

**NORMAS TÉCNICAS
INTERNACIONAIS SOBRE
MUNIÇÃO**

**IATG
05.40**

2a Edição
01-02-2015

**Normas de segurança para
instalações elétricas**

Alerta

Este documento é válido a partir da data indicada em sua capa. Como as Orientações Técnicas Internacionais sobre Munição (IATG) são submetidas a revisões regulares, os usuários devem consultar o site do projeto IATG (<http://www.un-arm.org>) a fim de verificar a situação atual, ou o site do Departamento das Nações Unidas para Questões de Desarmamento de Armas Convencionais, em <http://www.un.org/disarmament>.

Nota de direitos autorais

Este documento é uma Norma Técnica Internacional sobre Munição (IATG) e seu direito autoral é protegido pela ONU. Não é permitido reproduzir, armazenar ou transmitir este documento em sua totalidade, ou trechos dele, de alguma forma, ou por qualquer meio, para qualquer outro fim sem a permissão prévia por escrito da UNODA, que age em nome da ONU.

Este documento não deve ser vendido.

Departamento das Nações Unidas para Questões de Desarmamento
Sala S-3120, ONU, Nova York, NY 10017, EUA

E-mail: un-arm@un.org
Telefone: (+1) (212) 963 5876
Fax: (+1) (212) 963 5369

Sumário

Sumário.....	ii
Prefácio.....	vi
Introdução (NÍVEL 2).....	vii
Normas de segurança para instalações elétricas.....	1
1 Escopo.....	1
2 Referências normativas.....	1
3 Termos e definições.....	1
4 Categorias Elétricas (NÍVEL 2).....	2
4.1 Áreas de categoria mista (NÍVEL 2).....	2
4.2 Sublimação de explosivos (NÍVEL 3).....	2
4.3 Seleção da categoria elétrica (NÍVEL 2).....	2
4.4 Categoria A e padrões elétricos associados (NÍVEL 3).....	2
4.4.1. Prédios e instalações próximos a áreas de Categoria A.....	2
4.5 Categoria B (NÍVEL 2).....	3
4.5.1. Construções e instalações próximas a áreas da Categoria B.....	3
4.6 Categoria C (NÍVEL 2).....	3
4.6.1. Edifícios e instalações próximas a área da Categoria C.....	4
4.7 Categoria D (NÍVEL 2).....	4
4.8 Áreas mistas de Categorias A e B (NÍVEL 3).....	4
4.9 Temperatura de superfície dos equipamentos (NÍVEL 3).....	4
4.10 Proteção elétrica específica para zonas da Categoria A (NÍVEL 3).....	5
4.11 Compatibilidade eletromagnética (EMC) (NÍVEL 2).....	5
4.11.1. Níveis de compatibilidade em edifícios de armazenamento (NÍVEL 2).....	6
4.11.2. EMC em edifícios de processamento – munição não conectada a equipamentos elétricos.....	6
4.11.3. EMC em edifícios de processamento – munição conectada a equipamentos elétricos.....	6
5 Projeto, construção e restrições de uso de equipamentos elétricos.....	6
5.1 Índice de proteção (IP) (NÍVEL 3).....	7
5.2 Equipamento elétrico fixo e portátil (NÍVEL 2).....	8
5.3 Equipamento elétrico fixo.....	8
5.3.1. Equipamentos de ar condicionado, de aquecimento e de controle de umidade (NÍVEL 2).....	8
5.3.2. Luminárias (NÍVEL 2).....	9
5.3.3. CFTV, equipamentos de comunicação e sistemas de alarme (NÍVEL 2).....	10
5.3.4. Equipamento de selagem por calor (NÍVEL 2).....	10
5.4 Equipamento elétrico portátil.....	10
5.4.1. Itens que emitem radiação de radiofrequência (RF) (NÍVEL 2).....	10
5.4.2. Equipamento portátil operado alimentado (NÍVEL 2).....	10
5.4.3. Equipamento contendo baterias (NÍVEL 2).....	11
5.4.4. Equipamento de monitoramento ambiental (NÍVEL 3).....	11
5.4.5. Equipamento de teste de dispositivos eletroexplosivos (DEE) (NÍVEL 3).....	11
5.4.6. Equipamento médico pessoal.....	11
5.5 Computadores, equipamentos computadorizados e equipamentos de registro.....	12

5.5.1.	Visores de tubos de raios catódicos (CRT) (NÍVEL 2)	12
5.5.2.	Impressoras, telas de visores e outros periféricos (NÍVEL 2)	12
5.5.3.	Dispositivos de rastreamento patrimonial (NÍVEL 3)	12
5.6	Veículos e EMM (NÍVEL 2)	12
6	Encomendando, testando e inspecionado equipamentos elétricos	12
6.1	Precauções de segurança (NÍVEL 1).....	12
6.1.1.	Segurança elétrica (NÍVEL 2).....	13
6.2	Inspeção e teste.....	14
6.2.1.	Pessoal qualificado (NÍVEL 2)	14
6.2.2.	Requisitos de frequência e teste (NÍVEL 2)	14
6.2.3.	Inspeções visuais	14
6.2.4.	Teste continuado.....	14
6.2.5.	Testes de isolamento	14
6.2.6.	Sistemas de proteção contra raios (SPR).....	14
6.2.7.	Piso antiestático	15
6.2.8.	Piso condutor	15
6.2.9.	Dispositivo contra Corrente Residual (DCR).....	15
6.2.10.	Comunicações, alarmes de incêndio e intrusos e instalações elétricas	15
6.2.11.	Outros testes elétricos.....	15
6.2.12.	Cabos de energia flexíveis.....	16
6.2.13.	Guindastes e aparelhos de içamento.....	16
6.2.14.	Teste de calçados de condução.....	16
6.2.15.	Teste de calçados antiestáticos	16
6.2.16.	Teste de correias transportadoras	16
6.2.17.	Manutenção de registros.....	17
7	Fornecimento de energia.....	17
7.1	Fornecimento externo e cabos de energia suspensos (NÍVEL 3).....	17
7.1.1.	Riscos dos explosivos aos cabos de energia	17
7.1.2.	Riscos dos cabos de energia aos explosivos	17
7.1.3.	Fornecimento de eletricidade a áreas de explosivos e cabeamento	17
7.1.4.	Cabos suspensos e colunas de iluminação	18
7.1.5.	Cabos suspensos atravessando estradas e ferrovias	18
7.2	Localização da produção de energia e do equipamento de distribuição (NÍVEL 2).....	18
7.3	Fornecimento interno de energia em instalações de explosivos (NÍVEL 2).....	19
7.3.1.	Aterramento de instalações de explosivos (NÍVEL 3).....	19
7.3.2.	Disjuntores	19
7.3.2.1.	Disjuntores-mestre.....	19
7.3.2.2.	Outros disjuntores.....	19
7.3.2.3.	Instalações inabitadas	19
7.3.3.	Circuitos finais.....	20
7.3.4.	Dispositivos contra corrente residual (DCR)	20
7.3.5.	Tomadas elétricas	20
7.3.6.	Proteção transitória e contra sobretensão e níveis de proteção	20
7.3.6.1.	Proteção em instalações de explosivos.....	21

7.3.6.2.	Proteção durante operações de explosivos, tempestades e horas de silêncio.....	21
7.3.6.3.	Aterramento de dispositivos de proteção contra sobretensão.....	21
7.3.7.	Sistemas de cabeamento e fiação e seu uso em áreas de explosivos.....	21
7.3.7.1.	Compatibilidade química.....	21
7.3.7.2.	Tipos de sistemas de fiação e cabeamento e seus usos em áreas categorizadas.....	22
7.3.7.3.	Cabos utilizados em sistemas conduítes e de sistema de calhas.....	22
7.3.8.	Padrões de conduítes.....	22
7.3.8.1.	Requisitos da Categoria B.....	23
7.3.8.2.	Requisitos das Categorias C e D.....	23
8	Sistemas de proteção contra raios (SPR) (NÍVEL 2).....	23
8.1	Proteção externa.....	23
8.1.1.	Probabilidade de raios.....	23
8.1.2.	Risco de explosão.....	23
8.1.3.	Instalações que podem não requerer proteção (NÍVEL 2).....	24
8.2	Tipos de proteção externa contra raios.....	24
8.2.1.	Gaiola de Faraday.....	25
8.2.2.	Outros modelos.....	25
8.3	Proteção interna (NÍVEL 2).....	25
8.3.1.	Ligação e isolamento.....	25
8.3.1.1.	Munição em teste, montagem ou reparo.....	25
8.3.2.	Munição armazenada.....	26
8.3.3.	Conexões a pisos antiestáticos e/ou condutores.....	26
8.3.4.	Instalações sem SPR externo.....	26
8.4	Riscos dos raios ao pessoal (NÍVEL 1).....	26
8.4.1.	Avaliação de riscos.....	27
8.4.2.	Tornando a instalação de explosivos segura no caso de uma tempestade (NÍVEL 1).....	27
8.4.2.1.	Depósitos.....	27
8.4.2.2.	Depósitos abertos.....	27
8.4.2.3.	Instalações de processamento.....	27
8.4.2.4.	Áreas de guarda e reagrupamento.....	27
9	Operação de regimes de condução e antiestáticos (NÍVEL 2).....	28
9.1	Definição técnica de regimes e segurança antiestática.....	28
9.2	Fontes de eletricidade estática e medidas de controle.....	29
9.2.1.	Pessoal (NÍVEL 2).....	29
9.2.2.	Equipamento (NÍVEL 2).....	29
9.2.3.	Bancadas (NÍVEL 2).....	29
9.2.4.	Racks (LEVEL 2).....	29
9.2.5.	Equipamento especializado (NÍVEL 2).....	30
9.2.6.	Umidade relativa (UR) (NÍVEL 1).....	30
9.2.7.	Medidor de teste de pessoal da área de risco (HAPTM) (NÍVEL 2).....	30
9.2.8.	Aterramento.....	31
9.3	Regime e precauções antiestáticos (NÍVEL 2).....	31
9.3.1.	Piso.....	31
9.3.2.	Calçados e vestimenta.....	31

9.3.3.	Outros materiais	32
9.3.4.	Umidade relativa	32
9.3.5.	Pulseiras e tornozeleiras	32
9.3.6.	Teste de equipamentos antiestáticos antes do uso	32
9.4	Regime e precauções de condução (NÍVEL 2)	32
9.4.1.	Piso	32
9.4.2.	Calçados e vestimentas	32
9.4.3.	Outros materiais	33
9.4.4.	Umidade relativa	33
9.4.5.	Restrições de equipamentos e aterramento efetivo.....	33
9.5	Áreas de condução mista ou híbrida.....	33
9.5.1.	Marcação e mistura de diferentes regimes eletrostáticos	33
9.5.2.	Regimes mistos e uso de equipamento portátil	34
9.6	Segurança do pessoal e verificações de segurança (NÍVEL 2)	34
9.6.1.	Dispositivos contra corrente residual (DCR)	34
9.6.2.	Equipamentos elétricos	34
9.7	Ligação elétrica de pisos antiestáticos e condutores (NÍVEL 2)	34
9.7.1.	Piso da instalação e interface de cobertura de proteção	34
9.7.2.	Aterragem e ligação	35
9.7.3.	Materiais de ligação e dimensões	35
9.7.4.	Manutenção da superfície de proteção	35
	Anexo A (normativo) Referências	35
	Anexo B (informativo) Referências	37
	Anexo C (informativo) Sistemas de proteção contra raios (SPR)	38
	Apêndice 1 do Anexo C (informativo) Projetos de SPR	47
	Anexo D (informativo) Regulamentações aplicáveis da UE	54
	Anexo E (informativo) Seleção de categorias elétricas corretas	56
	Anexo F (informativo) Requisitos de acessórios e equipamentos elétricos de Categoria C.....	57
	Anexo G (informativo) Requisitos de acessórios e equipamentos elétricos de Categoria D	59
	Anexo H (informativo) Aferição da resistência de pisos de condução e antiestáticos	60

Prefácio

A Resolução 61/72¹ da Assembleia Geral solicitou que o Secretário-Geral estabelecesse um grupo de especialistas governamentais para pensar nos passos seguintes para melhorar a cooperação quanto à questão do armazenamento de excedente de munição convencional. O relatório do grupo² até a 63ª sessão da Assembleia Geral apresentou um panorama abrangente dos problemas que surgem do acúmulo de estoque excedente de munição convencional. O grupo observou que a cooperação relativa à gestão eficiente do armazenamento precisa endossar uma abordagem de “gestão total”, indo desde categorização e sistemas contábeis, essenciais para garantir o manuseio e o armazenamento seguros e para identificar excessos, até sistemas de segurança física e procedimentos de vigilância e testes para avaliar a estabilidade e a confiabilidade da munição. O grupo recomendou especificamente que se desenvolvessem orientações técnicas adequadas.

A 63ª sessão da Assembleia Geral adotou a Resolução A/RES/63/61,³ que recebeu o relatório do grupo de especialistas governamentais e encorajou fortemente os Estados a implantarem suas recomendações. Isso propiciou as condições para o desenvolvimento de orientações técnicas adequadas.⁴

O trabalho de preparar e revisar essas orientações foi conduzido por um Painel de Revisão Técnica (TRP), com apoio de organizações internacionais, governamentais e não governamentais. A última versão de cada orientação, junto com a informação a respeito do trabalho do grupo de revisão técnica, pode ser encontrada em <http://www.un-arm.org>. A IATG será revisada pelo menos a cada cinco anos para refletir novas normas e práticas de gestão do armazenamento de munição convencional e para incorporar mudanças devidas a emendas adequadas a regulamentos e requisitos internacionais.

¹ Assembleia Geral da ONU. Resolução A/RES/61/72, *Problemas decorrentes da acumulação de estoques de munição convencional em excesso*. 6 dez. 2006.

² Assembleia Geral da ONU. A/63/182, *Problemas decorrentes da acumulação de estoques de munição convencional em excesso*. 28 jul. 2008. (Relatório do Grupo de Especialistas Governamentais).

³ Assembleia Geral da ONU. Resolução A/RES/63/61, *Problemas decorrentes da acumulação de estoques de munição convencional em excesso*. 12 jan. 2009.

⁴ Para facilitar é referido como Normas Técnicas Internacionais sobre Munição (IATG).

Introdução (NÍVEL 2)

Estas IATG⁵ descrevem os requisitos e normas para instalações elétricas, proteção contra raios, proteção eletrostática e equipamentos elétricos/eletrônicos em locais subterrâneos ou de superfície que contenham ou possam conter explosivos. Esses locais incluem edifícios e instalações de armazenamento, processamento e manuseio de munição e aeródromos.

⁵ Devido à complexidade dessa questão e à profundidade de informações necessária, estas IATG foram adaptadas principalmente do JSP 482, Capítulo 8 do Reino Unido.

Normas de segurança para instalações elétricas

1 Escopo

Estas IATG descrevem as normas de segurança elétrica que devem ser utilizados em instalações de explosivos de tipos diversos. As IATG não se aplicam às instalações que não contêm explosivos, mesmo que estejam em uma área de explosivos. Entretanto, a instalação elétrica e quaisquer equipamentos utilizados nesses edifícios devem satisfazer os requisitos legais e especificações da autoridade técnica nacional para garantir que não representem um risco para instalações de explosivos. Essas regulamentações devem ser lidas em conjunto com a legislação relevante da autoridade técnica nacional e com as normas internacionais.

Uma lista das regulamentações da União Europeia está disponível a título meramente informativo no Anexo D, a fim de fornecer uma linha de base com a qual as regulamentações nacionais podem ser comparadas.

2 Referências normativas

Os documentos referidos são indispensáveis para a aplicação deste documento. Para referências datadas, aplica-se apenas a edição citada. Para referências não datadas, deve-se utilizar a última edição do documento referido (inclusive qualquer emenda).

No Anexo A é apresentada uma lista de referências normativas. Referências normativas são documentos importantes a que esta orientação recorre e que fazem parte das disposições desta orientação.

No Anexo B é apresentada outra lista de referências informativas, na forma de bibliografia, que lista outros documentos que contêm informações úteis sobre os tipos de edifícios que podem ser utilizados para o armazenamento e o processamento de munição e explosivos.

3 Termos e definições

Para os fins desta orientação, são utilizados os seguintes termos e definições, assim como a lista mais abrangente apresentada em IATG 01.40:2015(E) *Termos, definições e abreviaturas*.

O termo “autoridade técnica nacional” refere-se a *departamento(s), organização(ões) ou instituição(ões) governamental(is) responsável(is) pela regulação, pela gestão, pela coordenação e pela operação de atividades de armazenamento e manuseio de munição convencional*.

O termo “categoria elétrica” refere-se ao *padrão das instalações e equipamentos elétricos requerido em construções de explosivos. A categoria elétrica é a mesma que a categoria atribuída ao edifício ou área*.

O termo “instalação de explosivos” refere-se a *uma área que contém um ou mais locais propensos à explosão*.

Em todos os módulos das Normas Técnicas Internacionais sobre Munição, as palavras “deve”, “deveria”, “pode” e “poderia” são usadas para expressar diretrizes de acordo com seu uso nos padrões ISO.

- a) **“deve” indica uma exigência:** É usada para indicar exigências que devem ser seguidas a fim de obedecer ao documento e das quais não se permitem desvios.
- b) **“deveria” indica uma recomendação:** É usada para indicar que, entre diversas possibilidades, uma é recomendada como particularmente adequada, sem mencionar ou excluir outras, ou que determinada ação é preferível, mas não necessariamente exigida, ou que (na forma negativa, “não deveria”) certa possibilidade ou ação é censurável mas não proibida.

- c) **“pode” indica permissão:** É usada para indicar uma ação permitida dentro dos limites do documento.
- d) **“poderia” indica possibilidade ou capacidade:** É usada para afirmações de possibilidade e capacidade, seja material, física ou casual.

4 Categorias Elétricas (NÍVEL 2)

As áreas dentro de prédios ou instalações deveriam ser divididas em categorias de acordo com o tipo de explosivo armazenado ou manuseado e os processos realizados. As instalações e equipamentos elétricos deveriam ser da mesma categoria que a área na qual estão instalados ou são usados. A categoria de uma área ou construção deve ser exposta na entrada.

4.1 Áreas de categoria mista (NÍVEL 2)

Devido aos processos realizados, algumas instalações podem ter salas, células ou áreas que exigem diferentes categorias de explosivos. Uma barreira física deveria ser utilizada para definir as diferentes categorias, e deveria ser, no mínimo, uma porta e ter medidas suficientes para controlar a migração de pó ou vapores.

4.2 Sublimação de explosivos (NÍVEL 3)

São necessárias medidas especiais quando os explosivos são suscetíveis à sublimação. Não deveriam ser instalados equipamentos elétricos no edifício a menos que sejam absolutamente essenciais. Em tais circunstâncias, padrões cabíveis devem ser especificados em conjunto com o químico de explosivos, que precisará informar sobre as propriedades do explosivo no processo.

4.3 Seleção da categoria elétrica (NÍVEL 2)

O Anexo E contém um exemplo de um algoritmo de seleção, que pode ser empregado na seleção da categoria elétrica mais adequada. O algoritmo deveria estar de acordo com a legislação nacional e regulamentações que tratam de atmosferas de explosivos, graus de proteção contra ingresso e temperaturas máximas de superfície.

4.4 Categoria A e padrões elétricos associados (NÍVEL 3)

Áreas de Categoria A são edifícios de explosivos em que podem estar presentes gases e vapores. Também pode haver um perigo de pó e isso é tratado na Cláusula 4.8. As áreas de categoria A podem ser subdivididas em três zonas que codificam os diferentes graus de probabilidade com que as concentrações explosivas de gases e vapores podem surgir, tanto em termos de frequência de ocorrência quanto de duração provável da sua existência. Essas zonas são apresentadas na Tabela 1:

Zonas da Categoria A	Definição
Categoria A Zona 0	Uma área em que uma atmosfera de gás/vapor explosivo está presente continuamente ou por longos períodos.
Categoria A Zona 1	Uma área em que é provável que ocorra uma atmosfera inflamável na operação normal.
Categoria A Zona 2	Uma área em que não é provável que ocorra uma atmosfera inflamável na operação normal, mas, se ocorrer, existirá apenas por um curto período.

Tabela 1: Zonas elétricas da Categoria A

4.4.1. Prédios e instalações próximos a áreas de Categoria A

Instalações e equipamentos elétricos localizados fora do edifício ou em uma sala adjacente e separada deveriam ser do padrão da Categoria A se o perigo de gás ou vapor se estende para fora do edifício. A zona atribuída deveria se relacionar ao risco do tipo de atmosfera inflamável que ocorre no local. Pode ser necessário um grau de proteção adicional contra intempéries.

4.5 Categoria B (NÍVEL 2)

Áreas de categoria B existem quando o processamento e o manuseio de explosivos origina uma atmosfera e/ou de pó de explosivos criados por acumulação ou sedimentação. As áreas de Categoria B podem não abranger toda uma sala ou prédio se a extensão de qualquer atmosfera criada for limitada a uma área local, por exemplo, dentro de um exaustor.

Explosivos expostos que não dão origem a uma atmosfera ou perigo inflamável ou explosivo criado por acumulação ou sedimentação de pó durante o uso normal podem ser processados dentro de edifícios de explosivos da Categoria C.

Apenas itens e processamento de explosivos avaliados como capazes de gerar uma atmosfera ou perigo inflamável ou explosivo criado por acumulação ou sedimentação de pó durante o serviço normal precisam ser processados em instalações da Categoria B. Deveria notar-se que todos os explosivos, mesmo os propulsores de borracha, podem gerar pó. Explosivos como a nitroglicerina pode gerar um vapor que poderia se condensar em um explosivo líquido ou cristalino. A sublimação pode ocorrer durante os processos de fabricação.

No processo de tomada de decisão na categorização de um dispositivo explosivo, é importante abordar a embalagem/invólucro do dispositivo e sua capacidade de prevenir o egresso do pó em todo o espectro de seu ambiente de serviço. Dispersões acidentais de pó em um ambiente de Categoria B devem ser removidas imediatamente e com segurança.

As zonas da Categoria B estão resumidas na Tabela 2:

Zonas da Categoria B	Definição	Estanqueidade do Pó EN 60528
Zona 20 da Categoria B	Uma área em que uma atmosfera explosiva em forma de nuvem de pó combustível no ar está presente continuamente, por longos períodos ou frequentemente.	IP6X
Zona 21 da Categoria B	Uma área em que é provável que ocorra uma atmosfera explosiva em forma de nuvem de pó combustível no ar ocasionalmente na operação normal.	IP6X
Zona 22 da Categoria B	Uma área em que não é provável que ocorra uma atmosfera explosiva em forma de nuvem de pó combustível no ar na operação normal, e, se ocorrer, ela persistirá por pouco tempo.	IP5X

Tabela 2: Zonas elétricas da Categoria B

4.5.1 Construções e instalações próximas a áreas da Categoria B

Salas de máquinas associadas a construções de categoria B, mas sem acesso direto à área de explosivos e sem risco de migração de pó e vapor, não deveriam ser classificadas como áreas de explosivos. Os equipamentos elétricos instalados nessas áreas deveriam ser do padrão da Categoria D de explosivos, conforme especificado no Anexo G. Pode ser necessária proteção contra intempéries para as instalações ao ar livre.

