivos de travamento ou bloqueio, tal como cadeado, devem ser utilizados em conjunto com as etiquetas de advertência, conforme PETROBRAS [N-2162](#).

5.2.11 O estado de instalação desenergizada deve ser mantido até que a autorização para reenergização seja liberada e deve respeitar a sequência de procedimentos abaixo:

- a) retirada das ferramentas, utensílios e equipamentos;
- b) retirada da zona controlada de todos os trabalhadores não envolvidos no processo de reenergização;
- c) remoção do aterramento temporário, da equipotencialização e das proteções adicionais;
- d) remoção da sinalização de impedimento de reenergização;

e) desbloqueio, se houver, e religação dos dispositivos de seccionamento.

5.2.12 Alterações no sistema de geração, alterações na topologia da rede de distribuição ou alterações no ajuste de proteção, geram a reavaliação da energia de arco incidente dos painéis elétricos e não deve ultrapassar os limites máximos especificados nesta norma.

5.2.13 Para atividades de manobras devem ser utilizados os EPI adequados aos níveis de energia incidentes calculados, conforme estabelecido nesta Norma.

5.2.14 As inspeções de conformidade à [NR-10](#) devem ser realizadas conforme padrões corporativos de cada área de negócio, dentro dos prazos legais e na ausência destes a cada 3 anos, e as instalações elétricas em atmosferas explosivas devem ser inspecionadas periodicamente ou passar por supervisão contínua conforme ABNT [NBR IEC 60079-17](#).

NOTA 1 É recomendado que as inspeções sejam realizadas pelo setor de manutenção elétrica e instrumentação, associados a estes ou equivalente. **[Prática Recomendada]**

NOTA 2 É recomendado que a área corporativa da Área de Negócios (AN) realize auditorias amostrais para verificar a conformidade das inspeções. **[Prática Recomendada]**

5.2.15 Serviços em extra baixa tensão de corrente contínua (até 125 Vc.c.) estão sujeitos a risco de arco elétrico e os trabalhadores devem utilizar luvas isolantes. Nos casos onde é exigido sensibilidade apurada, como serviços em testes funcionais de comandos de disjuntores de CDC, é recomendado a utilização de luvas de isolamento elétrico de proteção compostas, conforme ET disponível no CANAL FORNECEDOR.

5.3 Sala de Painéis e Subestação

Aplicar os critérios descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Requisitos de Segurança

Situação	Problema potencial	Riscos	Recomendação
Painel ensaiado para resistência a arco elétrico	Distância entre o "flap" de exaustão e teto menor que a recomendada pelo fabricante	Risco de incêndio e acidente pessoal	Instalar dutos de gases quentes direcionados para uma área adequada, segura e não classificada
	Cabos na área de escape de gases	Risco de incêndio	Realocar o bandejamento ou instalar dutos de exaustão. (ver NOTA)
NOTA Na impossibilidade destas soluções, proteger os cabos ("fireproofing").			