4.6 Categoria C (NÍVEL 2)

A Categoria C é o padrão para todos os edifícios de explosivos em que não originam vapor inflamável ou pó explosivo à temperatura normal de armazenamento. Os equipamentos e instalações elétricas deveriam cumprir as especificações do Anexo F.

4.6.1. Edifícios e instalações próximas à área da Categoria C

Salas de máquinas associadas a edifícios da Categoria C, mas sem acesso direto à área de explosivos e sem risco de migração de pó e vapor, não deveriam ser classificadas como áreas de explosivos. Os equipamentos elétricos instalados nessas áreas deveriam ser do padrão da Categoria D de explosivos, conforme especificado no Anexo G. Pode ser necessária proteção contra intempéries para as instalações ao ar livre.

4.7 Categoria D (NÍVEL 2)

Este padrão se aplica a construções, salas etc. em que pequenas quantidades de explosivos, exceto a Divisão de Risco (DR) 1.1, são armazenadas como acordado com o chefe do estabelecimento e/ou a autoridade técnica nacional. Os explosivos não devem ser expostos e não devem originar vapor inflamável ou pó de explosivos. O padrão da Categoria D também se aplica a algumas salas de máquinas, mas não se destina a permitir o armazenamento de explosivos nessas salas. Os padrões de equipamentos elétricos estão no Anexo G.

4.8 Áreas mistas de Categorias A e B (NÍVEL 3)

Se for necessário classificar áreas como tendo ambas as atmosferas de vapor/gás e de pó inflamável, devem respeitar os requisitos para instalações de ambas as Categorias A e B. As normas da autoridade técnica nacional (ou, se necessário, normas internacionais) poderiam permitir que os riscos de gás e pó estivessem acomodados em um único design de equipamentos, e equipamentos elétricos que dão proteção tanto contra gás quanto contra pó estão amplamente disponíveis.

4.9 Temperatura de superfície dos equipamentos (NÍVEL 3)

As autoridades técnicas nacionais podem desenvolver suas próprias classificações de temperatura, mas a Tabela 3 abaixo apresenta os níveis de temperatura padrão máxima de superfície mais comumente usados.

Classe	Nível de Temperatura Máxima de Superfície (°C)
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

Tabela 3: Níveis de classificação de temperatura de superfície

As limitações de temperatura de superfície de projetos para equipamentos elétricos em condições normais não deveriam exceder o seguinte:

- para instalações de Categoria A, a Classe T apropriada ou 135°C, o que for menor;
- para instalações de Categoria B, 135°C;
- para instalações de Categoria C, 135°C, exceto radiadores de água ou de óleo, para os quais deveria ser 85°C; e
- para instalações de Categoria D, não há um número específico, mas podem seguir os limites para a Categoria D.

4.10 Proteção elétrica específica para zonas da Categoria A (NÍVEL 3)

As regulamentações da autoridade técnica nacional sobre proteção elétrica na Categoria A deveriam cumprir e aplicar os requisitos de proteção, conforme estabelecido a seguir, na Tabela 4. As normas EN apropriadas são apresentadas para possibilitar a comparação com as normas nacionais.

Tipo de Proteção	Símbolo	Descrição	Uso nas Zonas da Categoria A	Norma EN
Segurança Intrínseca	Ex ia	Limita a energia de faíscas e a temperatura, mas inclui condições de falha especificadas.	0,1 e 2	EN 60079-25:2004 EN 50020:2002
Segurança Intrínseca	Ex ib	Limita ambas a energia de faíscas e a temperatura.	1 e 2	EN 60079-25:2004 EN 50020:2002
Segurança Aumentada	Ex e	Sem arcos, faíscas ou superfícies quentes.	1 e 2	EN 60079-7:2003 EN 50019:2000
Imersão em Óleo	Ex o	Mantém o gás inflamável longe de superfícies quentes e equipamentos de ignição capaz.	1 e 2	EN 50015:1998
Encapsulação	Ex m	Mantém o gás inflamável longe de superfícies quentes e equipamentos de ignição capaz.	1 e 2	EN 60079-18:2004 EN 50028
Pó (Cheio de Quartzo / Areia)	Ex q	Contém uma explosão e extingue chamas.	1 e 2	EN 50017:1998
Aparelho Pressurizado	Ex p	Mantém o gás inflamável longe de superfícies quentes e equipamentos de ignição capaz.	1 e 2	EN 60079-2:2004 EN 50016:2002
Antideflagrante	Ex d	Contém uma explosão e extingue chamas.	1 e 2	EN 50018:2000 EN 6079-1:2004
Proteção Tipo "n" Antifaíscas Disjuntor Lacrado Limitação de Energia Pressurização Simplificada Respiração Restrita	Ex n Ex nA Ex nW Ex nL Ex nP Ex nR	Tipo de proteção aplicada a um aparelho elétrico de tal forma que, em funcionamento normal, não seja capaz de inflamar uma atmosfera explosiva ao redor e não seja provável que ocorra uma falha capaz de causar ignição.	2	EN 60079-15:2003 EN 50021:1999

Tabela 4: Requisitos elétricos da Categoria A

4.11 Compatibilidade eletromagnética (EMC) (NÍVEL 2)

Emissões eletromagnéticas de equipamentos elétricos usados em edifícios de explosivos deveriam ser controladas para assegurar a proteção de: 1) quaisquer dispositivos eletroexplosivos (DEE) na munição; 2) equipamentos eletrônicos e receptores de rádio associados às armas; e/ou 3) sistemas de controle nos edifícios de explosivos ou em suas redondezas.

A munição deveria ter seu circuito eletrônico avaliado em função de um ambiente de radiofrequência (RF) especificada pela autoridade técnica nacional. Isso é necessário, como parte da introdução no processo de serviço, para a munição em qualquer forma de embalagem, operação e teste. Quando embalada em seu recipiente aprovado, os estoques são normalmente considerados protegidos do ambiente eletromagnético (EM), mas quando está desembalada, em teste ou durante operações de processamento, sua suscetibilidade/vulnerabilidade eletromagnética pode ser considerada elevada.

Para evitar problemas de perigo de radiação (RADHAZ), os transmissores RF deliberados deveriam, em geral, ser proibidos em edifícios e áreas de armazenamento de explosivos (AAE). Isso inclui transmissores de baixa potência como os de sistemas de LAN sem fio e Wi-Fi e radiotransmissores pessoais. Entretanto, reconhece-se que alguns desses podem ser necessários em um AAE e edifícios e, portanto, podem ser permitidos após análise caso a caso.⁶

4.11.1. Níveis de compatibilidade em edifícios de armazenamento (NÍVEL 2)

Os níveis de desempenho de EMC de equipamentos elétricos em edifícios de armazenamento de explosivos deveriam cumprir os requisitos da autoridade técnica nacional. Como diretrizes, as normas da UE (EN) são demonstradas a seguir, no nível necessário para assegurar uma proteção tão baixa quanto razoavelmente praticável (ALARP).

- a) em edifícios de armazenamento, os equipamentos instalados e portáteis deveriam cumprir as especificações contidas na EN61000-6-1 e na EN61000-6-3; e
- b) os equipamentos mecânicos de manuseio (EMM) deveriam cumprir os requisitos de EMC da EN12895.

4.11.2. EMC em edifícios de processo – munição não conectada a equipamentos elétricos

Os níveis de desempenho de EMC de equipamentos elétricos em edifícios de processamento de explosivos deveriam cumprir os requisitos da autoridade técnica nacional. Como no item anterior, as normas EN foram incluídas para proporcionar uma diretriz:

- c) os equipamentos instalados permanentemente em edifícios de processamento mas não conectados eletricamente a itens de munição deveriam atingir os níveis especificados na EN61000-6-1 e EN61000-6-3;
- d) os EMM deveriam cumprir os requisitos de EMC da EN 12895; e
- e) os equipamentos portáteis deveriam cumprir os requisitos de EMC da EN 61000-6-1 e da EN 61000-6-3.

4.11.3. EMC em edifícios de processo – munição conectada a equipamentos elétricos

Equipamentos elétricos fixos ou portáteis conectados diretamente a uma arma⁷ em teste deveriam ter sua EMC testada pelo fabricante e a suscetibilidade a níveis de emissão de radiação e condução fornecida com a arma. Os testes e limites relevantes a serem usados devem ser aqueles aplicáveis à arma sendo testada e relevantes para o plano do teste aprovado.

Para linhas de fornecimento de energia que interagem apenas com o abastecimento interno da instalação, os testes e limites aplicados podem ser tirados da EN61000-6-1 e da EN61000-6-3, mas com a adição de testes transientes. É sugerido que o teste de suscetibilidade à radiação para todos os equipamentos conectados diretamente a sistemas de armas em edifícios de explosivos deva, no mínimo, usar uma força de campo de 20V/m de 1MHz a 1GHz.

5 Projeto, construção e restrições de uso de equipamentos elétricos

O fornecimento e manutenção de instalações elétricas e equipamentos para os padrões descritos nesta IATG é parte integral para o requisito de segurança para edifícios de explosivos. É essencial a aderência às normas da autoridade técnica nacional. Caso necessitem de amplificação, as normas internacionais podem ser aplicadas. Os pontos a seguir deveriam ser observados como sendo de especial importância:

⁶ Ver IATG 05.60 *Perigos da radiofrequência*.

⁷ Por exemplo, um míssil guiado, que é tanto uma arma quanto um item de munição.

- a) deve ser oferecida proteção contra sobrecarga, curto-circuito e falha de ligação à terra para garantir que não haja qualquer condição de falha;
- b) a contenção de superaquecimento ou faiscamento no interior de caixas de equipamentos durante o uso normal, além de quaisquer disposições especiais requeridas pelos padrões elétricos das Categorias A, B, C ou D.
- c) o uso de certos materiais, como ligas de metal leves, na construção de equipamentos para o uso em construções das Categorias A e B é proibido. A orientação deveria ser obtida por um especialista antes de ser feita a instalação ou alteração de equipamentos elétricos em tais construções;
- d) nenhum equipamento elétrico deveria ser instalado, levado para dentro ou usado em construções que contêm explosivos, a menos que especificamente permitido pela autoridade técnica nacional. Se tal equipamento não é vital para o funcionamento da instalação, ele deveria ser alocado em outro lugar;
- e) o nível de proteção de qualquer equipamento elétrico instalado deve ser o da categoria elétrica da área na construção em que será usado;
- f) explosivos não devem ser armazenados a menos de 0,5 m de nenhum equipamento elétrico; e
- g) áreas em que explosivos devem ser especificamente excluídos devem ser claramente demarcadas.

5.1 Índice de proteção (IP) (NÍVEL 3)

Deve ser identificado um requisito de índice de proteção (IP) adequado ao risco elétrico identificado pelo Anexo E. As autoridades técnicas nacionais podem ter suas próprias regulamentações de IP ou aplicar o sistema de IP apresentado na Tabela 5.

Primeiro Dígito	Grau de proteção	Segundo Dígito	Grau de proteção
0	Nenhuma proteção às pessoas contra o contato com partes energizadas ou móveis no interior do compartimento. Nenhuma proteção aos equipamentos contra a entrada de corpos estranhos sólidos.	0	Nenhuma proteção.
1	Proteção contra contato acidental ou inadvertido com partes energizadas ou móveis no interior do compartimento por uma grande superfície do corpo humano (por exemplo, a mão), mas nenhuma proteção contra o acesso intencional a tais partes. Proteção contra objetos sólidos maiores que 50 mm.	1	Proteção contra gotas de água condensada. Gotas de água condensada caindo no compartimento não deveriam ter nenhum efeito prejudicial.
2	Proteção contra o contato com partes energizadas ou móveis no interior do compartimento por dedos. Proteção contra objetos sólidos maiores que 12 mm.	2	Proteção contra gotas de líquidos. Gotas de líquido caindo não deveriam ter nenhum efeito prejudicial quando o compartimento está inclinado a um ângulo de até 15° em relação à vertical.
3	Proteção contra contato com partes energizadas ou móveis no interior do compartimento por ferramentas, fios ou objetos de uma espessura superior a 2,5 mm. Proteção contra a entrada de objetos sólidos pequenos.	3	Proteção contra a chuva. A água que cai na chuva em um ângulo de até 60° em relação à vertical não deveria ter nenhum efeito prejudicial.

Primeiro Dígito	Grau de proteção	Segundo Dígito	Grau de proteção
4	Proteção contra contato com partes energizadas ou móveis no interior do compartimento por ferramentas, fios ou objetos de uma espessura superior a 1 mm. Proteção contra a entrada de pequenos corpos sólidos estranhos.	4	Proteção contra respingos. Líquidos respingando de qualquer direção não deveriam ter nenhum efeito prejudicial.
5	Proteção completa contra contato com partes energizadas ou móveis no interior do compartimento. Proteção contra depósitos de pó prejudiciais. Não há isenção total de entrada de pó, mas não poderia entrar em quantidade suficiente para interferir no funcionamento satisfatório do equipamento fechado.	5	Proteção contra jatos de água. A água projetada por um bocal a partir da direção nas condições estabelecidas não deveria ter nenhum efeito prejudicial.
6	Proteção completa contra o contato com partes vivas ou em movimento dentro do cercado. Proteção contra a entrada de poeira.	6	Proteção das condições dos deques dos navios (equipamento à prova d'água). A água de mares grossos não deveria entrar no cercado sob as condições prescritas.
		7	Proteção contra a imersão em água. Não deve ser possível que a água entre no cercado sob as condições declaradas de pressão e tempo.
		8	Proteção contra imersão indefinida na água sob condições específicas de pressão. Não deve ser possível que a água entre no cercado.

Tabela 5: Níveis do Índice de Proteção (IP) de risco elétrico

Ao selecionar os equipamentos, deve-se atentar ao requisito de proteção ambiental contra o clima, o ingresso de partículas sólidas ou líquidas e a proteção de pessoas para que não entrem em contato com partes vivas ou em movimento dentro do cercado.

Qualquer fornecimento de energia que exceda os limites dos equipamentos de teste de dispositivos eletroexplosivos (DEE) deveria estar contido em um cercado complacente com um mínimo de IP44 ou proteção nacional equivalente.

5.2 Equipamento elétrico fixo e portátil (NÍVEL 2)

A definição precisa de equipamentos elétricos fixos e portáteis deveria ser uma parte integrante das regulamentações apropriadas da autoridade técnica nacional. Porém, definições úteis e amplamente aceitas são fornecidas abaixo:

- equipamento elétrico fixo é aquele abastecido por uma ou mais saídas permanentes de fios. Isso significa que a eletricidade é fornecida sem o uso de tomadas e bocais; e
- equipamento elétrico portátil é aquele abastecido por uma ou mais saídas de tomada ou bocais. Além disso, todo equipamento alimentado por baterias são definidos como portáteis.

5.3 Equipamento elétrico fixo

5.3.1 Equipamentos de ar condicionado, de aquecimento e de controle de umidade (NÍVEL 2)

Equipamentos de aquecimento e ar condicionado devem estar instalados permanentemente; equipamentos portáteis não são permitidos em instalações de explosivos. Todo equipamento de aquecimento deve estar de acordo com a categoria elétrica da área em que está instalado e com os requisitos de temperatura máxima especificados na Cláusula 4.9.

O aquecedor deve possuir proteção ou estar posicionado de forma a prevenir o contato físico. A posição do aquecedor e/ou sua proteção não deveriam permitir que explosivos sejam postos em cima dele por possuírem uma superfície superior angular. Os seguintes quesitos devem ser seguidos quanto aos equipamentos de aquecimento:

- a) um recorte térmico, que não se autorreinicializa com a queda de temperatura, deve ser equipado à parte mais quente de cada aquecedor de forma a garantir que os limites máximos de temperatura superficial serão seguidos;
- b) radiadores aquecidos por eletricidade cheios de água ou óleo deveriam ter seu recorte de temperatura máximo em T6, ou seja, 85°C; e
- c) equipamentos de aquecimento utilizados para aquecer explosivos deveriam possuir um regulador termostático adicional, que se sobreponha aos outros controladores e limite a temperatura a níveis seguros, normalmente não excedendo 100°C. O dispositivo de regulação deveria ser inviolável e sua operação deveria ser testada com frequência. Esse equipamento de aquecimento deveria possuir uma luz de indicação para mostrar quando o aquecedor está energizado.

Sistemas de recirculação de ar aquecidos eletricamente não devem ser postos nas instalações das Categorias A ou B ou em quaisquer aparelhos de aquecimento contendo explosivos expostos, como, por exemplo, câmaras de condicionamento.

Pisos e tetos aquecidos não são permitidos em instalações de explosivos.

5.3.2. Luminárias (NÍVEL 2)

Luminárias e unidades individuais de iluminação devem seguir os mesmos padrões que as categorias da instalação em que estiverem instaladas. Lâmpadas da voltagem correta, como mostrado nos desenhos da instalação, devem ser usadas. Luminárias deveriam ser projetadas de forma a garantir os níveis e a qualidade de iluminação como o exigido pela autoridade técnica nacional.

Quaisquer chaves que acessem as luminárias devem permanecer no escritório da pessoa responsável pela manutenção da instalação e cedidas apenas ao pessoal autorizado. Antes de abrir qualquer luminária, o circuito ao qual pertence deve ser isolado e permanecer assim até que o trabalho seja completado.

Luzes de emergência com fontes internas de energia normalmente não devem ser permitidas em instalações de explosivos, já que as condições das baterias não são facilmente determinadas em exames visuais realizados do chão. Além disso, as condições das baterias diminuem com o tempo e colapsos químicos dentro delas podem resultar em corrosão, curto-circuito, superaquecimento ou incêndio. Entretanto, apenas em áreas de Categoria C, luzes de emergência com fontes internas de energia podem ser instaladas desde que:

- a) a montagem total seja construída e instalada em níveis de Categoria C;
- b) os procedimentos de manutenção sejam implementados e assegurem que qualquer deterioração das luzes de emergência sejam detectadas precocemente e os riscos sejam controlados de formas razoavelmente praticáveis;
- c) o isolamento seguro das luzes de emergência seja possível tanto em relação às fontes de correntes alternadas como às de corrente contínua antes que a casca exterior seja aberta ou trabalhada dentro de uma instalação de explosivos; e
- d) as luzes de emergência sejam removidas da instalação de explosivos para reparo, manutenções maiores, troca de lâmpadas e testes cíclicos das baterias. O padrão fechado do equipamento não deve ser comprometido enquanto permanecer na instalação de explosivos.

Se um abastecimento de energia ininterrupto é especificado para luzes de emergência em instalações das Categorias A e B, deve ser posicionado na sala das máquinas externa.

Luzes de emergência com fontes internas de energia podem ser colocadas em áreas de Categoria D.

5.3.3. CFTV, equipamentos de comunicação e sistemas de alarme (NÍVEL 2)

Todos os equipamentos devem seguir os padrões anexados requeridos pela instalação na qual serão instalados, e também os requisitos gerais e EMC descritos nesta IATG.

Além disso, sistemas de comunicação e alarme devem ser separados da fiação de energia.

5.3.4. Equipamento de selagem por calor (NÍVEL 2)

Pode ser necessário instalar máquinas de selagem por calor para assessorar no fornecimento de proteção ambiental para munição. O equipamento deve seguir os padrões fechados requisitados pela instalação em que serão instalados e também os requisitos gerais e EMC desta IATG. Máquinas indutivas de selagem por calor não devem ser utilizadas em nenhuma categoria de instalações de explosivos.

Equipamentos de selagem por calor com temperatura superficial externa que exceda os limites máximos de temperatura da instalação (Categoria B, 135°C e Categoria C, 135°C) não podem ser instalados ou utilizados sem a aprovação da autoridade técnica nacional.

Máquinas de selagem por calor não deveriam ser utilizadas em instalações de Categoria A.

5.4 Equipamento elétrico portátil

5.4.1. Itens que emitem radiação de radiofrequência (RF) (NÍVEL 2)

Atualmente estão sendo apresentados dispositivos elétricos e eletrônicos que utilizam transmissões RF em seu uso normal – por exemplo, computadores laptop, registradores de dados, dispositivos de comunicação e localização para pessoal de segurança e telefones celulares. Esses aparelhos devem ser controlados estritamente e, normalmente, são proibidos em instalações de explosivos. O uso desses sistemas fora das instalações, mas em AAE, devem ser permitidos se as normas na IATG 05.60 *Perigos da Radiofrequência* forem seguidas. Além disso, as seguintes restrições devem ser consideradas:

- a) os equipamentos devem estar em conformidade com os requisitos de segurança das áreas das Categorias A, B e C conforme for relevante para a instalação em questão;
- b) o acesso às baterias e aos conectores de carregamento devem requerer o uso de ferramentas especiais não disponíveis aos usuários;
- c) antenas externas em equipamentos portáteis devem ser isoladas; e
- d) equipamentos carregados pelo pessoal devem ser conectados de forma segura aos usuários.

5.4.2. Equipamento portátil operado alimentado (NÍVEL 2)

Em geral, o uso de equipamento portátil operado alimentado deveria ser evitado em áreas das Categorias A e B. Se o uso de tal equipamento é necessário, deve seguir os requisitos desta IATG e os padrões da autoridade técnica nacional para seu uso em áreas de risco. Autorizar o uso de equipamento portátil é de responsabilidade do chefe da instalação. Ele(a) deve conduzir uma avaliação dos riscos e fornecer aos usuários o equipamento com as precauções de segurança relevantes consideradas necessárias.

Equipamentos portáteis operados alimentados utilizados em instalações das Categorias C e D também deveriam seguir os requisitos desta IATG e os padrões da autoridade técnica nacional para o uso de tal equipamento em áreas de risco.

Qualquer fio ou cabo flexível de alimentação deve seguir a legislação da autoridade técnica nacional para uso em áreas de risco. Deve ser coberto com borracha, PVC⁸ ou PCP,⁹ conservado em cobre trançado e coberto mais uma vez com PVC ou PCP. Um núcleo separado deve usado para o condutor de proteção na terra. A blindagem deveria ser eletricamente ligada ao condutor na terra, a não ser que o equipamento seja duplamente isolado.

Engenheiros elétricos especializados deveriam ser consultados se o chefe do estabelecimento estiver considerando instalar esse tipo de equipamento, em especial se o equipamento portátil será ligado com frequência e mantido sem supervisão.

5.4.3. Equipamento contendo baterias (NÍVEL 2)

Todos os equipamentos deveriam obedecer aos padrões estabelecidos nesta IATG e à legislação da autoridade técnica nacional. Além disso, os seguintes princípios deveriam ser implementados:

- a) apenas baterias secas devem ser utilizadas, e devem ser do tipo recomendado pelo fabricante;
- b) as baterias não devem ser trocadas ou carregadas nas instalações explosivas;
- c) nenhum equipamento alimentado por baterias deve ser deixado sem supervisão ou carregado dentro de uma instalação de explosivos, a não ser que uma autorização escrita for emitida pelo chefe do estabelecimento;
- d) cercados de baterias devem ser isolados de acordo com os padrões exigidos pelos explosivos; e
- e) cercados de baterias devem permanecer fixos utilizando fechos invioláveis.

Engenheiros elétricos especializados deveriam ser consultados se o chefe do estabelecimento estiver considerando instalar esse tipo de equipamento, em especial se o equipamento portátil for ligado com frequência e mantido sem supervisão.

5.4.4. Equipamento de monitoramento ambiental (NÍVEL 3)

O equipamento de monitoramento ambiental a ser utilizado deve seguir os requisitos desta IATG e da autoridade técnica nacional. Deve seguir a categoria de explosivos da área ou da instalação na qual será utilizado. A manutenção e o carregamento de dados devem ser conduzidos em uma instalação de processamento de explosivos.

5.4.5. Equipamento de teste de dispositivos eletroexplosivos (DEE) (NÍVEL 3)

Esse equipamento não deveria ser utilizado a não ser que aprovado por escrito pelo chefe do estabelecimento, que deveria procurar o aconselhamento de um especialista técnico em munição antes de autorizar o uso desse equipamento.

5.4.6. Equipamento médico pessoal

Não precisam seguir os padrões elétricos descritos nesta IATG, mas seu uso em instalações de explosivos deveria ser aprovado pelo chefe do estabelecimento. Devem ser firmemente conectados ao utilizador e mantidos de forma apropriada.

⁸ Policloreto de Vinila.

⁹ Policloropreno.

5.5 Computadores, equipamentos computadorizados e equipamentos de registro

Podem ser utilizados em áreas de explosivos desde que sigam os requisitos das categorias de instalações de explosivos. Os requisitos das Categorias A e B pedem que produtos especializados possuam a certificação apropriada, inclusive testes EMC. Contêineres especiais podem fornecer uma solução de “envolvimento total” ao equipamento que não cumprir alguns aspectos de conformidade. Além disso, devem cumprir os requisitos estabelecidos nesta IATG e pela autoridade técnica nacional. Não devem ser utilizados em nenhuma instalação de explosivos sem a autorização do chefe do estabelecimento.

5.5.1. Visores de tubos de raios catódicos (CRT) (NÍVEL 2)

Visores CRT não devem ser permitidos em instalações de explosivos por causa dos riscos associados à alta voltagem e à eletricidade estática.

5.5.2. Impressoras, telas de visores e outros periféricos (NÍVEL 2)

Podem ser utilizados em áreas de explosivos desde que cumpram os requisitos das categorias de explosivos da instalação.

5.5.3. Dispositivos de rastreamento patrimonial (NÍVEL 3)

Não podem ser levados a uma área de explosivos a não ser que especificamente autorizados pelo chefe do estabelecimento, que deveria pedir o aconselhamento de especialistas técnicos em munição. O cumprimento integral do equipamento quanto à categoria elétrica da instalação deve ser requerido. Os componentes de um sistema de rastreamento patrimonial apenas seguirão os padrões de uma área de explosivos, se esses padrões forem especificados antes do projeto do sistema.

5.6 Veículos e EMM (NÍVEL 2)

Sistemas elétricos de manuseio de equipamento permanentemente instalado em instalações de explosivos devem cumprir as especificações apropriadas da instalação onde serão colocados. Os requisitos de segurança para sistemas elétricos de veículos e equipamento mecânico de manuseio operado em áreas de explosivos devem cumprir esses requisitos.¹⁰

6 Encomendando, testando e inspecionando equipamentos elétricos

6.1 Precauções de segurança (NÍVEL 1)

Deve ser de responsabilidade do chefe do estabelecimento assegurar que o sistema de segurança de trabalho esteja instalado e que representantes nomeados sejam qualificados e possuam autoridade escrita para conduzir suas tarefas.¹¹ A proteção e o controle do pessoal trabalhando em áreas de explosivos devem estar de acordo com a IATG 06.60 *Serviços (construção e reparo)* e ser acordada em conjunto com chefe do estabelecimento ou um representante nomeado. O número de operativos no local e o período de sua exposição pode ser limitado.

Nenhum teste ou inspeção deve ser feito em uma instalação de explosivos sem a aprovação prévia e escrita do chefe do estabelecimento ou seu representante nomeado. Além disso, um indivíduo nomeado deve checar a instalação primeiro para garantir que seja segura para que os testes prossigam.

¹⁰ Ver IATG 05.50 *Veículos e equipamentos mecânicos de manuseio (EMM) em instalações de explosivos*.

¹¹ Ver IATG 02.10 *Introdução aos princípios e processos de gerenciamento de riscos*.

A não ser que seja aprovado pela autoridade técnica nacional, os testes não devem ser permitidos se a instalação não for certificada como livre de explosivos (CFFE). Isso dependerá da categoria da instalação sendo testada e do tipo do teste elétrico a ser conduzido. Se, por qualquer razão, for necessário testar quando os depósitos de explosivos estiverem presentes na instalação, uma permissão especial deve ser obtida do chefe do estabelecimento.

É notável que esse possa ser o momento ideal para conduzir outras inspeções e testes quando uma instalação está livre de explosivos.

Minimamente, os seguintes quesitos devem ser necessários antes que qualquer trabalho comece. A lista é apenas indicativa e não é exaustiva:

- a) a ventilação dos espaços inspecionados deve ter acontecido;
- b) certificados de ausência de gases devem ser emitidos conforme apropriado;
- c) equipamentos de proteção pessoal serão apropriados ao risco avaliado e devem estar atualizados;
- d) cabos de segurança e dispositivos antiqueda serão apropriados ao risco avaliado e devem estar atualizados;
- e) regras mínimas de ocupação estarão operantes com um mínimo comum de 2 pessoas (a ocupação máxima deve estar de acordo com os limites publicados de pessoal para cada tarefa);
- f) o local de trabalho deve estar livre de obstruções e garantir o acesso e retorno seguros; e
- g) todo o pessoal deve estar ciente das rotas de fuga e de outros requisitos de saúde e segurança contra incêndios.¹²

De modo algum os explosivos ou munições armazenados devem ser utilizados como plataformas de acesso.

6.1.1. Segurança elétrica (NÍVEL 2)

O condutor de proteção de terra deve ser inspecionado visualmente antes que quaisquer testes elétricos sejam conduzidos. Todos os encaixes e trajetos condutivos conectados ao condutor de proteção devem ser verificados quanto a sua continuidade de acordo com os padrões da autoridade técnica nacional. A confirmação do condutor deve, então, ser testada utilizando-se testes em circuito fechado de corrente intensa na terra, de acordo com os requisitos da autoridade técnica nacional.

Todos os instrumentos utilizados devem ser certificados como intrinsecamente seguros se forem utilizados em instalações de teste em prédios de explosivos na presença de explosivos. Outros instrumentos de teste podem ser utilizados com permissão escrita do chefe do estabelecimento.

O chefe do estabelecimento deve assegurar que as seguintes precauções de segurança sejam seguidas:

- a) a distância entre explosivos e condutores e equipamentos elétricos deve ser mantida ao máximo durante os testes e nunca deve ser menor do que 0,5 m, inclusive em locais onde a fiação fica em cima;
- b) pontos de testes para conectar instrumentos devem ser removidos dos explosivos. Nenhum explosivo sem lacre ou exposto deve ser permitido na área em teste;

¹² Ver IATG 06.60 *Serviços (construção e reparo)*.

- c) a instalação deve ficar sob vigilância contínua durante os testes, e medidas de prevenção a incêndios determinadas pelo chefe do estabelecimento ou seu representante devem estar em vigor;
- d) quando todos os testes estiverem completos, resistores de curto-circuito devem ser conectados à rede sendo testada para dissipar qualquer carga residual que possa ter se formado. Resistores de curto-circuito devem ficar conectados por 30 segundos antes de serem desconectados do equipamento de teste; e
- e) o equipamento de teste deve ser removido da instalação de explosivos assim que a tarefa esteja terminada ou ao final do dia de trabalho.

6.2 Inspeção e teste

6.2.1. Pessoal qualificado (NÍVEL 2)

Inspeções e testes em instalações de explosivos só devem ser conduzidos por pessoal competente, que deve possuir conhecimento adequado das partes relevantes das regras e procedimentos de segurança do estabelecimento. Além disso, devem possuir competência especial para a inspeção e teste do equipamento elétrico em instalações de explosivos e de quaisquer requisitos especiais da autoridade técnica nacional.

6.2.2. Requisitos de frequência e teste (NÍVEL 2)

A Tabela 6 a seguir lista a frequência recomendada para os vários testes exigidos e explicados nesta Cláusula.

6.2.3. Inspeções visuais

Inspeções visuais e checagens físicas devem acontecer de acordo com a Tabela 6. Isso também inclui a checagem de sinais e avisos de segurança.

6.2.4. Teste continuado

O teste continuado dos condutores de proteção e das ligações principais e suplementares deve ser conduzido nos intervalos especificados pela Tabela 6. A resistência entre todas as partes do condutor de terra e da barra de terra no principal disjuntor de consumo do prédio não deve ultrapassar $0,5\Omega$.

Testes continuados dos condutores anelares de circuito terminal também devem ser conduzidos nos intervalos especificados pela Tabela 6.

6.2.5. Testes de isolamento

Testes de isolamento incluindo testes de isolamento aplicados no local, se condizente, devem ser conduzidos nos intervalos especificados na Tabela 6 e devem incluir:

- a) o teste da resistência de isolamento entre os condutores. O resultado não deve ser menor do que $2M\Omega$; e
- b) o teste da resistência de isolamento na terra. Cada condutor deve ser testado separadamente e o resultado não deve ser menor do que $2M\Omega$.

6.2.6. Sistemas de proteção contra raios (SPR)

Dois níveis de sistemas de proteção contra raios devem ser considerados para instalações de armazenamento e processamento de munição. O primeiro nível pode ficar no depósito de munição (do tipo gaiola de Faraday), e o segundo nível deveria ficar próximo ao depósito. Exemplos são

dados no Anexo C. Além disso, um tipo único de proteção contra raios deveria ser instalado de independentemente do tipo.

Para armazenamento em campo e temporário, deve-se considerar o tipo de sistema de proteção contra raios dependendo da estação. Por exemplo, na primavera e no outono, os padrões de descargas elétricas na atmosfera são mais fortes.

O Anexo C lista os vários requisitos de um SPR e, além disso, a autoridade técnica nacional deve especificar regimes de teste, em especial os padrões aplicáveis às redes de terminação em terra. A frequência dos testes deve seguir a Tabela 6. Isso permitirá a construção de uma base de dados dos resultados, levando-se em consideração todas as variações sazonais.

6.2.7. Piso antiestático

Pisos antiestáticos devem ser testados nos intervalos especificados pela Tabela 6 e de acordo com os requisitos da autoridade técnica nacional e as especificações estabelecidas no Anexo H. Novos pisos antiestáticos devem ser testados no momento da instalação e depois de 3 e 9 meses. Depois disso, testes devem ser conduzidos a cada 11 meses. No entanto, se houver evidências de desgaste e deterioração, o intervalo entre os testes deve ser reduzido.

6.2.8. Piso condutor

Pisos condutores devem ser testados nos intervalos especificados pela Tabela 6 e de acordo com os requisitos da autoridade técnica nacional e as especificações estabelecidas no Anexo H. Novos pisos condutores devem ser testados no momento da instalação e depois de 3 e 9 meses. Depois disso, testes devem ser conduzidos a cada 11 meses. No entanto, se houver evidências de desgaste e deterioração, o intervalo entre os testes deve ser reduzido. Ao aceitar novos pisos condutores, o chefe do estabelecimento deve assegurar que as medidas iniciais de resistência estejam bem abaixo do máximo de 50k Ω para permitir a degradação progressiva durante seu tempo de vida útil. O limite sugerido de instalação é abaixo de 30k Ω .

6.2.9. Dispositivos contra corrente residual (DCR)

O uso de equipamento de teste externo pode induzir grandes correntes de falha nos sistemas de aterramento, e deve-se tomar cuidado ao se testar circuitos de terra com correntes de alta voltagem.

6.2.10. Comunicações, alarmes de incêndio e intrusos e instalações elétricas

Devem ser testados de acordo com a Tabela 6.

6.2.11. Outros testes elétricos

Os seguintes testes elétricos adicionais devem ser conduzidos de acordo com os intervalos especificados na Tabela 6:

- a) separação dos circuitos se aplicável;
- b) barreiras e cercados, se aplicáveis;
- c) proteção por uma localização não condutora;
- d) testes de polaridade correta;
- e) testes de eletrodos aterrados excluindo a proteção contra raios;
- f) impedância de falhas de ciclo internas aterradas; e
- g) medidas dos eletrodos aterrados, impedância dos ciclos aterrados e confirmação de que as medidas obtidas estão dentro dos limites aceitáveis definidos pela autoridade técnica nacional.

Cláusula de requisito de teste	Cat A e Cat B	Cat C	Cat D	Instalações não explosivas em AAE
6.2.2.1	6 meses	12 meses	12 meses	12 meses
6.2.2.2 6.2.2.3 6.2.2.9	12 meses	24 meses	24 meses	5 anos
6.2.2.5 6.2.2.6	11 meses	11 meses	Não se aplica	Não se aplica
DCR 6.2.2.7	12 meses	12 meses	12 meses	12 meses
SPR 6.2.2.4	11 meses	11 meses	11 meses	11 meses

Tabela 6: Frequência de teste de equipamentos elétricos

6.2.12. Cabos de energia flexíveis

Cabos flexíveis devem ser inspecionados e testados como segue:

- a) aparelhos portáteis com plugues devem ser inspecionados mensalmente ou antes do uso. Um teste de aparelhos portáteis deve ser conduzido a cada seis meses;
- b) aparelhos elétricos fixos, com um plugue de interface elétrica em uma instalação de explosivos, devem ser inspecionados antes do uso e uma vez por mês, além de a cada seis meses por um teste de aparelhos portáteis; e
- c) aparelhos elétricos fixos em instalações de explosivos devem ser inspecionados antes do uso com uma inspeção elétrica completa e a cada seis meses.

6.2.13. Guindastes e aparelhos de içamento

Guindastes e outros aparelhos de içamento devem ser testados de acordo com a legislação da autoridade técnica nacional.

6.2.14. Teste de calçados de condução

Calçados de condução deveriam ser testados quando novos e em intervalos de no máximo 12 meses. Como são checados antes do uso por meio de um teste pessoal em área perigosa, não há necessidade de testes anuais de resistência. Calçados de condução também devem ser testados para proteção contra impacto de acordo com os padrões estabelecidos pela autoridade técnica nacional. O teste não deve exceder 100 volts, pois essa é a voltagem máxima permitida para evitar o risco de ignição às substâncias e artigos explosivos mais sensíveis.

6.2.15. Teste de calçados antiestáticos

Calçados de condução deveriam ser testados quando novos e em intervalos de no máximo 12 meses. Também devem ser testados, inclusive para proteção contra impacto, de acordo com os padrões estabelecidos pela autoridade técnica nacional

6.2.16. Teste de correias transportadoras

Cada superfície de qualquer correia transportadora utilizada para a movimentação de substâncias ou artigos explosivos sensíveis à estática deve ser testada de acordo com os padrões estabelecidos pela autoridade técnica nacional. Os eletrodos devem ser posicionados na correia com um eletrodo em cada superfície. A resistência máxima aceitável deveria ser de 100kΩ.

6.2.17. Manutenção de registros

Todos os resultados dos testes devem ser registrados de acordo com os requisitos da autoridade técnica nacional. Entretanto, é fortemente recomendado que o requisito mínimo seja que um livro de registro seja mantido. Um registro dos testes, com seus resultados e quaisquer recomendações, deve ser mantido para comparação com resultados futuros por, no mínimo, 11 anos para ajudar na detecção de deterioração. Se qualquer deterioração for encontrada, um relatório escrito deve ser elaborado e encaminhado ao chefe do estabelecimento.

Os equipamentos deveriam ser etiquetados para mostrar as datas dos próximos testes.

7 Fornecimento de energia

7.1 Fornecimento externo e cabos de energia suspensos (NÍVEL 3)

Sistemas de fornecimento de energia suspensos e quaisquer redes associadas e instalações não devem ser permitidos em áreas ou instalações de explosivos. Devem ficar a uma distância segura do perímetro dessas áreas. Embora a quebra de condutor suspenso seja uma ocorrência rara, a operação de dispositivos de proteção de circuitos não deve ser aceita como uma segurança total. Distâncias seguras devem ser determinadas e a maior delas deve ser observada.

7.1.1. Riscos dos explosivos aos cabos de energia

A distância entre uma instalação de explosivos e um cabo de energia suspenso operando a 11kV ou mais deveria estar, no mínimo, a 60 m da rota pública de tráfego¹³. A distância de cabos particularmente importantes, por exemplo, de alta voltagem, deve ser, ao menos, a Distância de uma Instalação não habitada, no mínimo, 120 m.

7.1.2. Riscos dos cabos de energia aos explosivos

Nenhum cabo de energia suspenso deve se aproximar de uma instalação de explosivos mais do que uma distância equivalente a 1,5 vezes a altura do condutor mais próximo, medida nos apoios dos cabos e sujeito a, no mínimo, 15 m.

7.1.3. Fornecimento de eletricidade a áreas de explosivos e cabeamento

Cabos subterrâneos devem ser preferidos para fornecer energia elétrica para áreas de explosivos e devem ser fornecidos sempre que possível. Os cabos não devem ficar embaixo de prédios. Qualquer cabo suspenso para prédios deve terminar a não menos de 15 m e a distância complementar deve ser suprida com cabos subterrâneos.

Dispositivos contra sobretensão devem ficar entre condutores carregados e a terra e entre condutores neutros nas junções dos cabos suspensos e subterrâneos.

O chefe do estabelecimento deverá possuir e manter plantas que indiquem a localização e o tamanho de todos os cabos subterrâneos, incluindo a localização de todas as articulações em cabos, valas de cabo etc. dentro das áreas de explosivos.

¹³ Ver IATG 02.20 *Quantidades de distância e separação*.

Nenhuma instalação de explosivos deve estar a menos de 15 m de cabos subterrâneos cuja tensão exceda a raiz quadrática média (RMS) de 650V. Cabos de alta tensão (AT) subterrâneos e de comunicação, a não ser que estejam em serviço direto a um LPE, não são suscetíveis a danos fora da distância da cratera para a construção de explosivos ou pilhas. Portanto, para a DR 1.1, a distância $D5^{14}$ deveria proporcionar uma proteção adequada e deveria ser usada sempre que possível. No entanto, para evitar correntes induzidas em qualquer estrutura ou equipamento elétrico de um LPE, cabos subterrâneos não devem ser colocados debaixo de um LPE e não devem estar a menos de 15 m de um que contenha qualquer munição.

7.1.4. Cabos suspensos e colunas de iluminação

Suportes para cabos suspensos não devem ser fixados a instalações que contenham explosivos. Postes ou outras formas de apoio para cabos suspensos, ou colunas de iluminação, devem ser instalados de modo a garantir que, em caso de falha, nenhum apoio ou condutor carregado poderá cair sobre um prédio de explosivos. É necessária uma distância mínima de 1,5 vezes a altura do suporte.

7.1.5. Cabos suspensos atravessando estradas e ferrovias

Idealmente, cabos suspensos de distribuição de energia para abastecimento público e áreas de explosivos não devem atravessar estradas e ferrovias. Onde isso ocorre, precauções devem ser tomadas para reduzir ao mínimo o tempo em que veículos carregados de explosivos ficam abaixo desses cabos. Cruzamentos de cabos elétricos em estradas e ferrovias devem ser claramente identificados como tal, com marcações de caixas amarelas pintadas nas estradas.

Cabos suspensos de energia cruzando rodovias e ferrovias e os vãos imediatamente adjacentes devem ser inspecionados anualmente. Cabos de energia internos que abrangem estradas e ferrovias que passam por áreas de armazenamento de explosivos devem ser inspecionados visualmente de forma a detectar sinais de danos mecânicos, corrosão, superaquecimento, fixação solta e deterioração geral. A inspeção dos cabos de energia que atravessam estradas ou ferrovias é limitada à distância entre os postes ou torres imediatamente adjacentes à travessia. Autoridades públicas do fornecimento de energia elétrica devem ser acionadas para a realização de uma inspeção semelhante de seus cabos suspensos de energia.

7.2 Localização da produção de energia e do equipamento de distribuição (NÍVEL 2)

Usinas de produção elétrica e equipamentos de distribuição com tensão de mais de 650V RMS devem ser instalados a pelo menos 45 m de qualquer instalação de explosivos. Usinas de produção e equipamentos de distribuição de 650V RMS, ou menos, podem ser instalados pelo menos a 10 m de qualquer instalação de explosivos, desde que qualquer planta esteja completamente inserida em um edifício ou estrutura que forneça confinamento absoluto em relação às instalações de explosivos.

Usinas de produção e equipamentos de distribuição com tensão entre 650V RMS e 11kV RMS e que não contenham quaisquer fluidos isolantes inflamáveis podem ser instalados a pelo menos 20 m de uma instalação de explosivos, desde que a perda do equipamento possa ser tolerada por todo o estabelecimento.

Não obstante as limitações de distância acima, pode ser necessário aumentar as distâncias para seguir as quantidades de distância de instalações de explosivos adjacentes, ou para fornecer proteção ao percorrer, a fim de proteger a instalação elétrica do risco de explosivos.

¹⁴ Ver IATG 02.20 *Quantidades de distância e separação*.

Instalações elétricas que contenham fluidos isolantes inflamáveis em quantidade suficiente para constituir um risco significativo de incêndio devem possuir drenos para permitir que todos os líquidos fluam para uma fossa com cascalho de tamanho adequado para conter qualquer vazamento. Uma área livre de material combustível de 5 m deve ser mantida em torno da fossa.

7.3 Fornecimento interno de energia em instalações de explosivos (NÍVEL 2)

Esta seção lida com as normas exigidas para a segurança elétrica dentro de instalações de explosivos. É vital que em todos os momentos conselhos de especialistas sejam obtidos antes do início dos trabalhos na instalação e/ou do reparo de qualquer equipamento ou acessórios elétricos. As diretrizes recomendadas são as necessárias para atender às diversas normas da UE e estão incluídas apenas para atuar como referências com as quais normas nacionais podem ser comparadas.

7.3.1. Aterramento de instalações de explosivos (NÍVEL 3)

A tensão de aterramento deve ser definida pela autoridade técnica nacional. Como exemplo do tipo de especificação necessária, alguns sistemas afirmam que não deve exceder 400V RMS, (+10% -6%) 50Hz, 230V RMS (+10% -6%) 50Hz. Contudo, apesar dessas especificações, a fonte deve ser ligada diretamente à terra em um ponto do sistema.

7.3.2. Disjuntores

7.3.2.1. Disjuntores-mestres

O fornecimento elétrico para qualquer instalação de explosivos deve ser controlado por um ou mais disjuntores-mestres posicionado do lado de fora do edifício. Disjuntores-mestres não devem ser colocados dentro de uma sala de planta, se existir. Se houver mais de um disjuntor-mestre, devem ser posicionados juntos e a finalidade de cada um deve ser claramente identificada.

Disjuntores-mestres devem ser projetados de modo a serem capazes de isolar imediatamente cada condutor carregado e neutro que entre no edifício e de desativar a saída de quaisquer fontes de alimentação ininterrupta (FAI).

7.3.2.2. Outros disjuntores

Disjuntores e quadros de distribuição que controlam o fornecimento de energia elétrica de uma instalação de explosivos devem ficar localizados no exterior do edifício, ou em uma casa das máquinas que tenha resistência mínima de meia hora ao fogo e que não abra diretamente para dentro do prédio ou para salas que contenham explosivos.¹⁵ Indicadores luminosos, visíveis a uma distância de pelo menos 10 m e preferencialmente duplicados, devem ser instalados ao lado dos disjuntores-mestres para mostrar quando o fornecimento está energizado.

O fornecimento de disjuntores de controle remoto, com configuração de segurança contra falhas, pode ser considerado. A estação de controle remoto deve ser colocada fora do edifício e em uma posição claramente visível. Deve ser adequadamente protegida contra o ambiente e equipada com indicadores luminosos.

7.3.2.3. Instalações inabitadas

Quando uma instalação de explosivos é desocupada, toda a energia deve ser desligada. Isso, porém, não se aplica ao fornecimento de serviços que estão todos localizados na casa das máquinas ou para aparelhos de aquecimento, serviços de emergência ou de segurança e outros permitidos pelo chefe do estabelecimento.

¹⁵ Ver IATG 02.50 *Segurança contra incêndios*.

7.3.3. Circuitos finais

Devem ser controlados por disjuntores que garantam o isolamento completo de condutores carregados e neutros. Esses disjuntores podem estar localizados no interior do edifício, se estiverem na mesma categoria que a instalação. Entretanto, disjuntores que controlam sistemas de aquecimento devem sempre estar localizados em frente à instalação de explosivos, ou na casa das máquinas. Todos os circuitos devem possuir proteção contra falhas de sobrecorrente e de aterramento. Não devem ser utilizados fusíveis reparados. A proteção contra sobrecorrente deve ser feita por fusíveis ou disjuntores que cumpram com os regulamentos da autoridade técnica nacional.

7.3.4. Dispositivos contra corrente residual (DCR)

Onde pisos antiestáticos ou condutores são usados, DCRs devem estar instalados. Dispositivos portáteis e dispositivos integrados às tomadas móveis devem ser testados diariamente antes do uso. O teste deve operar o dispositivo de teste integrante montado no DCR. Dispositivos fixos que forneçam circuitos dedicados ou multi de proteção DCR devem ser testados em três intervalos mensais. DCRs fixos, incluindo os dispositivos integrados às tomadas, devem ser testados usando um instrumento de teste aprovado de acordo com as vezes detalhadas na Tabela 6.

Dispositivos portáteis que não passaram no teste devem ser retirados de serviço até que sejam reparados ou substituídos. DCRs fixos, incluindo dispositivos integrados às tomadas, que não passaram em testes completos ou instrumentais terão seus circuitos associados isolados até que os dispositivos defeituosos sejam substituídos ou reparados.

Apesar de DCRs fornecerem um alto grau de proteção contra choque elétrico, a proteção total não pode ser garantida em um ambiente altamente condutivo. Equipamentos elétricos usados em ambientes condutores devem cumprir as recomendações desta IATG e devem ser construídos para, pelo menos, isolamento duplo padrão de Classe II.

7.3.5. Tomadas elétricas

Se for necessária a instalação de tomadas de corrente elétrica, a classificação e a padronização das tomadas utilizadas deverão cumprir as recomendações desta IATG e corresponder à categoria de explosivos do prédio em que devem ser utilizados. Tomadas de um padrão distinto devem ser utilizadas para o fornecimento de eletricidade não padrão.

Adaptadores de vários plugues não devem ser usados a menos que haja uma necessidade operacional específica, como para equipamentos eletrônicos, e, nesse caso, uma avaliação de risco deve ser realizada antes que o chefe do estabelecimento ou seu representante aprove o uso desses itens.

7.3.6. Proteção transitória e contra sobretensão e níveis de proteção

Dependendo do trabalho que está sendo realizado, dos equipamentos em uso, da munição a ser armazenada, da idade do edifício, de seus cabos elétricos associados e de seus circuitos, pode ser necessária a realização de uma avaliação de risco para determinar se, e quando indicado, proteção contra sobretensão transitória e sobrecorrente deve ser fornecida a todos os circuitos primários que abastecem os circuitos finais nas áreas de explosivos de instalações de explosivos. A avaliação de risco deve incluir também a necessidade de proteção transitória para todas as comunicações e circuitos de instrumentação que entram e saem da área de explosivos.

Em instalações de processamento de explosivos podem ser necessários dois ou mais níveis de proteção para os sistemas de energia e estes níveis serão ditados pela autoridade técnica nacional. A proteção deve ser exigida para:

- a) a rede elétrica de entrada (por exemplo de forma de onda 10/350µs com supressores de corrente elétrica de raios de 100 kA); e

- b) a distribuição elétrica interna (por exemplo de forma de onda 8/20 μ s com supressores de onda de 3kA).

Outros sistemas, como CFTV, circuitos telefônicos ou de controle exigem consideração separada, e aconselhamento especializado deve ser obtido.

7.3.6.1. Proteção em instalações de explosivos

Em geral, instalações de processamento devem ser equipadas com proteção transitória. Instalações de armazenamento não podem não possuir, mas deve-se notar que todos os cabos elétricos entrando em uma instalação de explosivo pode conduzir picos perigosos de tensão e corrente. O tamanho da onda é normalmente determinado pelo medidor ou pelo tamanho do cabo, mas todos os cabos devem ser tratados como potencialmente perigosos e, portanto, protegidos por dispositivos de proteção.

Devem ser instalados dispositivos de proteção contra ondas para proteger explosivos reunidos quando estiverem de alguma forma conectados ao sistema de abastecimento elétrico. Esses dispositivos de proteção devem ser instalados em cada um dos cabos ou fiação que entre na área protegida de raios de uma instalação de processamento de explosivos, entre o respectivo condutor e a aterragem da instalação e/ou gaiola de Faraday, no ponto de penetração do condutor.

7.3.6.2. Proteção durante operações de explosivos, tempestades e horas de silêncio

Dispositivos de proteção contra sobretensão concebidos para equipamentos específicos não podem fornecer proteção para operações de explosivos e contra sobretensões adicionais e proteção transitória para equipamentos de teste sensíveis localizados na área da instalação protegida pode ser necessária. A assessoria técnica de um especialista em munição deve ser procurada.

Os explosivos devem ser desconectados de qualquer equipamento de teste quando não há expediente e quando estiverem sob uma ameaça de tempestade. Dispositivos corretamente classificados e instalados transitórios de sobretensão e sobrecorrente fornecem uma proteção eficaz contra a formação de faíscas, mas não podem garantir que eletrônicos sensíveis não sejam danificados ou que dispositivos eletroexplosivos sensíveis não serão deflagrados.

7.3.6.3. Aterramento de dispositivos de proteção contra sobretensão

Os condutores aterrados dos dispositivos de proteção contra sobretensão devem ser mantidos separados dos condutores protegidos. Todos os terminais aterrados devem ser tão curtos quanto possível para minimizar a indutância. Como guias, os terminais aterrados não deveriam ter cabo maior acima de 300 mm e 6 mm de diâmetro. Se cabos mais longos forem inevitáveis, deve-se considerar a adição de proteção adicional de fluxo descendente contra a sobretensão.

Todos os cabos e tubulações de serviço metálicos devem estar eletricamente ligados ao SPR ou ao aço estrutural das instalações durante, ou um pouco antes, de entrarem nas instalações.

Quando o equipamento de teste elétrico estiver sendo usado é essencial que os dispositivos de proteção contra ondas estejam instalados para proteger todas as munições ou componentes explosivos dos efeitos de raios que possam ocorrer durante o período em que o equipamento de teste estiver conectado.

7.3.7. Sistemas de cabeamento e fiação e seu uso em áreas de explosivos

7.3.7.1. Compatibilidade química

A compatibilidade com produtos químicos e/ou explosivos na área deve ser considerada ao selecionar o tipo de cabo a ser utilizado. Os seguintes tipos de fios devem ser utilizados em instalações de explosivos e deveriam ser de materiais retardadores de fogo, de baixa produção de fumaça e plásticos de baixa emissão de vapor.

7.3.7.2. Tipos de sistemas de fiação e cabeamento e seus usos em áreas categorizadas

Cabos para uso dentro de instalações de Categoria A e B devem estar em conformidade com os regulamentos das autoridades técnicas nacionais relativas a essas áreas. Engenheiros elétricos especializados devem ser procurados antes da instalação de qualquer fiação ou cabeamento nessas áreas. A seguir estão os materiais mínimos recomendados para serem utilizados:

- a) cabos isolados de borracha sintética ou PVC em conduítes de aço aparafusado podem ser utilizados em instalações das Categorias A, B, C e D;
- b) cabos isolados de borracha sintética ou PVC em condutores de entroncamento ou não metálicos apenas podem ser utilizados em instalações de Categorias C e D;
- c) cabos com isolante mineral revestidos de metal (MIMC) de alta resistência (750 volts). O revestimento externo deve ser feito de materiais de baixa emissão de fumaça e gases ácidos. Os cabos devem ser equipados com terminações em conformidade com os regulamentos da autoridade técnica nacional. A instalação de cabos MIMC em instalações de Categoria A e B deve ser conduzida apenas por pessoal devidamente qualificado. É importante que cabos, vedações e terminações sejam todos fornecidos pelo mesmo fabricante;
- d) cabos blindados de múltiplos núcleos isolados por polietileno reticulado (XLPE) ou PVC são compatíveis com quaisquer explosivos ou produtos químicos utilizados nas imediações da instalação. Proteção adicional contra danos mecânicos pode ser necessária;
- e) cabos de cobre isolados com termoplástico com uma camada de proteção de material termoplástico;
- f) cabos isolados termoconsolidantes em conduítes de aço aparafusado podem ser utilizados em instalações das Categorias A, B, C e D;
- g) cabos de comunicação e instrumentação, incluindo sistemas de TI, contidos em conduítes de aço parafusado podem ser utilizados em instalações das Categorias A, B, C e D; e
- h) todos os cabos com conduítes de núcleo único são proibidos por serem cabos com uma única camada de isolamento, com exceção de MIMC.

7.3.7.3. Cabos utilizados em sistemas conduítes e sistema de calhas

Cabos de energia devem ser isolados por borracha sintética, PVC, de baixa emissão de fumaça e vapores (LSF) ou de XLPE de grau 450/750V, ou seguindo uma especificação estabelecida pela autoridade técnica nacional. A área em corte transversal de um condutor deve ser apropriada para a carga de corrente e não deve ser menor do que $1,5 \text{ mm}^2$. Cabos de comunicação e de sistemas de alarme podem ser cabos flexíveis isolados. A área em corte transversal de um condutor não deve ser menor que $0,35 \text{ mm}^2$

7.3.8. Padrões de conduítes

Todos os conduítes metálicos devem cumprir com os regulamentos da autoridade técnica nacional. Para instalações de categoria A e B, um engenheiro elétrico especializado deve ser consultado. No entanto, em geral, devem ser aplicadas as seguintes normas:

- a) conduítes metálicos devem ser de parede grossa ou continuamente soldados e galvanizados. Esmalte preto só pode ser utilizado em áreas de Categoria C e D;
- b) conduítes de metal devem ser aparafusados com firmeza a todos acessórios e equipamentos com o mínimo possível de fios expostos;
- c) acopladores corrediços não devem ser permitidos em áreas da Categoria A e B; e
- d) caixas de conduítes devem ser do tipo correto para a categoria da área em questão.

7.3.8.1. Requisitos da Categoria B

Os seguintes requisitos específicos devem ser aplicados em áreas de Categoria B:

- a) as articulações de conduíte consecutivos devem ser feitas por meio de um acoplador à prova de chamas com união selada ou estanque ao pó;
- b) conduítes devem ser fixados com um mínimo de 12 mm de distância das paredes e ser apoiados por suportes firmes dobrados para trás;
- c) todas as entradas de conduítes em equipamentos e acessórios devem ser feitas com vedação certificada para a zona apropriada, conforme a Cláusula 4.5.1; e
- d) o uso de conduítes flexíveis deve ser o mínimo possível, mas, se for essencial, deveria ser autorizado especificamente pela autoridade técnica nacional.

7.3.8.2. Requisitos das Categorias C e D

Conduítes não metálicos deveriam ser utilizados apenas em instalações das Categorias C e D, mas com as seguintes restrições:

- a) qualquer sistema de conduítes rígidos de PVC deve seguir as regulamentações da autoridade técnica nacional para uso nessa categoria;
- b) proteção contra danos mecânicos deve ser fornecida;
- c) se articulações de deslizamento e acopladores deslizantes forem utilizados, as articulações devem ser feitas utilizando um adesivo adequado; e
- d) condutores aterrados de conduítes separados e adequadamente categorizados devem ser instalados em todos os sistemas.

8 Sistemas de proteção contra raios (SPR) (NÍVEL 2)

É essencial que sejam tomadas medidas eficazes de proteção contra raios para as instalações envolvidas na produção, processamento, manipulação ou armazenamento de munição. Embora estatisticamente a probabilidade de uma estrutura ou construção ser atingida por um raio é relativamente baixa, no entanto, é de extrema importância fornecer proteção contra raios para instalações contendo munição.

8.1 Proteção externa

8.1.1. Probabilidade de raios

A probabilidade de uma instalação de explosivos ser atingida por um raio depende da localização geográfica da instalação e das condições atmosféricas e meteorológicas prevalentes na época. Medida em um longo período de tempo, é o produto da densidade do raio entre a nuvem e a terra e a área efetiva com material da estrutura ou edifício. Existem muitas fontes de dados globais sobre raios que podem fornecer à autoridade técnica nacional os dados relevantes.

8.1.2. Risco de explosão

A munição corre riscos com raios, que podem causar um evento explosivo por meios diretos ou indiretos, como:

- a) causar uma descarga na superfície ou pela formação de arco elétrico entre as superfícies condutoras. Isso, por sua vez poderia deflagrar os explosivos ou quaisquer dispositivos explosivos associados diretamente pelo calor, faíscas e metal fundido criado pelo arco;
- b) formação de arco que provoca incêndios em equipamentos e circuitos elétricos;
- c) raios que deflagram incêndios; ou

- d) lascamento gerado pelo calor da corrente que flui através dos componentes estruturais da instalação, influenciando e iniciando explosivos desprotegidos expostos e dispositivos explosivos.

8.1.3. Instalações que podem não requerer proteção (NÍVEL 2)

A autoridade técnica nacional pode optar por fornecer algumas isenções para os tipos de instalações que necessitam de proteção. No entanto, não deve haver isenção para instalações utilizadas para fabricar, processar ou movimentar explosivos que estão fora de recipientes. A lista a seguir é baseada nas melhores práticas internacionalmente aceitas:

- a) o armazenamento subterrâneo ou enterrados e, posteriormente, construído por escavação e com um mínimo de 600 mm de cobertura de terra;
- b) depósitos de explosivos que contêm e estão devidamente licenciados para armazenar um máximo de 25 kg de material da DR 1.1 e quando os explosivos são embalados em recipientes aprovados;
- c) instalações que contêm apenas munição DR 1.4 de armas portáteis ou outros explosivos que não podem ser inflamados por um raio ou seus efeitos indiretos e são embalados em recipientes aprovados;
- d) depósitos de explosivos cobertos por terra com mais de 600 mm de cobertura de terra e quando o aço estrutural ou as barras de reforço estão ligados à terra. Chaminés de ventilação e todas as penetrações metálicas devem estar ligadas à terra. Todos os circuitos elétricos devem ser protegidos por dispositivos transitórios de proteção contra sobretensão e sobrecorrente.¹⁶ A munição deve estar em recipientes aprovados;
- e) os recipientes ISO contendo explosivos de uma construção totalmente soldada, ou onde o quadro e todos os painéis são eletricamente ligados com o uso de cabos de ligação de alta voltagem, podem ser armazenados a céu aberto, sem qualquer proteção específica contra raios, desde que os recipientes tenham pelo menos dois pontos de aterramento em cantos opostos para se conectar às barras de terra. A resistência da corrente contínua (DC) para a terra em qualquer ponto do recipiente ISO deve ser inferior a 10 ohms. Os recipientes ISO que não forem projetados nesse padrão exigirão mais proteção contra raios, de preferência através de um sistema de catenária; e
- f) estruturas de armazenamento e instalações onde não se esperam lesões de pessoal, nas quais a perda econômica da instalação, das instalações vizinhas e de munições seria insignificante.

8.2 Tipos de proteção externa contra raios

Existem vários métodos de proteção externa contra raios. No entanto, a melhor prática internacional pode ser alcançada com o explosivo em uma rede interligada de condutores elétricos. Isso, por sua vez, assegura que todos os campos externos, correntes e voltagens estão protegidos contra o ingresso. Um SPR é projetado para interceptar um raio antes de atingir um edifício e transportar a corrente com segurança à terra, sem causar danos ao edifício ou a seu conteúdo.

A descrição de um sistema completo e suas necessidades estão no Anexo C. O Apêndice 1 do Anexo C oferece descrições figurativas de tipos de sistemas SPR diferentes.

¹⁶ É difícil e caro estabelecer a adequação da aterragem de estruturas de concreto reforçado depois da construção.

8.2.1. Gaiola de Faraday

Um modelo típico de proteção pode ser uma das barras de reforço de uma estrutura de concreto armado (CA) *in situ* em que as barras estão completamente unidas em um telhado às paredes e à configuração do andar e têm ligações à terra deliberadas. A utilização de postes de suporte de aço espaçados para proporcionar a blindagem é eficaz na proteção da estrutura do edifício, mas não impede campos magnéticos de penetrar o edifício. Esse método de proteção imita uma gaiola de Faraday e é chamado de gaiola de Faraday SPR. Ela exige uma distância mínima entre os limites da estrutura e os explosivos. Isso deve ser determinado por um especialista elétrico.

8.2.2. Outros modelos

Embora existam outros SPR, como para-raios com sistemas de ionização e sistemas de dissipação de carga, não devem ser escolhidos como preferenciais.

8.3 Proteção interna (NÍVEL 2)

Edifícios e quaisquer outras estruturas utilizadas para armazenar ou processar explosivos deveriam ter uma instalação interna de proteção contra raios, que deve ser composta por fitas adesivas equipotenciais e ligamentos para estruturas metálicas e seus componentes. Esse sistema é necessário a fim de evitar descarga perigosa ou faíscas dentro da estrutura a partir de qualquer corrente que flui no SPR ou componentes estruturais de aço externos, já que essa formação de faíscas é muito perigosa. A formação de faíscas deve ser evitada pelo uso de ligação e/ou isolamento equipotencial entre os vários componentes do sistema de SPR, tanto internos como externos.

8.3.1. Ligação e isolamento

Todos os equipamentos e estruturas internas, tais como depósitos de arma com dimensões superiores a 2 m em qualquer direção e contidos em 2 m de paredes ou estruturas, devem estar ligados à terra. A ligação à terra, ou aterragem, deve ocorrer pelo uso de uma faixa de ligação equipotencial (LE) que passe pelo edifício. Essa faixa deverá estar tão baixa quanto possível nas paredes e deve estar ligada ao piso de condução/antiestático, se estiver em uso e for praticável. Faixas de ligação ou fios acima de 2 m do nível do chão não devem ser utilizados.

A faixa do LE deverá ser conectada em um único ponto ao aterramento principal da instalação. Não deve ser deliberadamente ligada aos condutores descendentes do SPR em nenhum outro ponto e deve estar em linha reta quando possível, com o mínimo de dobras e cantos.

Quando a faixa se aproxima de portas ou outras aberturas deve ser levada, de preferência, para o assoalho. No entanto, se a estrutura da porta for metálica, pode ser usada para dar continuidade. Se uma faixa precisar passar por cima de uma abertura, nenhuma conexão de ligação deveria ser feita nela por cima da abertura.

8.3.1.1. Munição em teste, montagem ou reparo

Munições não devem ser diretamente ligadas à faixa de LE, mas ao suporte ou outro equipamento no qual estejam colocadas, que, por sua vez, deve ser ligado à LE por uma única ligação na parte mais baixa do suporte. Se um item não estiver em um suporte e seu tamanho ou posicionamento exigir uma ligação equipotencial, uma única conexão com o LE deverá ser feita com o cabo de conexão, conforme mostrado na Figura 1

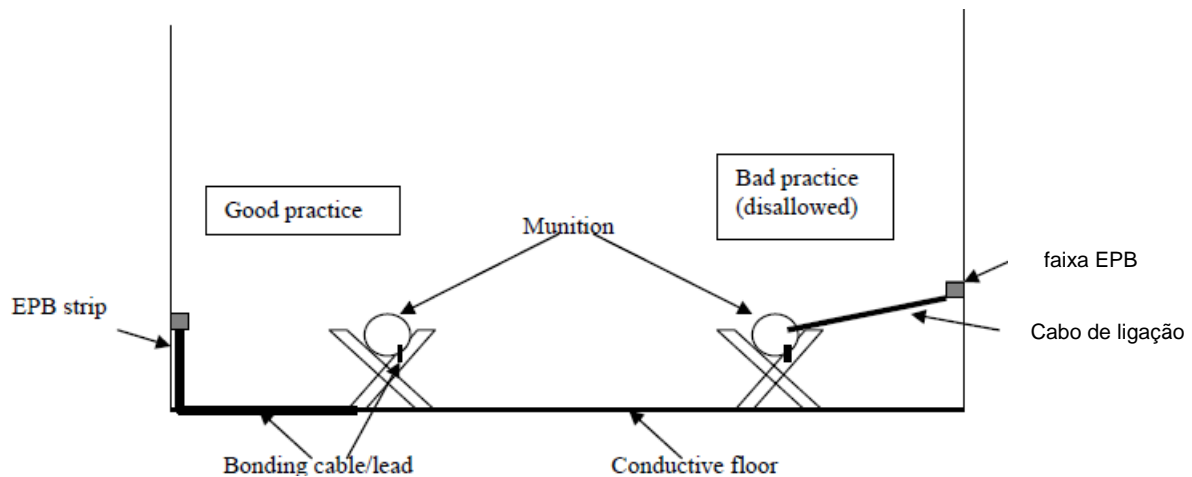


Figura 1: Ligação da munição com um cabo conector

Todos os cabos usados para fazer ligações com a faixa EPB deveriam ser levados para baixo pela parede e ao longo do piso até o suporte da munição. Eles não deveriam ser levados diretamente ao suporte suspenso ou mantidos acima do nível do chão.

A distância mínima de posicionamento de 500 mm deveria ser mantida em áreas de processamento e aumentada para 2 m se uma LE não for feita, e o item tem uma dimensão maior do que 2 m. A distância de posicionamento é medida a partir de objetos metálicos conectados às paredes, tais como equipamentos, saídas/entradas de ventilação e saídas de ventilação em trompa que não possuem perfis de isolamento.

8.3.2. Munição armazenada

Em áreas de armazenamento, não é necessário realizar a LE em itens em seus recipientes ou embalagens aprovadas.

8.3.3. Conexões a pisos antiestáticos e/ou condutores

Conexões a pisos antiestáticos e/ou condutores devem continuar a ser feitas na forma especificada. A ligação a uma faixa de LE não é necessária para fins de controle eletrostático, se existirem tais conexões de piso. O objetivo da LE é fornecer um aterramento de baixa resistência para fins de proteção contra raios.

8.3.4. Instalações sem SPR externo

Proteção contra raios interna pode ser necessária mesmo quando um SPR externo não é exigido, como definido pelas exclusões da Cláusula 8.1.3.

8.4 Riscos dos raios ao pessoal (NÍVEL 1)

Um SPR não pode impedir que um raio atinja a estrutura ou instalação de explosivos e, portanto, não pode garantir que não ocorrerá um evento explosivo. É essencial garantir a evacuação do pessoal de áreas de explosivos em casos de tempestade. Áreas de explosivos devem ter uma resposta claramente definida ao risco de raio, que deverá incluir um plano de evacuação que garanta a segurança das munições e assegure o isolamento elétrico das instalações evacuadas. Todo o processo deve ser treinado pelo menos uma vez por ano.

8.4.1. Avaliação de riscos

O chefe do estabelecimento deve realizar uma avaliação de riscos da probabilidade e consequências de tempestades que afetem as áreas de explosivos. Se o resultado da avaliação indicar que um sistema de alerta eficaz deve ser instalado, então, deve-se buscar a assistência de um especialista. Qualquer que seja o sistema eventualmente escolhido, deve ser capaz de dar um aviso de aproximação de tempestade pelo menos 30 minutos antes.

8.4.2. Tornando a instalação de explosivos segura no caso de uma tempestade (NÍVEL 1)

8.4.2.1. Depósitos

No caso de alerta de tempestade ou de súbita tempestade:

- a) pare imediatamente de trabalhar;
- b) não aterre conjuntos de explosivos deliberadamente, mas garanta que estejam a pelo menos 500 mm das paredes da instalação;
- c) feche todas as janelas, portas e saídas de ventilação;
- d) desligue toda a energia externa; e
- e) dirija-se a uma local seguro.

8.4.2.2. Depósitos abertos

No caso de aviso de tempestade ou de súbita tempestade:

- a) pare imediatamente de trabalhar;
- b) cubra e reembale explosivos desembalados caso o tempo permita; e
- c) dirija-se a uma local seguro.

8.4.2.3. Instalações de processamento

No caso de alerta de tempestade ou de súbita tempestade:

- a) pare imediatamente de trabalhar;
- b) se o tempo permitir, desconecte equipamentos de teste elétricos dos explosivos;
- c) não aterre conjuntos de explosivos deliberadamente, mas garanta que estejam a pelo menos 500 mm das paredes da instalação; e
- d) dirija-se a uma local seguro.

8.4.2.4. Áreas de guarda e reagrupamento

No caso de aviso de tempestade ou de súbita tempestade:

- a) pare imediatamente de trabalhar;
- b) cubra todos os veículos de estrada e trilhos se o tempo permitir; e
- c) dirija-se a uma local seguro.

9 Operação de regimes de condução e antiestáticos (NÍVEL 2)

Muitas substâncias e objetos explosivos são sensíveis à descarga eletrostática (DE). Se um item de munição não pode ser endurecido ou protegida contra ESD, então, devem ser tomadas medidas para evitar que a ESD ponha em perigo os explosivos. Isso pode ser feito assegurando que qualquer carga elétrica seja removida, pelo menos, logo que for gerada.

Nesta IATG, um componente sensível a qualquer componente crítico é a segurança de um sistema de arma ou plataforma suscetível aos efeitos da DE. Enquanto a deflagração é o principal risco, outros riscos também devem ser considerados quando quaisquer eletrônicos, combustíveis ou produtos de degradação de segurança sensíveis críticos, como o hidrogênio gasoso de explosivos com alumínio pode estar presente.

9.1 Definição técnica de regimes e segurança antiestática

As definições técnicas listadas abaixo se derivam das energias de ignição de explosivos utilizadas nos componentes expostos mais sensíveis. Por isso é essencial para a segurança que uma área protegida DE deva assegurar que quaisquer fontes de energia eletrostática estejam abaixo da energia de ignição do componente exposto mais sensível.

As definições a seguir são de suma importância para todos os aspectos de segurança de explosivos:

- a) um regime antiestático é operado quando substâncias explosivas ou DEE que, em sua configuração atual têm energias de ignição acima de 1MJ e abaixo de 156MJ. Na maioria dos casos, os componentes sensíveis de sistemas de armas são protegidos contra uma DE nociva por outros componentes do sistema de armamento, tais como, por exemplo, um invólucro de motor de foguete. Medidas deliberadas, tais como tampas, embalagens e quebras de circuitos fornecidos por unidades de segurança e de armamento (USA) também são fornecidos. É razoável, portanto, avaliar a arma em seu estado atual, em vez de sua configuração mais vulnerável; e
- b) um regime condutor é necessário na presença de substâncias explosivas ou DEE que, em sua configuração atual, tenham energias de ignição de 1MJ e abaixo desse valor. Esse regime deve ser reforçado ao processar quaisquer explosivos ou conjuntos de explosivos contendo todos os componentes cuja sensibilidade não for conhecida.

A seleção do regime atual de eletrostática para substâncias explosivas baseia-se nos testes explicados na IATG 01.50 *Sistema e Códigos de classificação de riscos de explosivos da ONU*.

Os regimes citados anteriormente devem ser aplicados em qualquer situação em que explosivos ou conjuntos explosivos poderiam estar expostos a risco de eletrostática. O gerente da instalação ou do processo deve garantir que todos os componentes sensíveis expostos sejam identificados, sua sensibilidade quantificada e o regime adequado implementado e mantido.

O treinamento é parte vital para a manutenção dos regimes citados. Essa formação deve incluir o conhecimento das munições no nível técnico de supervisores e treinamento de todos os funcionários operando em um regime de DE, e o uso de equipamentos de proteção pessoal, tais como roupas, calçados, pulseiras de aterramento, medidor de teste de pessoal da área de risco (HAPTM) e ferramentas manuais. Sempre que possível, uma operação segura deve ser alcançada no projeto, em vez de no procedimento, para garantir que o risco seja reduzido a níveis ALARP.

9.2 Fontes de eletricidade estática e medidas de controle

9.2.1. Pessoal (NÍVEL 2)

Em uma instalação devidamente construída, mantida e testada de acordo com as normas desta IATG, o maior risco de geração de níveis perigosos de carga elétrica é para o pessoal empregado na instalação. Sua mobilidade, alta capacidade e condutividade significam que constantemente geram, armazenam e dissipam carga elétrica. O acúmulo de carga pode ser liberado em uma única descarga. Por isso, todos os envolvidos na manipulação de explosivos sensíveis ou processamento de explosivo devem ser efetiva e permanentemente aterrados. Isso pode ser conquistado com o fornecimento de um caminho de descarga para a terra por meio do condutor e/ou sapatos e pisos antiestáticos. Pulseiras ligadas a condutores aterrados podem bastar quando instalações dedicadas não estão disponíveis.

9.2.2. Equipamento (NÍVEL 2)

Plantas, condutores e outros equipamentos devem ser aterrados e ligados para garantir que estejam em um potencial de terra comum. Carrinhos, transportadores e outros equipamentos móveis também têm o potencial de gerar eletricidade estática, armazená-la e, posteriormente, descarregá-la. Por isso, devem ter uma ligação eficaz à terra. Quaisquer pneus conectados aos equipamentos devem ser de material antiestático ou condutor. Sistemas gasosos ou fluidos, como sistemas de ar de baixa e alta pressão comprimidos devem ser equipados com componentes antiestáticos ou condutores aterrados. Correias transportadoras devem ser de material antiestático ou condutor, dependendo do regime em vigor no estabelecimento.

Se as operações realizadas dentro de um edifício exigirem uma instalação de piso antiestático ou condutor, é preferível a instalação de um piso de condução de grade. Isso permite uma futura flexibilidade na utilização do edifício. No entanto, em alguns ambientes isso pode ser compensado pelo aumento do risco de eletrocução, no caso de falha de equipamento.

9.2.3. Bancadas (NÍVEL 2)

Bancadas de processamento de explosivos devem estar a pelo menos 500 mm de qualquer parede externa e de elementos estruturais metálicos da instalação. Se a superfície ou estrutura da bancada for metálica e tiver dimensão > 2 m, deve ser ligada ao sistema equipotencial no ponto mais baixo. Bancadas metálicas < 2m e instalações nas quais um tapete condutor for utilizado para a superfície de trabalho sobre uma bancada de isolamento pode ser ligada ao chão condutor em vez de ser ao sistema de ligação equipotencial.

Se for impossível conseguir a separação de 500 mm das paredes externas ou elementos estruturais metálicos, uma avaliação dos riscos deve ser realizada para uma ideia do risco de incêndio de rápida propagação causado por raios. No entanto, se esse for o caso, então:

- a) nenhum item explosivo deve ser deixado na bancada quando o cômodo estiver desocupado; e
- b) um sistema eficaz de aviso de raios deve estar funcionando e permitir que os itens sejam armazenados com segurança e a evacuação seja realizada.

9.2.4. Racks (LEVEL 2)

Pode ser necessário fornecer racks em alguns LPE. Se esse for o caso, então as seguintes restrições devem ser aplicadas para a proteção dos explosivos contra raios:

- a) a distância mínima entre as paredes e o teto da instalação em relação aos racks deve ser de 500 mm; e

- b) racks de armazenamento condutores de explosivos devem estar ligados na base ao sistema de aterramento da instalação a menos que haja, pelo menos, 2 m de separação entre eles e a estrutura do edifício. Uma conexão adicional antiestática ou condutora não deve ser uma alternativa. Os racks não devem estar ligados à terra acima da base.

9.2.5. Equipamento especializado (NÍVEL 2)

Equipamentos especializados para conjuntos de explosivos devem ter requisitos especiais para a dissipação das cargas estáticas identificadas em uma fase inicial, ser compatíveis com a regulamentação da autoridade técnica nacional e as exigências da presente IATG. Devem ter todas as conexões necessárias ao plano de terra do solo, usando rodas condutoras, pneus, pés etc., conforme apropriado.

9.2.6. Umidade relativa (UR) (NÍVEL 1)

É importante manter a UR correta dentro de salas de processamento de explosivos e instalações de armazenamento. Isso assegurará que a carga estática não seja facilmente adquirida e que possa ser rapidamente dissipada. Os limites da UR estão descritos nas especificações para o regime eletrostático correspondente. Alguns materiais necessitam de horas de condicionamento na UR adequada para atingir o comportamento elétrico desejado. Para garantir a dissipação segura da carga a partir da superfície da roupa exterior e da embalagem feita de fibras naturais, como o algodão, é particularmente importante que sejam condicionados à UR adequada.

Todas as áreas de processamento de explosivos devem ser equipadas com monitores suficientes para permitir que o usuário confirme prontamente que a UR atende os requisitos desta IATG. Sensores e monitores adicionais podem ser necessários dentro das regiões de áreas eletrostáticas grandes e/ou separadas.

9.2.7. Medidor de teste de pessoal da área de risco (HAPTM) (NÍVEL 2)

O HAPTM deve ser usado pela pessoa que entrar em qualquer área onde um regime condutor esteja em vigor. Quem não passar no teste deverá fazer modificações para assegurar um passe ou deixar a área. O HAPTM confirma que a resistência total do sujeito para a terra está abaixo de 1MΩ. Essa é a resistência máxima aceitável para a operação em regime condutor. O pessoal utilizando calçado condutor sobre um piso de condução normalmente conseguirá passar.

O termo calçado refere-se a sapatos ou botas, mas não inclui sistemas temporários de aterramento de calcanhar ou adições semelhantes ao calçado comum que são comumente atribuídas aos visitantes temporários de salas de processamento de explosivos. Qualquer um que se aproxime 1 m de qualquer conjunto de explosivo ou de explosivos não deve usar o material de dissipação eletrostática temporário.

O HAPTM deve ser colocado na entrada da área e o eletrodo aterrado deve ser ligado à rede do piso condutor. Uma placa de metal de terra não deve ser utilizada como o eletrodo de pé. Qualquer um passando por testes deve permanecer no piso condutor. O teste só pode ser realizado em calçados secos, já que obter um passe com o calçado molhado que, quando seco, isolaria o usuário e causaria uma falha. Os visitantes equipados com dispositivos de ligação à terra temporários, como salto aterrado, podem adentrar áreas condutoras e antiestáticas, mas não devem ser autorizados a tocar nos explosivos. O HAPTM deve ser calibrado de acordo com as instruções do fabricante.

9.2.8. Aterramento

O aterramento deve ser de acordo com as exigências da autoridade técnica nacional e as melhores práticas das normas internacionais. Revestimentos ou blindagem de metal de todos os cabos elétricos, tubulações metálicas, trilhos ou guias que entram em um edifício devem ser ligados à parte mais próxima do SPR acima das ligações de teste nos pontos de entrada. Eles também devem ser aterrados a 75 m e 150 m da instalação. Se os revestimentos exteriores de cabos forem retirados para facilitar a conexão, o comprimento desencapado deve ser devidamente protegido contra corrosão.

Em instalações subterrâneas, um aterramento adicional deveria ser instalado em intervalos não superiores a 75 m ao longo da estrada ou eixo de acesso. Essa medida destina-se a proteger a integridade do sistema de aterramento, com o uso de vários condutores de terra e também para haver um grau de supressão de transientes.

Tubulações metálicas de serviço não devem ser utilizadas como eletrodos aterrados.

9.3 Regime e precauções antiestáticos (NÍVEL 2)

9.3.1. Piso

Um piso antiestático deve ser usado conforme o exigido pela regulamentação da autoridade técnica nacional e as melhores práticas internacionais. Esse piso é projetado para dissipar uma carga estática, ao descarregá-la lentamente, e de qualquer coisa eletricamente ligada a ele, para a terra. As melhores práticas internacionais afirmam que pisos antiestáticos devem ter uma resistência a partir da superfície do piso de terra entre 50kΩ e 100MΩ. No entanto, em instalações de processamento de explosivos, especialmente em ambientes com atmosferas potencialmente explosivas, o limite superior deve ser de 2MΩ. Os pisos devem ser testados em conformidade com o Anexo H.

Na ausência de um HAPTM adequado para ambientes antiestáticos, a segurança deve ser assegurada por testes anuais do piso e dos calçados. No entanto, se existe uma obrigação de atualizar para um regime condutor, então, a instalação deve incluir um HAPTM.

Uma UR \geq 40% deve ser mantida. Equipamentos de monitoramento de UR com precisão de no mínimo +/- 5% de UR são permitidos.

9.3.2. Calçados e vestimenta

O pessoal deve usar calçados antiestáticos que estejam em conformidade com os requisitos de resistência da autoridade técnica nacional e as melhores práticas internacionais, incluindo a inserção de tampas de segurança e outros recursos para fornecer proteção contra lesão acidental nos pés.

O pessoal deve utilizar roupas feitas de materiais cujas superfícies exteriores tenham uma resistividade de superfície de $1 \times 10^{12}\Omega$ ou menor com UR de 40%. As vestimentas devem ser armazenadas em um ambiente de UR igual ou maior que seu ambiente de trabalho. As vestimentas devem ser de tecido homogêneo e não de material que dependa de uma das grades condutoras ou revestimento, e também devem proteger contra incêndio e queimaduras. A roupa deve servir e ser corretamente colocada. Luvas não devem ser usadas a menos que, como resultado de uma avaliação de risco, sejam identificadas como equipamento de proteção pessoal (EPP) para proteger os operadores de riscos adicionais. Nessa situação, será necessário equilibrar os riscos relativos entre os explosivos e outros riscos identificados, ainda que luvas antiestáticas estejam disponíveis. O pessoal não deve vestir ou despir a roupa enquanto estiver na presença de substâncias ou artigos explosivos.

9.3.3. Outros materiais

Resistivos soltos, isto é, materiais como plástico, borracha, vidro, etc., com uma resistividade superficial de $10^{11}/m^2$ na área de trabalho, devem ser limitados a um tamanho $< 75 \text{ cm}^2$. Nesse contexto, a palavra “solto” destina-se a permitir a presença de materiais resistivos $> 75 \text{ cm}^2$ que estarão seguros por estarem fixos e distantes dos materiais ou dispositivos sensíveis. Em muitos casos, os objetos soltos podem ser tratados para melhorar suas características eletrostáticas.

9.3.4. Umidade relativa

Uma UR $> 40\%$ deve ser mantida sempre na área.

9.3.5. Pulseiras e tornozeleiras

Se pulseiras e tornozeleiras forem de uso especificado em um regime antiestático, então, os seguintes padrões devem ser adotados:

- a) devem ser do tipo de rápida liberação. A resistência de uma extremidade a outra, incluindo as pulseiras e tornozeleiras, cabeamento e terminações de contato devem ser $\geq 750k\Omega$ e $\leq 35M\Omega$;
- b) um ponto de conexão dedicado para as pulseiras e tornozeleiras deveria ser estabelecido próximo à área de trabalho e de fácil acesso. O ponto de conexão deve estar claramente identificado; e
- c) calçados de dissipação eletrostática devem ser feitos de forma que o contato feito com ambos os pés estejam de acordo com os requisitos de um caminho elétrico do usuário a pontos de conexão em cada pé do calçado nas regiões dos dedos e dos calcanhares.

9.3.6. Teste de equipamentos antiestáticos antes do uso

A verificação das pulseiras e dos fios terra devem ser feitos no início de cada dia de trabalho. Cada verificação deve ser feita com a pulseira sendo usada pelo usuário e em contato com a pele. A verificação deve incluir a aferição da resistência de uma extremidade a outra.

Tornozeleiras e tiras nos dedos e calcanhar devem ser verificadas antes do uso ou da entrada na área de controle estático. A tornozeleira do utilizador deve estar em contato com a pele. As tiras dos dedos e calcanhares devem ser testadas com o aparelho em uso.

Aferições das verificações acima devem ocorrer de acordo com os requisitos da autoridade técnica nacional.

9.4 Regime e precauções de condução (NÍVEL 2)

9.4.1. Piso

Pisos de condução devem ser fornecidos de acordo com as exigências da autoridade técnica nacional e as melhores práticas internacionais. A resistência da superfície do chão à terra deve ser inferior a $50 \text{ k}\Omega$. Se por algum motivo os pisos condutores não puderem ser usados, pode ser especificado um sistema alternativo de controle de carga eletrostática, mas será necessário o acordo escrito da autoridade técnica nacional. Pisos devem ser testados em conformidade com o Anexo H.

9.4.2. Calçados e vestimentas

Ver Cláusula 9.3.2.

9.4.3. Outros materiais

Nenhum material capaz de reter qualquer carga eletrostática significativa, ou que permita o isolamento elétrico de condutores significativos, deve ser permitido dentro da área de trabalho. No caso de uma UR elevada ser mantida, madeira e outros materiais de celulose poderão ser permitidos.

9.4.4. Umidade relativa

Uma UR \geq 65% deve ser mantida. Equipamentos de monitoramento de UR com eficiência de pelo menos \pm 5% são permitidos. No entanto, em circunstâncias excepcionais aprovadas pelo chefe do estabelecimento, os limites de UR podem ser reduzidos a um mínimo absoluto de 40%. Porém, caso o chefe do estabelecimento deseje trabalhar em uma UR entre 40 e 65%, as seguintes restrições devem ser seguidas:

- a) não deve haver processamento de explosivos primários desembalados;
- b) o pessoal deve continuar a passar individualmente pelo teste do HAPTM;
- c) todos os materiais cujas propriedades de dissipação sejam dependentes de uma UR alta devem ser removidos; e
- d) deve ser demonstrado que não há nível de risco de carga eletrostática sob UR reduzida. Esse parâmetro exigirá o uso de equipamento especializado, técnicas de teste e pessoal.

9.4.5. Restrições de equipamentos e aterramento efetivo

Correias transportadoras devem ser de tipo condutor em conformidade os testes aprovados pela autoridade técnica nacional. Os eletrodos devem ser colocados um em cada superfície. A resistência máxima aceitável é de 100 k Ω .

Topo de bancadas, cadeiras e recipientes devem ser de material condutor e ser efetivamente ligados ao piso condutor ou sistema de ligação equipotencial. O material de cobertura de bancadas deve dissipar estática.

Todos os condutores devem estar devidamente aterrados. Para os propósitos desta IATG, isso significa uma resistência máxima $<$ 1M Ω .

9.5 Áreas de condução mista ou híbrida

É possível misturar os vários regimes de condutores, isto é, não controlados, antiestático e condutor no interior do mesmo edifício ou sala. No entanto, precauções especiais devem ser tomadas e deve-se notar que a administração e a operação de tais áreas serão complexas. Isso exigirá um controle cuidadoso e deliberado do pessoal que se desloca entre as diversas áreas do regime. As áreas a serem consideradas são o piso, as correias transportadoras, as bancadas, as cadeiras, os revestimento dos bancos, os calçados, as vestimentas, PPE, os explosivos e outros recipientes. Essa lista não é exaustiva e o estudo e a avaliação geral cuidadosa do risco do processo serão necessários.

9.5.1. Marcação e mistura de diferentes regimes eletrostáticos

As áreas devem ser claramente definidas em termos dos diferentes regimes eletrostáticos em operação em um desenho em escala realizado pela autoridade técnica nacional, e as áreas devem ser demarcadas por barreiras permanentes ou semipermanentes. Qualquer alteração das zonas demarcadas deve ser acompanhada de uma avaliação de risco e a justificação, que devem ser enviadas à autoridade técnica nacional pelo chefe do estabelecimento.

É vital que o HAPTM correto esteja disponível nos pontos de entrada e/ou saída para a área controlada. Dentro das áreas controladas, os controles apropriados devem ser seguidos. Se a estrutura de um edifício ou da sala proporciona um regime condutor, mas a construção é necessária para processar tipos de explosivo que requerem um regime antiestático ou um ambiente não controlado eletrostático, ele não é necessário para manter totalmente todas as características do regime de condutor. No entanto, as regras relativas à análise e à manutenção de pisos condutores ainda são aplicáveis.

9.5.2. Regimes mistos e uso de equipamento portátil

Ter regimes eletrostáticos mistos dentro da mesma sala ou prédio exige um controle rigoroso sobre a utilização de equipamentos elétricos portáteis. Qualquer desses equipamentos usados dentro da área zoneada deve possuir isolamento duplo para eliminar qualquer risco para o pessoal de eletrocução resultantes da utilização de equipamentos com defeito dentro de um regime condutor.

9.6 Segurança do pessoal e verificações de segurança (NÍVEL 2)

9.6.1. Dispositivos contra corrente residual (DCR)

Se regimes antiestáticos ou condutores estão em operação, o pessoal deve estar protegido contra choques elétricos letais por um DCR em níveis, de acordo com as normas da autoridade técnica nacional. Caso não seja possível assegurar essa proteção elétrica através da utilização de um DCR, o chefe do estabelecimento deve fornecer proteção adequada a um operador de tal modo que o risco de um choque elétrico letal seja removido, na medida em que seja razoavelmente praticável.

9.6.2. Equipamento elétrico de alimentação

Todos os equipamentos elétricos de instalação fixos ao alcance das mãos, ou equipamento portátil, usado por uma pessoa no chão condutor devem ser duplamente isolados em conformidade com os requisitos da autoridade técnica nacional. Por outro lado, os equipamentos podem ser alimentados a partir de suprimentos de baixa tensão extra separados e fixos em conformidade com as normas da autoridade técnica nacional. Essa exigência deve ser aplicada a todos os utilizadores da instalação, incluindo, mas não exclusivamente, o pessoal de limpeza, pessoal de manutenção e os trabalhadores do processamento.

Quando pisos condutores ou antiestático são instalados, um aviso proibindo a utilização de equipamento elétrico não autorizado deve ser exibido.

Verificações visuais semanais da ligação elétrica das bancadas, pisos, cadeiras, carrinhos, esteiras, estações de trabalho, equipamento aterrado separadamente ou qualquer outro equipamento que aterre um operador permanente ou temporário devem ser realizadas. Equipamentos sujeitos a mudanças de configuração devem ser verificados imediatamente após essa mudança e, posteriormente, em intervalos semanais.

9.7 Ligação elétrica de pisos antiestáticos e condutores (NÍVEL 2)

9.7.1. Piso da instalação e interface de cobertura de proteção

O piso debaixo do piso antiestático ou condutor deve ser protegido por uma membrana impermeável eficaz. Faixas de ligação devem ser definidas para cada pedaço de revestimento do piso e garantir a continuidade elétrica eficaz em todo o piso. As faixas de ligação devem ser colocadas no chão para formar uma rede de 600 mm de espaçamento sob o revestimento de proteção do piso. O espaçamento da grade deve assegurar que a resistência elétrica do piso do edifício à terra seja compatível e coerente em toda a área do piso.

9.7.2. Aterragem e ligação

Um mínimo absoluto de dois caminhos para terra deve ser fornecido para cada pedaço de revestimento do piso. A grade deve ser ligada à aterragem elétrica do edifício em posições, idealmente, diagonais e opostas ao chão. Grades não devem atravessar articulações de expansão flexíveis. Se necessário, os cabos de ligação flexíveis podem ser usados para acoplar as grades adjacentes.

Se o revestimento do piso é feito de azulejos, então, a fita de ligação deve ser colocada debaixo de cada linha de ladrilhos e todas as fitas devem ser ligadas entre si por uma fita adesiva colocada em ângulo reto.

9.7.3. Materiais de ligação e dimensões

Fitas de ligação de aço inoxidável deveriam ser usadas, mas a utilização de bronze e cobre é aceitável. No entanto, o alumínio não deve ser usado. As fitas devem ser de pelo menos 50 mm de largura – se forem utilizados materiais como este, fornecerá conectividade confiável através de articulações de folha; as fitas não devem ser inferiores a 0,2 mm de espessura. Para alguns sistemas de revestimento tais como aqueles de material polimérico homogêneo e com um acabamento cavado, a largura das fitas condutoras não é importante.

No entanto, as fitas devem ser de robustez mecânica suficiente para durar a vida útil do pavimento e proporcionar uma resistência suficientemente baixa para não contribuir com o limite de 50kΩ para a resistência elétrica do piso. A continuidade elétrica das articulações sob o piso deve ser atingida por rebites, solda ou condutores adesivos, e as conexões ao sistema de aterramento da instalação devem ser feitas com braçadeiras de parafuso.

Quaisquer adesivos utilizados devem ser condutores elétricos, mas se um adesivo não condutor é usado deve-se tomar cuidado para evitar que afete a condutividade entre as fitas de ligação e a superfície inferior do revestimento. Os adesivos devem ser quimicamente compatíveis com os explosivos presentes no edifício.

9.7.4. Manutenção da superfície de proteção

Ceras e vernizes não devem ser utilizados em pisos antiestáticos e condutores. O método e a frequência da limpeza devem ser os recomendados pelo fabricante do material do piso. Se qualquer área do piso exibir evidências de contaminação por terra, graxas, etc. que possa afetar sua resistividade elétrica, então essa área deve ser limpa pelo método recomendado imediatamente.

Anexo A (normativo) Referências

Os documentos normativos listados abaixo contêm disposições que, por meio de referências neste texto, são relevantes para esta seção das normas. Para referências datadas, não se aplicam emendas ou revisões subsequentes de nenhuma dessas publicações. No entanto, partes envolvidas em acordos baseados nessa seção das normas são incentivadas a analisar a possibilidade de aplicar as edições mais recentes dos documentos normativos indicados abaixo. Para referências não datadas, aplica-se a edição mais recente do documento normativo referenciado. Membros da ISO mantêm registros de padrões ISO ou EN atualmente válidos:

- a) IATG 01.40:2015[E] *Termos, glossário e definições*. UNODA. 2015;
- b) IATG 01.50:2015[E] *Sistema e códigos de classificação de perigos com explosivos da ONU*. UNODA. 2015;

- c) IATG 02.10:2015[E] *Introdução a processos e princípios de gestão de riscos*. UNODA. 2015;
- d) IATG 02.20:2015[E] *Quantidades de distância e de separação*. UNODA. 2015;
- e) IATG 02.30:2015[E] *Licenciamento de instalações de explosivos*. UNODA. 2015;
- f) IATG 02.50:2015[E] *Segurança de incêndios*. UNODA. 2015;
- g) IATG 05.50:2015[E] *Veículos e equipamento de manuseio mecânico (EMM) em instalações de explosivos*. UNODA. 2015;
- h) IATG 05.60:2015[E] *Perigo da radiofrequência*. UNODA. 2015; e
- i) IATG 06.60:2010[E] *Serviços (construção e reparo)*. UNODA. 2015.

As versões/edições mais recentes dessas referências deveriam ser usadas. O Departamento das Nações Unidas para Questões de Desarmamento (UNODA) guarda cópias de todas as referências¹⁷ usadas nesta norma. Um arquivo com a última versão/edição das Normas Técnicas Internacionais sobre Munição é mantido pela UNODA e está disponível no site da IATG: <http://www.un-arm.org>. Autoridades nacionais, empregadores e outros órgãos e organizações interessados deveriam obter cópias antes de iniciar programas de gestão de estoques de munição convencional.

¹⁷ Havendo permissão de direitos autorais.

Anexo B **(informativo)** **Referências**

Os seguintes documentos informativos contêm disposições que também devem ser consultadas para fornecer mais informações de repertório para o conteúdo deste guia:

- a) AASTP-1, Edition 1 (Change 3). *Manual of NATO Safety Principles for the Storage of Military Ammunition and Explosives*. NATO. 04 May 2010;¹⁸ e
- b) Joint Service Publication 482, Volume 1, Chapter 8, *Safety Standards for Electrical Installations and Equipment in Explosive Facilities*. UK. November 2006.

A última versão/edição dessas referências deve ser usada. O Escritório das Nações Unidas para Assuntos de Desarmamento (UNODA) contêm cópias de todas as referências utilizadas neste guia. Um registro da última versão/edição das Normas Técnicas Internacionais sobre Munições é mantido pelo UNODA, e pode ser lido no site do IATG: <http://www.un-arm.org>. As autoridades nacionais, os empregadores e outras organizações e interessados deveriam obter cópias antes de iniciar programas de gestão de estoques de munições convencionais.

¹⁸ Embora fosse uma versão preliminar quando utilizado para desenvolver esta IATG, o texto foi aprovado pela reunião da CASG da OTAN de 17/18 junho 2010.

Anexo C (informativo) **Sistemas de proteção contra raios (SPR)**

Idealmente, um SPR deveria ser incluído como requisito durante o projeto e construção de instalações de explosivos. Deve ser efetivo, simples, áspero e permanente. Também deve estar acessível para testes e manutenção, em especial para redes de terminação aterrada que ficam escondidas.

C.1 Construção e projeto de um SPR

Instalações de explosivos modernas utilizam muito metal em sua construção, que deve ser usado para maximizar o número de caminhos condutores paralelos, se o uso de um sistema de terminação de ar de superfície montada for permitido. Barras adequadas de reforço de ligação em uma instalação RC podem ser utilizadas como condutores descendentes e tetos de aço podem ser utilizados como redes de terminação de ar, desde que uma pequena bitola de metal seja utilizada.

Os seguintes tipos de construção fornecem as melhores opções para uma boa proteção contra raios:

- a) uma construção de concreto armado (CA) com paredes, teto e piso fundido *in situ*, com todas as conexões bem ligadas e aterradas; ou
- b) uma moldura de entrada de aço com revestimento de folhas de perfil aterradas.

Se a instalação não for dos tipos anteriores, então um sistema SPR deveria ser instalado.

C.2 Materiais de construção

Ao selecionar materiais para um sistema SPR, sua compatibilidade e características de corrosão serão críticas. Metais diferentes em contato uns com os outros deveriam estar próximos na série eletroquímica para reduzir o risco de interação eletrolítica. Se a possibilidade de ação eletrolítica significativa existe, soldas térmicas ou articulações metálicas seladas secas deveriam ser usadas para fornecer a proteção adequada. Condutores a serem utilizados como redes de terminação de ar suspensas devem ser de cobre inflexível, alumínio ou aço revestido de cobre, segundo o especificado pela autoridade técnica nacional.

C.3 SPR

As instalações podem ser projetadas com SPR integrais ou separados. Em um sistema integrado, o SPR fica ou acoplado à instalação, ou utiliza partes da estrutura da instalação. Um SPR separado fica fisicamente separado do prédio e não está fixo nem é parte da estrutura do prédio.

C.3.1 As partes componentes de um SPR

- a) rede de terminação de ar;
- b) condutores descendentes;
- c) rede de terminação aterrada;
- d) eletrodos aterrados; e
- e) articulações e ligações-teste.

C.4 Rede de terminação de ar (ATN)

Uma rede de terminação de ar intercepta a queda de raios. Fica geralmente fixa no telhado de um edifício ou utiliza a estrutura do telhado, no caso de um SPR integral, ou é um poste perto do edifício, mais alto do que o edifício protegido, e é atingida no lugar da construção.

C.4.1 Tipos de ATN

Há três tipos de ATN integrais, ilustrados no Apêndice 1 deste Anexo. Os tipos são:

- a) terminação de ar de superfície montada;
- b) uma estrutura de CA com terminação de ar fixa (Figura C.1); ou
- c) acabamentos e telhado de aço (Figura C.2).

Existem dois tipos separados de ATN, também ilustrados no Apêndice 1. Esses tipos são:

- d) terminação de ar suspensa (Figura C.4); e
- e) terminação de ar vertical (Figura C.5).

C.4.1.1 Terminação de ar de superfície montada

Esse projeto de SPR é de longe o mais comum. Os condutores do telhado devem formar uma malha de tamanho conforme o exigido pela autoridade técnica nacional, mas idealmente de 10 m x 5 m, ou menor, se necessário, e devem ser feitos de apenas cobre puro.

Os condutores podem ser colocados diretamente sobre o telhado, desde que os materiais do telhado não os cubram. As bordas são as partes mais vulneráveis de um telhado e, portanto, os condutores posicionados ao longo de uma borda devem ser colocados o mais próximo possível delas; 100 mm ou mais próximo seria o ideal.

Se um único estabelecimento tem telhados em diferentes níveis, cada nível deve ser protegido. A rede de terminação de ar fixa sobre um telhado de um nível pode proporcionar proteção a um telhado em um nível inferior. Nesse caso, uma rede separada para o conjunto ou para uma parte do telhado inferior pode não ser necessária. Especialistas devem ser procurados para aconselhamento.

C.4.1.2 Estruturas RC com terminação de ar fixa

As barras de reforço das paredes e do telhado de estruturas de CA deveriam ser posicionadas no mínimo a dois locais diagonalmente opostos sobre a estrutura. Devem estar ligadas à rede de terminação de ar montada em superfície e ao condutor descendente. Se condutores descendentes separados estiverem instalados, também devem ser ligados às barras de reforço no topo das paredes.

Quando um condutor descendente é acoplado a uma coluna de concreto reforçado, ou a uma coluna de aço revestido de concreto, o aço deve ser ligado ao condutor descendente por cima da articulação de teste. O reforço da parede, o piso e a coluna reforçada ou estruturas de aço devem ser contíguos ao reforço do telhado.

Condutores ou remates verticais pontiagudos não são normalmente fornecidos em uma terminação de ar de superfície montada, mas são inteiramente apropriados para estruturas de CA e instalações de explosivos.

C.4.1.3 Acabamentos e telhado de aço

Se o edifício tem um telhado de metal, então, formará a rede de terminação de ar. É vital que o telhado de metal esteja devidamente ligado aos condutores descendentes do SPR.

Se o telhado é parte de uma estrutura com acabamento de aço, então, esses acabamentos podem ser projetados para formar os condutores descendentes para o SPR. Nesse caso, todos os metais entre a estrutura de aço e o telhado devem ser ligados eletricamente e as articulações testadas para garantir que tenham uma resistência de, idealmente, 0,5Ω ou menos.

C.4.1.4 Redes de terminação de ar suspensas

Uma rede desse tipo compreende dois ou mais postes de suporte ligados a um condutor aéreo ou sistema de condutores. Os postes de apoio devem ser posicionados a pelo menos 2 m da instalação. Quando um poste é composto por um material não condutor, uma fita de condução por todo o comprimento do poste deve ser fornecida para ligar o condutor aéreo à rede de terminação terra. Todos os fios de apoio também devem ser ligados à rede de terminação na terra.

A fim de evitar incêndios de progresso rápido, a distância mínima entre a parte inferior de um sistema de condutores aéreos e o local protegido não deve ser inferior a 2 m na condição de máxima retração causada por neve e gelo. No entanto, se a instalação tiver componentes metálicos afiados ou pontiagudos aterrados que se sobressaiam do edifício protegido, como uma pilha de ventilação, uma distância > 5m deve ser exigida a partir do ponto mais alto da estrutura.

C.4.1.5 Rede de terminação de ar vertical

Uma rede de terminação de ar vertical compreende um único poste metálico posicionado, pelo menos, a 2 m da instalação. Fios fixos devem ser ligados na extremidade superior ao SPR e, na extremidade inferior, ligados ao eletrodo anelar enterrado aterrado.

C.5 Condutores descendentes

Redes de terminação de ar de superfície montadas devem ser fornecidas com dois ou mais condutores descendentes em torno do perímetro da instalação. Devem ser igualmente espaçados na medida do possível e não estar a mais de 15 m de distância um do outro. O material de condutores descendentes deve ser de cobre e cada um deve ter uma haste de terra associada, conforme especificado pela autoridade técnica nacional.

Condutores descendentes não devem ser levados ao interior dos edifícios, mas elementos estruturais metálicos usados como condutores descendentes podem ter partes expostas internamente. Isso deve ser levado em consideração no que diz respeito à disposição interna da instalação.

Se as barras de reforço ou as estruturas de aço de uma instalação estiverem sendo utilizadas como condutores descendentes, então, a ligação à rede de terminação na terra deve estar cerca de 100 mm acima do nível do solo. A ligação às barras de reforço ou estruturas deve ser tal que possa ser inspecionado prontamente, mas também deve ser protegida dos elementos.

C.6 Redes de terminação terra

Devem estar localizadas o mais próximo possível da instalação protegida, mas não devem estar a menos de 600 mm dos rodapés da parede. Uma terminação terra deve ser composta de hastes de eletrodos, fitas ou outros meios de fornecer uma conexão com a terra.

C.6.1 Hastes de eletrodos de metal

Hastes de eletrodos devem ser conduzidas à profundidade necessária para fornecer a resistência de terra desejada. A profundidade mínima deve ser aquela em que a haste penetra o solo de umidade permanente. Se mais do que uma haste for necessária para obter a resistência desejada, o espaçamento entre elas deve ser pelo menos igual à profundidade obtida. Hastes de eletrodos tem vida útil de cerca de 30 anos. O aumento da resistividade é causado por falha do revestimento de cobre e enferrujamento subsequente do material da haste. Hastes com falhas devem ser substituídas.

Todos os eletrodos de aterramento de um sistema devem ser interligados por um condutor anelar enterrado pelo menos 600 mm abaixo do solo. Os sistemas de aterramento de estruturas adjacentes devem ser interligados quando isso for razoavelmente possível e sempre que as condições do solo dificultarem a obtenção da resistência de terra necessária. Em condições de solo difíceis, nas quais hastes de eletrodos se provarem ineficazes, deve-se obter o aconselhamento de engenheiros civis especializados.

Se a instalação estiver situada em rocha, um eletrodo de aterramento satisfatório pode ser obtido por perfuração na rocha e revestindo-se o buraco com terra peneirada ou uma mistura de pó de carvão e pó de cobre antes de inserir as hastes de terra. O diâmetro do buraco deve ser de 75 mm ou mais. Coque, brisa ou cinzas não devem ser usados como preenchimento, por terem efeito corrosivo sobre o cobre. Existem produtos disponíveis comercialmente que podem ser utilizados para melhorar a condutividade do solo à volta dos eletrodos. Em áreas de alta resistência do solo ou espaço restrito que limite o número de hastes que podem ser movidas, hastes químicas podem ser utilizadas em conjunto com enchimento condutor ou de retenção de umidade.

C.6.2 Hastes de eletrodos químicas

Hastes de eletrodos químicas proporcionam uma liberação controlada de uma solução de tipo salina para uma área de preenchimento. Podem ser utilizadas se condições de solo difíceis forem encontradas e podem eliminar a necessidade de introduzir hastes extras, se o espaço for limitado. Esses tipos de hastes de terra exigem reenrichimento regular com uma solução química apropriada; então um regime de manutenção deve ser adotado ao se utilizar esses tipos de haste, a fim de manter sua eficiência. Hastes químicas oferecem um desempenho mais consistente em condições desérticas ou climas com estações secas e úmidas distintas.

C.6.3 Gerenciamento e teste de estado

Se aumentar a resistência da haste em terra exigir a inserção de hastes adicionais, os desenhos de engenharia da instalação devem ser alterados para refletir a mudança e o futuro regime de testes deve avaliar as hastes como um eletrodo. Canos de água e outros serviços não devem ser utilizados como parte do sistema de terminação terra ou como eletrodos terra.

A fim de permitir o isolamento elétrico e de acesso aos eletrodos durante o teste, as extremidades superiores dos eletrodos deveriam ser terminadas em uma pequena vala de serviço coberta. Quando as condições, tais como a necessidade de ligar peças metálicas da instalação, exigem que um condutor seja exposto, ele deve ser ligado e cercar a unidade a uma altura inferior a 500 mm acima do nível do solo. Deve ser permanentemente ligado a todos os condutores descendentes. Se o condutor está ligado à instalação, deve ser visível ao longo de todo seu comprimento. Caso aberturas de portas, caminhos e estradas tornarem necessário que o condutor seja subterrâneo, deve ser colocado em uma tubulação não metálica.

C.7 Articulações e ligações de teste

C.7.1 Articulações

Uma articulação-teste de vários caminhos, tipo grampo, deve ser construída em cada vala de serviço. Apenas as redes de terminação terra devem ser permitidas abaixo de uma articulação de teste.

Postes de apoio de uma rede de terminação de ar devem ser dotados de articulações de teste a 500 mm acima do nível do solo e conectados à rede de terminação terra e a todos os fios fixos em pontos próximos ao poste.

Eletrodos de aterramento devem ser capazes de se isolar e um eletrodo de referência deve ser fornecido para fins de teste, principalmente quando o solo circundante é concretado ou alcatroado.

Se as estruturas de aço de uma instalação forem usadas como condutores descendentes, pontos de teste suficientes devem ser fornecidos para permitir a continuidade de baixa resistência da estrutura de aço a ser verificada. Isso é especialmente importante para as partes da estrutura que não são visíveis ou acessíveis.

C.7.2 Ligações

Todos os principais itens de metais externos e que façam parte de uma instalação devem estar ligados ao SPR. O Material de ligação para ligações internas e externas para instalações de explosivos deve ser recozido de cobre. Estruturas de aço com menos de 2 m de comprimento, ou seja, acabamento de metal de janelas, pequenos ventiladores e outros pequenos equipamentos de metal de quaisquer componentes SPR, desde que sejam maiores que 500 mm, não precisam estar ligados.

Os testes de resistência de ligações devem ser realizados durante a aceitação da instalação SPR e exigem inspeção periódica, por toda sua vida útil.

O revestimento ou armadura de metal de cabos de abastecimento elétrico deve ser ligado ao SPR e ao cercado do interruptor principal apenas no ponto de entrada do cabo. O revestimento de metal ou conduíte de cada circuito saindo do interruptor principal deve ser ligado à tomada do cercado. Todos os outros tubos ou conduítes de serviços de metal só devem ser ligados aos SPR em seu ponto de entrada na instalação. Todas as corridas diretas de conduítes metálicos, tubulação ou revestimento de cabos metálicos devem ser ligados ao SPR em cada ponto de entrada e saída. Deve ser possível isolar a ligação de SPR para fins de teste.

Todos os trilhos e guindastes dentro de uma instalação devem estar ligados em cada extremidade ao SPR. Quaisquer trilhos que se saiam das instalações devem estar ligados ao SPR em seus pontos de entrada e saída.

O SPR deve estar aterrado à instalação em apenas um ponto. O meio de ligação deve ser tal que possa ser facilmente retirado para permitir que testes sejam realizados.

C.8 Instalações subterrâneas

Como afirmado anteriormente, normalmente uma instalação subterrânea não exige uma SPR. No entanto, partes de metal e estruturais do local que tenha menos de 600 mm de cobertura de terra deveriam ser protegidas da mesma forma que um local acima do solo.

C.8.1 Muros-testas expostos

Se uma instalação coberta de terra tem um muro-testa exposto, então ele deveria possuir uma rede de terminação de ar ligada às barras de reforço do telhado de concreto, e todas as estruturas metálicas expostas deveriam estar ligadas entre si e conectadas ao sistema de aterragem na entrada para a estrutura.

C.8.2 Menos de 600 mm de cobertura de terra

Se uma instalação tiver menos de 600 mm de cobertura de terra, deve ser protegida de raios. Os requisitos seguintes devem ser seguidos:

- a) condutores de telhado podem ser fixados diretamente ao telhado da instalação;
- b) o condutor da rede de terminação terra deveria se estender no subterrâneo a uma distância de aproximadamente 1 m a partir da base da cobertura de terra. Ele deveria ser levado ao longo do muro-testa ou outra parede não coberta com terra a 500 mm acima do nível do solo;
- c) condutores descendentes devem passar pela cobertura de terra a uma distância inferior a 500 mm a partir da estrutura. Eles também devem ser levados para baixo pelo muro-testa ou qualquer outra parede não coberta com terra; e

- d) as articulações entre os condutores descendentes e a rede de terminação terra devem ser de fácil acesso para inspeção. Essas articulações devem estar a 150 mm da superfície do solo em uma vala de inspeção coberta.

C.9 Instalações RC como iglus e outros prédios construídos *in situ*

C.9.1 Instalações de CA

Se corretamente projetadas e construídas, instalações de CA terão proteção contra raios inerente. Os componentes estruturais de aço criam um escudo apenas se os elementos condutores forem eletricamente contíguos. Para estruturas de CA, isso só pode ser assegurado garantindo que as barras de reforço das paredes estejam ligadas aos reforços do teto e do piso durante a construção.

Para fornecer a proteção inerente, todas as penetrações metálicas devem estar ligadas às barras de reforço pelas quais adentram a estrutura. Extensões das barras de reforço devem ser fornecidas para conectar dispositivos de terminação para reduzir o risco de danos estruturais causados por raios. Molduras de aço de portas com revestimento de folha perfilado fornecerão uma estrutura parecida com uma gaiola de Faraday, mas terão menor eficácia de blindagem do que estruturas de concreto armado. A malha de reforço de pisos também deve ser ligada às molduras durante a construção.

Não se pode presumir que todas as estruturas CA e estruturas revestidas de metal fornecerão proteção inerente. Portanto, um teste de efetividade de blindagem de baixa tensão deve ser realizado por pessoal devidamente qualificado. Se isso não for possível, então, um SPR externo aprovado deve ser instalado.

A característica mais importante de proteção contra raios de uma instalação de explosivos de CA é a malha de barras de reforço dentro da concha de concreto. Ela leva cerca de 90% da corrente do raio. Portanto, é essencial que as barras de reforço cerquem completamente o volume da instalação, isso é, telhado, paredes e piso. As barras de reforço no teto, paredes e piso devem estar ligadas como se segue:

- a) cruzamentos de reforço devem ser soldados no máximo a centros de 2,5 m em ambas as faces; e
- b) cruzamentos de reforço remanescentes devem ser ligados com fiação na intersecção.

A natureza da ligação metálica e o número muito grande de barras e pontos de cruzamento de uma construção assegura uma subdivisão substancial da corrente total de raios por meio de múltiplos caminhos paralelos de descarga. Para ser totalmente eficaz como um escudo contra campos produzidos por um raio, o tamanho da malha RC não deve ser maior do que 30 cm.

Condutores descendentes separados não são necessários na construção de uma instalação de CA. No entanto, no telhado, um ATN de superfície montado deve ser instalado para reduzir o dano dos elementos físicos da estrutura devido à fragmentação externa, caso caia um raio na instalação. O ATN fixo deve ser ligado diretamente às barras de reforço nas posições necessárias para condutores descendentes em pelo menos dois lugares opostos diagonalmente.

Se um telhado de metal campal for montado sobre uma instalação RC, então o telhado pode funcionar como ATN, desde que os requisitos mínimos de espessura do material exigidos pela autoridade técnica nacional sejam atendidos. Se este tipo de telhado for especificado é recomendado que, pelo menos, dois remates estejam equipados, um em cada extremidade da cumeeira.

Outras penetrações metálicas, tais como conduítes e tubos, devem estar ligadas às barras de reforço mais próximas no ponto de entrada. Todas as portas e janelas devem estar ligadas a suas molduras, que devem estar ligadas às barras de reforço da estrutura.

C.9.2 Instalações com estruturas de aço

Uma instalação com estruturas de aço com revestimento de metal pode ser considerada uma gaiola de Faraday se:

- a) os componentes da instalação estiverem ligados juntos com uma resistência menor que $0,5\Omega$; e
- b) a resistência para a terra de cada escora não exceda 10Ω .

No entanto, esses valores podem ser testados apenas durante a construção da instalação e, por conseguinte, todos os testes de resistência de ligação e de terminação de rede terra devem ser realizados durante a construção da instalação. Os testes de resistência à terra de cada escora devem ser feitos antes que quaisquer cabos de abastecimento de energia elétrica, carris ou outros tubos metálicos sejam ligados à estrutura. Caso os requisitos de resistência à terra não sejam satisfeitos, deve ser fornecido um condutor anelar ligado a cada escora e com eletrodos de aterramento em cada extremidade da estrutura.

A espessura mínima do metal utilizado para o revestimento e o telhado, que faz parte da rede de terminação de ar, deve ter uma espessura especificada pelos regulamentos da autoridade técnica nacional ou pelas normas internacionalmente aceitas.

As fundações da instalação podem ter baixa resistência de terra, sem a necessidade de eletrodos de aterramento adicionais, principalmente se incluir pilhas reforçadas. A aferição da resistência de terra das fundações recém-concluídas identificará se são compatíveis, ou se são necessários mais eletrodos de aterramento.

As estruturas de aço devem ser equipadas com ligações nas partes superior e inferior, como meio de ligação da terra e do telhado às estruturas. Se apenas a fundação for utilizada, deve-se ligar cada escora vertical da estrutura de aço à matriz de terra e, por sua vez, para as barras e malha de concreto da fundação.

Penetrações metálicas, tais como conduítes e tubos, deveriam estar ligadas à instalação em seu ponto de entrada. Detalhes das conexões de ligação entre a estrutura de aço, revestimento, telhado, paredes etc. devem ser decididos na fase de concepção.

Molduras de portais de aço e estruturas revestidas de metal podem não precisar de testes periódicos das ligações feitas permanentemente que as tornam protegidas contra os efeitos dos raios e deve ser o objetivo dos projetistas do sistema alcançar esse objetivo.

C.10 Armazenamento aberto de explosivos

Explosivos sendo armazenados em locais abertos por longos períodos exigem um SPR, que fornece um cone de 30° de proteção ou terminação de ar suspensa. Essa exigência poderá ser dispensada se puder ser demonstrada após uma avaliação exaustiva dos riscos que um evento explosivo, devido a um raio, é improvável devido à insensibilidade da munição, baixa probabilidade de raios etc.

O armazenamento a curto prazo pode obter uma cobertura de SPR sob a forma de uma terminação de ar SPR vertical, ou suspensa, temporária.

C.10.1 Recipientes ISO

Recipientes ISO carregados com munição podem ser armazenados com as seguintes restrições:

- a) explosivos não embalados não podem ser armazenados em recipientes ISO. As embalagens de munições devem fornecer uma distância de separação em relação às paredes do recipiente;
- b) o recipiente siga os requisitos da Cláusula 8.1.3; e

- c) recipientes contendo explosivos não devem ser empilhados.

C.11 Testes de SPR

Inspeção, testes e registro dos resultados dos testes de SPR devem seguir as diretrizes da autoridade técnica nacional e satisfazer as exigências da Tabela 6. Ao selecionar um regime de testes os seguintes requisitos devem ser cumpridos:

- a) um teste de “queda de potencial elétrico” utilizando eletrodos suplementares é o método de teste preferencial;
- b) ao encomendar uma nova instalação, ou nova mobília, é obrigatório o uso do método de queda de potencial elétrico;
- c) equipamentos de teste de fixação podem ser utilizados para testes periódicos de SPR, mas cada quinto período de teste deve ser conduzido utilizando-se o método de queda de potencial;
- d) testadores de fixação não podem avaliar eletrodos com eficiência se um condutor anelar ainda estiver no circuito, e se o SPR ainda estiver em ligação cruzada ao revestimento de baixa voltagem. É obrigatório que ambos sejam desconectados para o teste de eletrodos aterrados; e
- e) os registros dos testes devem mostrar claramente qual método foi utilizado.

C.11.1 Conformidade e parâmetros dos testes

Quando um SPR é testado, deve seguir os seguintes parâmetros:

- a) a resistência da terra de um eletrodo individual com todas as ligações removidas não deve exceder 10Ω multiplicado pelo número de eletrodos aterrados em toda a rede de terminação terra;
- b) um condutor anelar enterrado deve ser tratado como parte da rede de terminação terra. Com todos os eletrodos aterrados ligados ao condutor anelar e todos os condutores equipotenciais ligados à entrada de serviços, guindaste e trilhos etc. removidos, a resistência total à terra não deve exceder 10Ω ;
- c) com todos os eletrodos aterrados ligados ao sistema e todas as ligações equipotenciais removidas, a resistência à terra de um sistema em pontos aproximadamente equidistantes entre eletrodos aterrados não deve exceder 10Ω ; e
- d) deve haver uma resistência máxima de $0,5\Omega$ entre ligações equipotenciais.

Estruturas com um SPR com gaiola de Faraday (Figura C.6) e sem um SPR externo devem ser testadas se o controle específico das exigências não estiver no local durante a construção. A adequação da ligação e a continuidade elétrica dos elementos estruturais nas paredes, teto e piso devem ser validadas por meio da medição da resposta de frequência de impedância de transferência por meio de instrumentos de teste apropriados. São testes complexos e, portanto, deve-se procurar o aconselhamento de engenheiros elétricos e civis especializados.

C.12 Parâmetros de projeto

Nenhum SPR pode garantir a imunidade total contra danos por descargas de raios. A gaiola de Faraday, juntamente com uma terminação de suspensão de ar, é considerada a mais eficiente no fornecimento de proteção máxima quando foram tomadas todas as outras medidas, tais como proteção contra ondas e ligação equipotencial.

O principal perigo de o metal estrutural ou o revestimento de metal não fazer parte do SPR é o dano por incêndios quando sua posição em relação ao telhado ou a condutores descendentes possam oferecer um caminho de corrente alternativa para a terra. Isso pode ser evitado por meio do isolamento, distância ou por ligação.

Cada eletrodo de terra do sistema deve ser interconectado por um condutor anelar, que deve, de preferência, estar enterrado. Devido à necessidade de ligar outros objetos a ele, é permitido deixá-lo exposto nas paredes do estabelecimento. Nesses casos, a interligação já não faz parte do sistema de aterramento. Ela não deve fazer parte do teste das terminações terra e as conexões aos condutores descendentes, com o qual se interconecta, devem ser fixos e permanentes.

O uso de conectores de fixação desnecessários, que são passíveis de ser desconectados, deve ser evitado. Esses conectores só devem ser usados onde for necessário que sejam desconectados para os testes.

Condutores SPR externos não devem ser cobertos com materiais isolantes ou pintados.

C.12.1 Explosivos de alto risco

Uma zona 15°/30° de proteção ou a chamada esfera rolante de 20 m (ver a seguir) devem ser utilizadas para instalações de maior risco. Itens explosivos nessa categoria são aqueles sensíveis à indução elétrica, choque térmico, choque mecânico, ou caso as consequências de uma explosão possam ser muito graves.

C.12.2 Zonas de proteção de um SPR separado

Melhores práticas internacionais e os resultados de muita experimentação têm mostrado que a zona de proteção proporcionada por uma terminação de ar vertical é um ângulo sólido de 30°, que tem seu ápice no ponto mais alto do mastro. Para mastros que não excedam 10 m de altura, o volume descrito é protegido de tudo menos o raio direto mais severo, desde que nenhuma parte da estrutura esteja fora da zona protegida.

A zona de proteção conferida por uma terminação suspensa de ar é descrita por um triângulo com um ângulo de 30° em relação aos postes de suporte vertical. Como citado anteriormente, para terminações de ar suspensas não superiores a 10 m de altura, o volume descrito é protegido de tudo, menos do raio direto mais severo, e que nenhuma parte da estrutura se esteja fora da zona protegida.

C.12.3 Proteção da esfera rolante

Estruturas elevadas que exigem um SPR separado superior a 10 m de altura são casos especiais, pois o volume protegido não pode ser adequadamente definido pelo ângulo de 30°. Como a principal abordagem do raio é descrita por uma esfera centrada no terminal, o volume protegido pode ser determinado pelo rolamento de uma esfera imaginária de raio igual ao comprimento de todo o edifício protegido, e onde tocar o SPR o volume protegido é definido. A distância da queda do raio está relacionada à gravidade dos raios, e quanto maior a gravidade do raio, maior a distância da queda. Em termos gerais, quanto menor for a esfera, maior será a proteção da instalação SPR, mas torna-se mais cara.

Uma esfera de 20 m deve ser usada para instalações que contenham explosivos e descreverá a proteção contra tudo menos os mais baixos quintos percentuais de severidade de relâmpagos diretos. As Figuras C.7 e C.8 do Apêndice 1 mostram uma esfera de rolamento de 20 m conforme aplicada a uma terminação de ar vertical e uma terminação de ar suspensa, respectivamente, nas quais a altura é maior do que 10 m. Um ângulo aproximado que descreve o volume protegido derivado do método de esfera de rolamento seria de 15°. O princípio da esfera rolante é descrito na Figura C.9

Apêndice 1 do Anexo C (informativo) Projetos de SPR

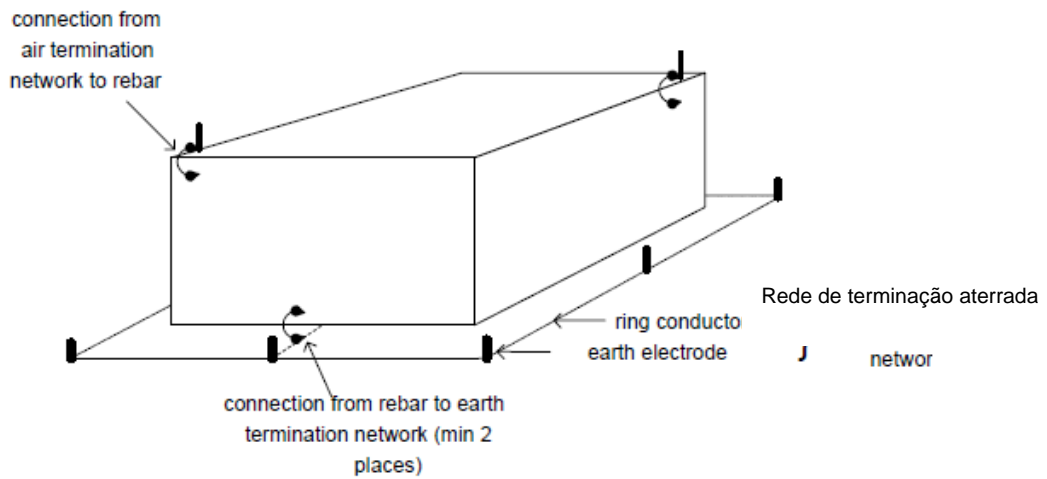


Figura C.1: Rede de terminação a ar em uma estrutura de CA

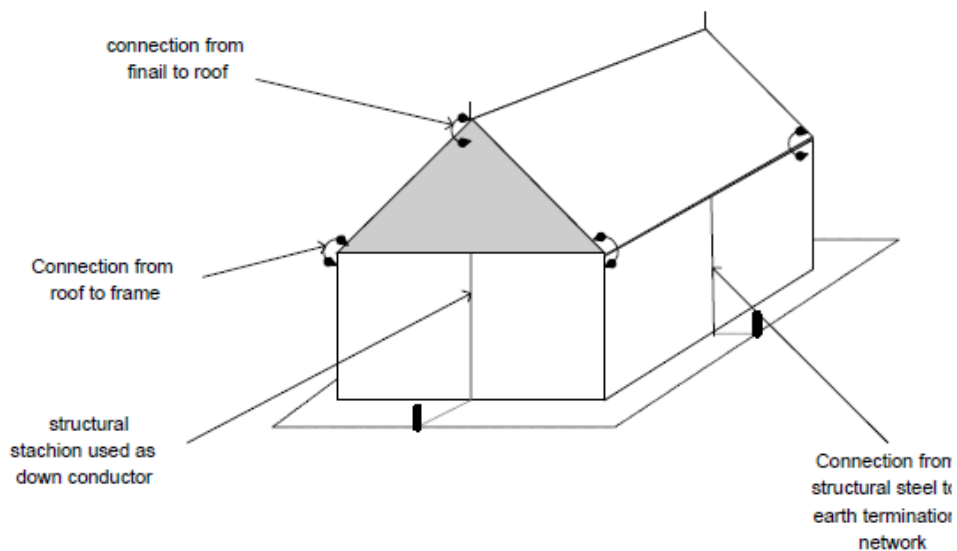


Figura C.2: Instalação com acabamentos de aço com revestimento metálico

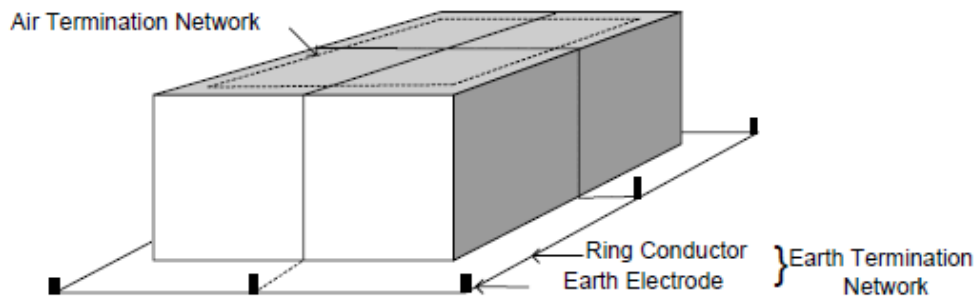


Figura C.3: Outros métodos de construção

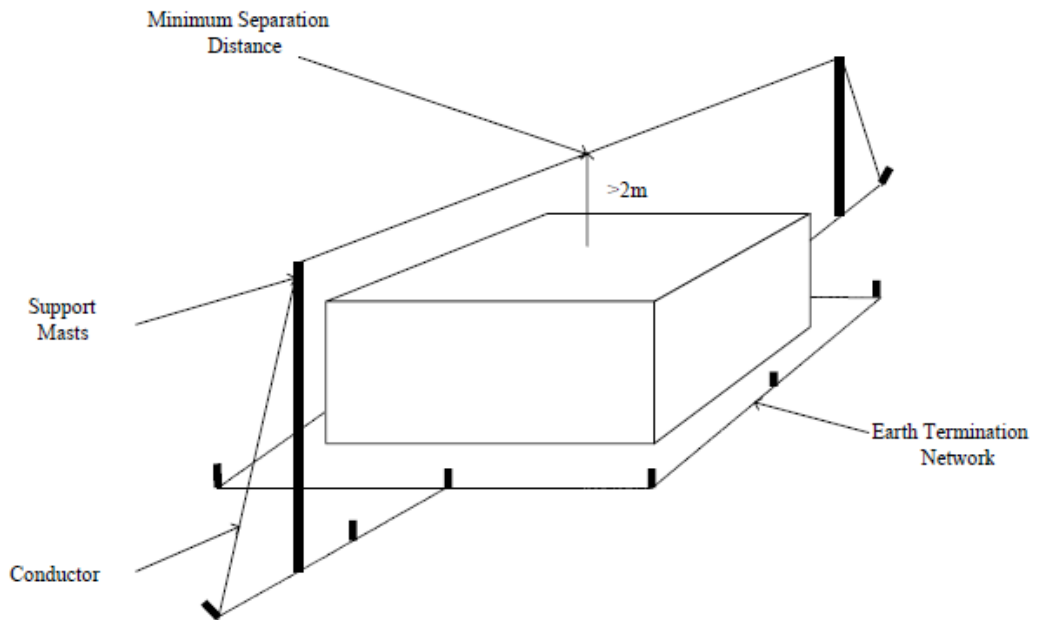


Figura C.4: Rede de terminação a ar suspensa

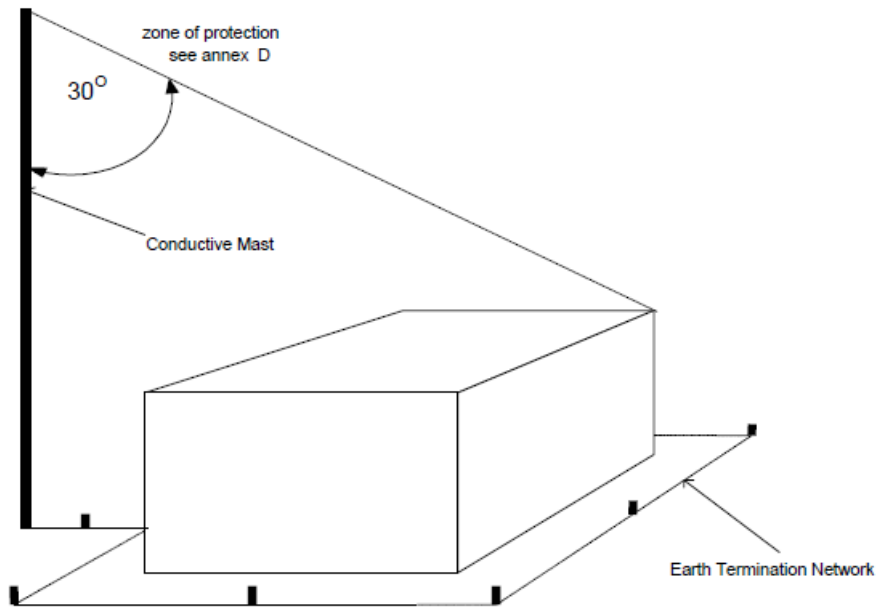


Figura C.5: Rede de terminação vertical

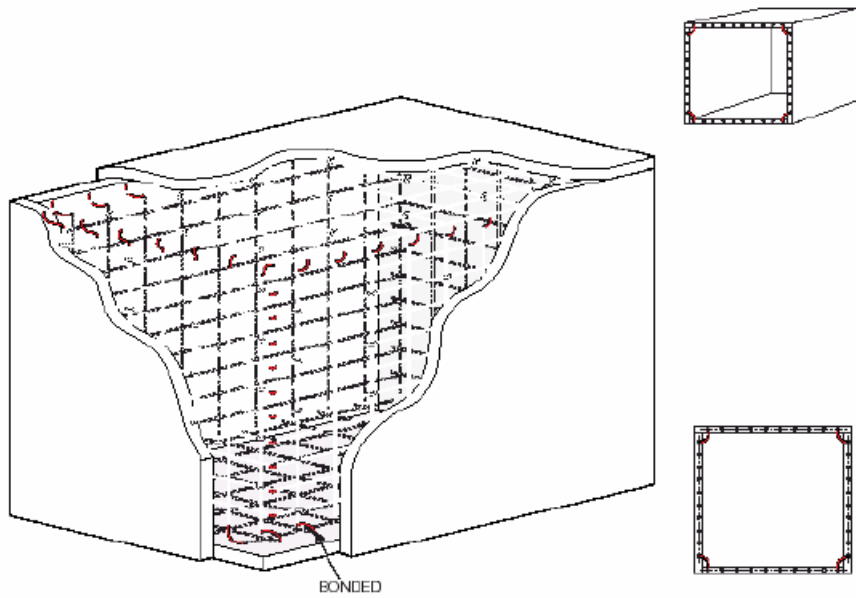


Figura C.6: Construção em gaiola de Faraday

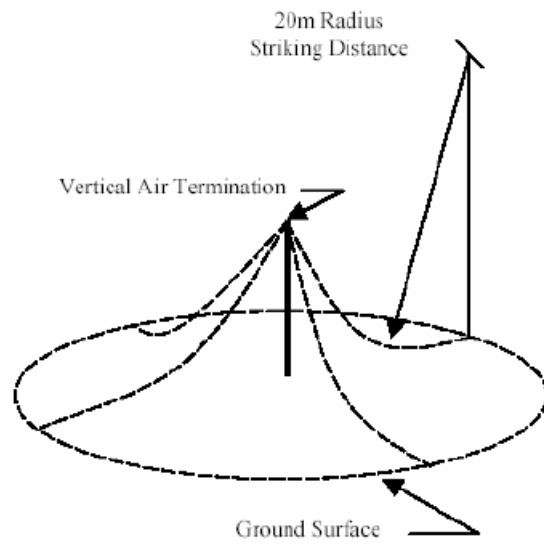


Figura C.7: Terminação a ar vertical – esfera rolante de 20 m

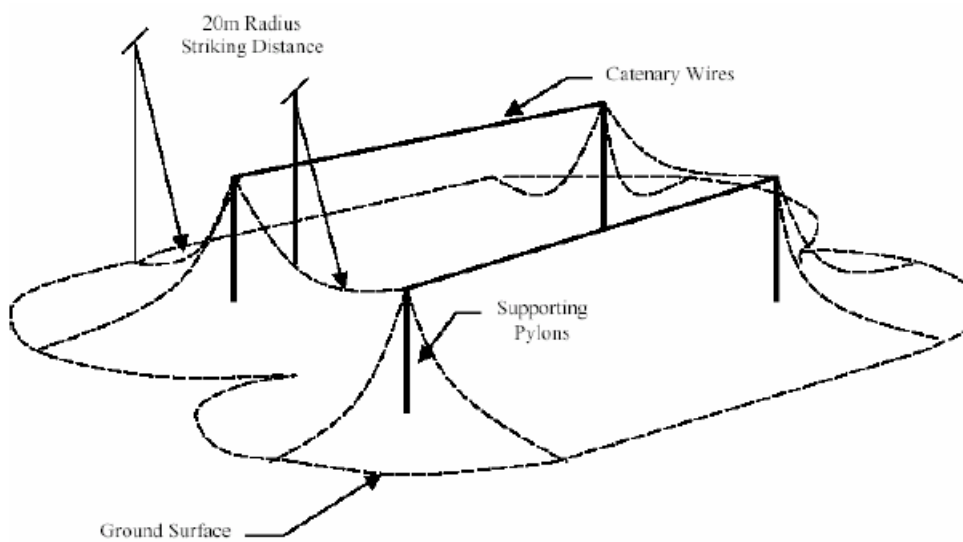


Figura C.8 Terminação a ar suspensa – esfera rolante de 20 m

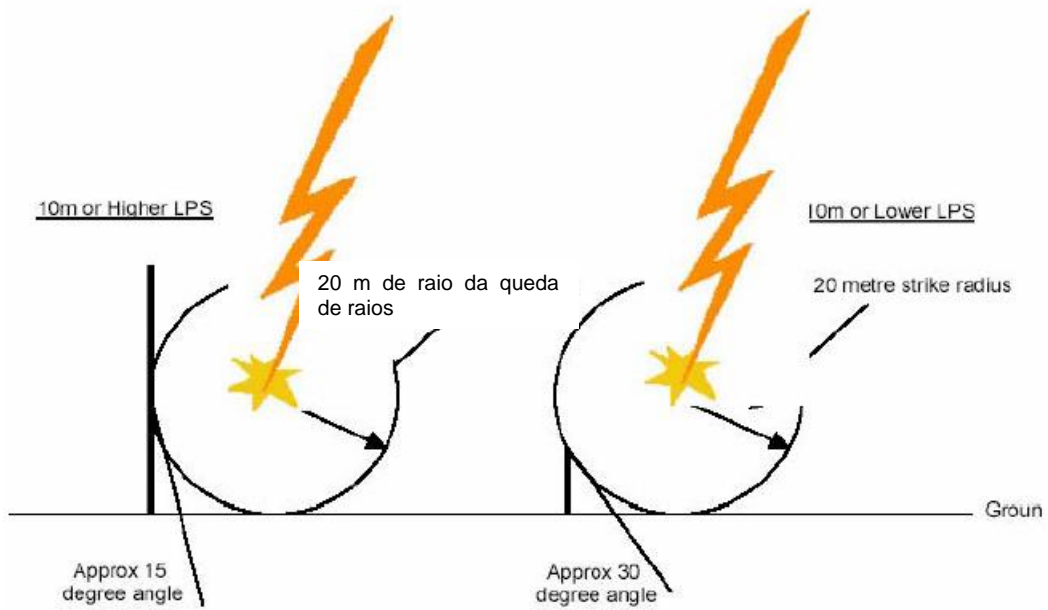


Figura C.9: O princípio da esfera rolante de 20 m

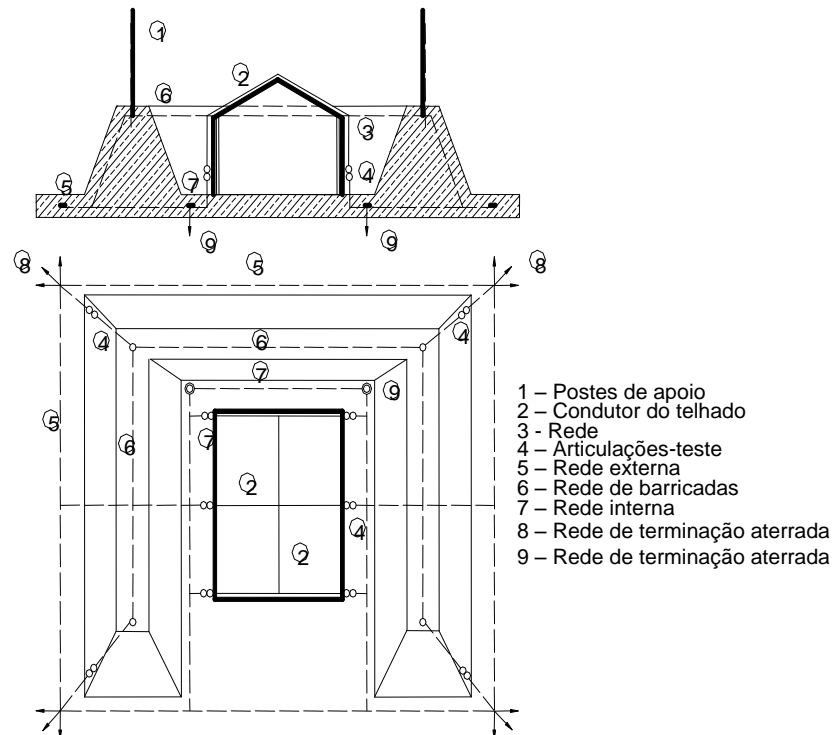


Figura C.10: Os dois níveis de sistemas de proteção contra raios

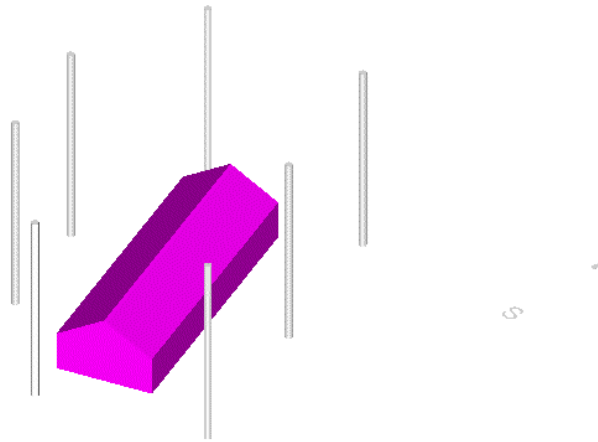
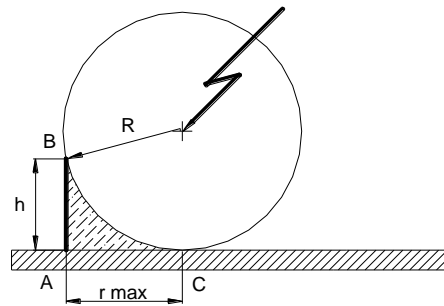
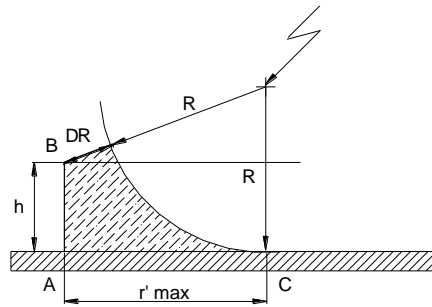


Figura C.11: Postes de apoio de sistemas de proteção em volta de instalações de munição



$$AC = r_{\max} = \sqrt{h(2R - h)}$$

Figura C.12: Zona de proteção do poste de apoio do sistema de proteção



$$R' = R + \Delta R \text{ (m)}, \quad \Delta R = v \Delta t \text{ (m)},$$
$$r'_{\max} = AC = \sqrt{h [2(R + \Delta R) - h]} \text{ (m)}.$$

Figura C.13: Zonas de proteção dos postes de apoio com SPR – para-raios com sistemas de ionização

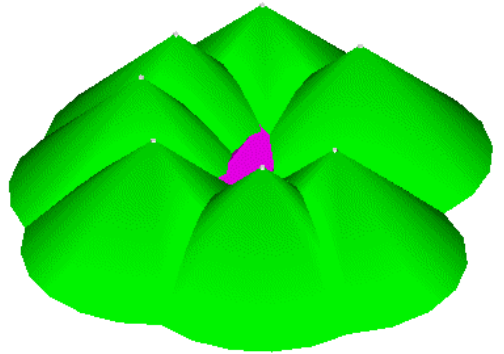


Figura C.14: Colocações impróprias dos postes de apoio em volta da instalação de munição

Anexo D (informativo) Regulamentações aplicáveis da UE

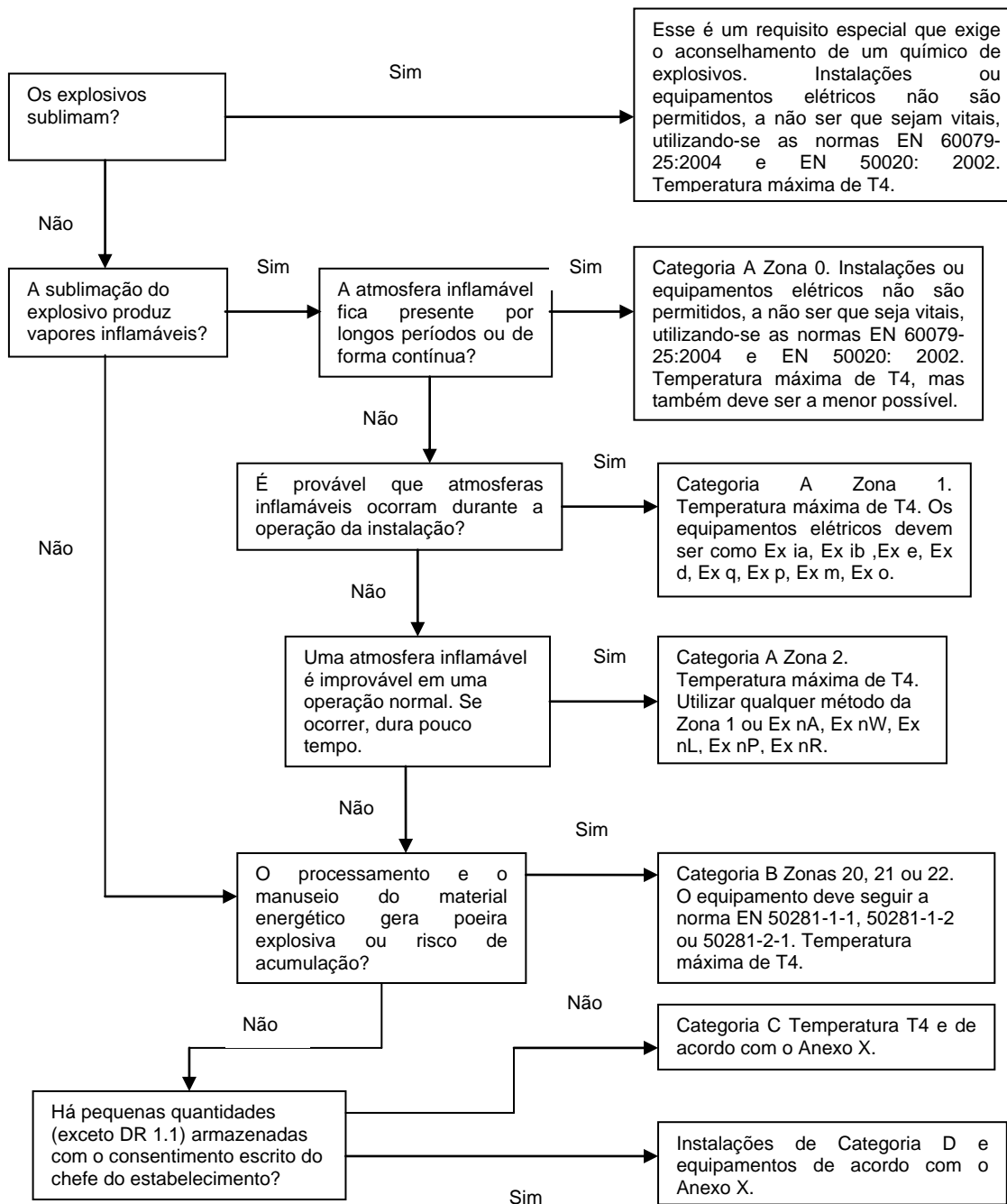
A Tabela D.1 apresenta os padrões EN que deveriam ser aplicados pelas autoridades técnicas nacionais para instalações elétricas em áreas de explosivos.

Padrão EN #	Título
EN 1127-1:1998	Atmosferas explosivas – Prevenção e proteção de explosões – conceitos e metodologia básicos.
EN 1175:1998	Segurança de caminhões industriais – requisitos elétricos.
EN 1755:2000	Segurança de caminhões industriais – operação em atmosferas potencialmente explosivas – uso em gases inflamáveis, vapor, névoa e poeira.
EN 1834-1:2000	Motores de combustão interna recíproca – Requisitos de segurança para o projeto e construção de motores para uso em atmosferas potencialmente explosivas - Parte 1: Motores do grupo II para uso em atmosferas com vapor e gases inflamáveis.
EN 1834-2: 2000	Motores de combustão interna recíproca – Requisitos de segurança para o projeto e construção de motores para uso em atmosferas potencialmente explosivas – Parte 2.
EN 10015:1992	Especificações básicas. Proteção de dispositivos sensíveis à eletrostática. Parte 1. Requisitos gerais.
EN 20284:1993	Correias transportadoras. Condutividade elétrica. Especificações e métodos para teste.
EN 20344:2004	Equipamento de proteção pessoal – Métodos de teste para calçados.
EN 20345:2004	Equipamento de proteção pessoal – Especificações de segurança para calçados.
EN 50014:1997	Aparatos elétricos para atmosferas potencialmente explosivas. Parte 1 Requisitos gerais.
EN 50015:2002	Aparatos elétricos para atmosferas potencialmente explosivas: Imersão em óleo “o”.
EN 50016:1998	Aparatos elétricos para atmosferas potencialmente explosivas: Pressurizado “p”.
EN 50017:1998	Aparatos elétricos para atmosferas potencialmente explosivas: Preenchimento de pólvora “q”.
EN 50018:2000	Aparatos elétricos para atmosferas potencialmente explosivas. Parte 5 Cercados a prova de chamas “d”. Substituído por 60079-1:2003 mas permanece atual.
EN 50019:2000	Aparatos elétricos para atmosferas potencialmente explosivas. Parte 6 Segurança aumentada “e”. Substituído por 60079-7:2003, mas permanece atual.
EN 50020:2002	Aparatos elétricos para atmosferas potencialmente explosivas: Segurança intrínseca “i”.
EN 50021:1999	Aparatos elétricos para atmosferas potencialmente explosivas: Tipo de proteção “n”. Substituído por 60079-15:2003, mas permanece atual.
EN 50028	Aparatos elétricos para atmosferas potencialmente explosivas: Encapsulação “m”. Substituído por 60079-18:2003, mas permanece atual.
EN 50281:1999 (Partes 1 e 2)	Aparatos elétricos para uso em presença de poeira combustível.
EN 60529:1992	Graus de proteção fornecidos por cercados (código IP).
EN 60309-2:1992	Plugues, tomadas e acopladores para propósitos industriais.
EN 60702-1:2002	Cabos com isolamento mineral e suas terminações com voltagem não excedendo 750V.
EN 60079-0:2004	Aparatos elétricos para atmosferas com gases explosivos. Requisitos gerais.
EN 60079-1:2004	Aparatos elétricos para atmosferas com gases explosivos. Cercados à prova de chamas “d”.
EN 60079-7:2003	Aparatos elétricos para atmosferas com gases explosivos. Segurança aumentada “e”.
EN 60079-10:2003	Aparatos elétricos para atmosferas com gases explosivos. Classificação de áreas de risco.
EN 60079-14:2003	Aparatos elétricos para atmosferas com gases explosivos. Instalações elétricas em áreas de risco (além de minas).
EN 60079-15:2003	Aparatos elétricos para atmosferas com gases explosivos. Tipo de proteção “n”.
EN 60079-17:2003	Aparatos elétricos para atmosferas com gases explosivos. Inspeção e manutenção de instalações elétricas em áreas de risco (além de minas).
EN 60079-18:2004	Aparatos elétricos para atmosferas com gases explosivos. Aparatos elétricos de construção, teste e marcação de tipos de encapsulação de proteção “m”.

Padrão EN #	Título
EN 60079-25:2004	Aparatos elétricos para atmosferas com gases explosivos. Sistemas intrinsecamente seguros.
EN 60898:2003	Especificações para quebradores de circuitos para proteção contra sobrecorrente para casas e instalações similares.
EN 60947-2:1996	Especificações de tomadas de baixa voltagem e acessórios de controle. Parte 2. Quebrador de circuito.
EN 60947-5-1:2004	Dispositivos de controle eletromecânico de circuitos.

Tabela D.1: Padrões de projeto técnico, teste e construção

Anexo E (informativo) Seleção de categorias elétricas corretas



Anexo F (informativo)

Requisitos de acessórios e equipamentos elétricos de Categoria C

F.1 Requisitos gerais

As seguintes recomendações podem ser os critérios de seleção dos equipamentos para uso na Categoria C de instalações de explosivos. Os requisitos das autoridades técnicas nacionais prevalecem, mas essas recomendações são consideradas as melhores práticas internacionais.

F.1.1 Suposições e níveis de proteção

As recomendações são baseadas na suposição que cercados sem aberturas de ventilação não são necessariamente herméticos, mas são construídos em conformidade com os requisitos de construção e tipos de teste nos parágrafos seguintes. Assume-se que a proteção contra a penetração de líquidos e de sólidos fornecida pelos cercados cumpre o IP 44 (ver Tabela 5).

A temperatura de superfície projetada de cercados em condições normais não deve exceder os níveis de T4 e radiadores cheios de água ou de óleo não devem exceder os níveis de T6.

Qualquer equipamento que seja compatível com um padrão mais exigente é aceitável para ambientes da categoria C, desde que cumpra os limites de temperatura de superfície acima.

Padrões aceitáveis são:

- a) IP 45 – IP 68 (Tabela 5); e
- b) equipamentos de área de risco para as Zonas 0, 1, 2, 20, 21 ou 22.

F.2 Construção

Os seguintes parâmetros de construção devem ser seguidos:

- a) cercados podem ser feitos de metal ou plástico;
- b) todos os materiais utilizados na construção, incluindo janelas de inspeção e transmissores de luz devem ser resistentes à propagação de chamas;
- c) tampas transparentes incluindo janela de inspeção e transmissores de luz podem ser de vidro ou plástico. Eles devem ser protegidos do cercado principal; e
- d) cercados deveriam ser fornecidos com conduítes apropriados e/ou entradas para cabos.

F.3 Testes

Os testes devem ser de acordo com o tipo e devem ser feitos em um cercado representante, o que é uma nova condição. Deveria passar em todos os testes especificados e satisfazer os requisitos que podem ser verificados por inspeção. Os testes devem ser realizados a uma temperatura ambiente de 25°C +/- 5°C.

Os fabricantes deveriam obter a certificação ISO 9000 apropriada e devem certificar que a produção dos equipamentos segue as especificações pelas quais os testes de tipo foram conduzidos.

F.3.1 Cronograma de testes para instalações e equipamentos elétricos

O teste número 1 mede a proteção contra a entrada de corpos estranhos ao nível IP40. É um teste de pesquisa feito com um arame de aço de 1 mm de diâmetro. O teste deve ser considerado satisfatório se o fio não puder entrar no cercado.

O teste número 2 testa a entrada de líquido no nível IP04. O teste garante que o equipamento está protegido contra líquidos espirrados de qualquer direção.

Testes de impacto de cercados, incluindo peças de transmissão de luz, devem garantir que suportam as energias de impacto listadas na Tabela F.1. Cada impacto deve ser feito por uma massa de 1 kg em queda a partir da altura apropriada para fornecer o impacto necessário. O atacante deve ser uma esfera de aço temperado de 25 mm de diâmetro

O cercado deve ser testado quando estiver totalmente montado e posto sobre uma base rígida. Quando o plano de impacto for alterado, a base deve ser movida para se conseguir a nova posição pretendida.

Componente	Energia de impacto (J)	Altura de queda (m)	Código EN50102
Guardas, coberturas de proteção, capa de ventilação e entradas de cabos.	3,5	0,35	IK08
Cercados de plástico.	3,5	0,35	IK08
Cercados de metal leve ou metal fundido.	3,5	0,35	IK08
Cercados de outros materiais além dos acima, com espessura da parede de menos de 1mm.	3,5	0,35	IK08
Partes de transmissão de luz sem proteção.	2	0,2	IK07
Partes de transmissão de luz com proteção.	1	0,1	IK06

Tabela F.1: Energias de impacto para teste

F.4 Testes de queda para equipamentos portáteis

Uma amostra do aparelho elétrico portátil deve ser lançado. O equipamento deve ser lançado quatro vezes de uma altura de 1 m. O comportamento do equipamento quando lançado deve garantir que o máximo dano será causado pela queda, por exemplo, em um canto, em uma superfície de vidro etc. A queda deve acontecer sobre uma superfície de concreto. A integridade do cercado deve ser alterada após esse teste, mas o equipamento não precisa, necessariamente, ser funcional após o teste.

Anexo G (informativo)

Requisitos de acessórios e equipamentos elétricos de Categoria D

G.1 Geral

A Categoria D compreende edifícios e salas em que as quantidades autorizadas de explosivos, exceto a DR 1.1, são armazenadas com o consentimento escrito do chefe do estabelecimento. Os explosivos não devem ser expostos e não devem dar origem a vapores inflamáveis ou poeira explosiva.

G.1.1 Proteção

A proteção contra a entrada de sólidos e líquidos fornecidos pelos cercados deve ser IP 44. Os cercados incluindo transmissores de luz devem ser capazes de resistir ao impacto de energia tal como exigido pela norma EN 50102, IK08.

G.2 Construção

Os requisitos de construção de equipamentos são os seguintes:

- a) todos os plásticos utilizados na construção, incluindo janelas de inspeção e transmissores de luz devem ser resistentes à propagação de chamas;
- b) tampas transparentes, incluindo janelas de inspeção e transmissores de luz podem ser de vidro ou plástico, mas o material plástico deve cumprir os requisitos de propagação de chamas acima. Eles devem ser protegidos do cercado principal; e
- c) cercados deveriam ser fornecidos com conduítes apropriados e/ou entradas para cabos.

Anexo H (informativo)

Aferição da resistência de pisos de condução e antiestáticos

H.1 Geral

A fim de evitar uma acumulação de carga elétrica de risco, o caminho de dissipação deve permitir uma corrente que, pelo menos, equilibre a pior corrente de carregamento, de 10^{-4} A. Em vários padrões, 100V são utilizados como o valor limiar. Essas medidas de controle eletrostático se baseiam no pressuposto de que uma pessoa abaixo desse potencial não apresentará perigo para explosivos.

Este limite é refletido no projeto da aferição-teste do regime de condutividade do pessoal de áreas de risco (HAPTM), que aplica 100V através da combinação sujeito-calçado-piso do teste. No entanto, é importante não testar em tensões significativamente superiores a 100V, pois é provável que alguns dos elementos no caminho da superfície de contato do chão até ao ponto terra não obedecerão à lei de Ohm. Como consequência, a impedância eficaz de qualquer elemento provavelmente diminuirá com o aumento do potencial. Isso significa que, se o teste for realizado em um potencial **acima** de 100V pode dar uma falsa impressão da eficácia do sistema de aterramento.

H.2 Limpeza pré-teste

O chefe do estabelecimento deverá garantir e certificar por escrito que todos os explosivos foram retirados da instalação antes que a entrada de alguém com equipamento elétrico seja permitida. A limpeza do piso é essencial para dar integridade e prolongar a vida útil do material de revestimento. Contaminantes tais como óleos e gorduras podem ser removidos com o uso de absorventes de propriedades e, em seguida, limpados conforme descrito a seguir. O chão deve ser limpo antes do teste usando materiais aprovados pelo fabricante e o seguinte método deve ser utilizado:

- a) prepare o limpador do piso de acordo com as instruções do fabricante;
- b) limpe o piso manualmente ou com um esfregão que possua apenas cerdas montadas atravessadas horizontalmente. Máquinas com cerdas de contrarotação não deveriam ser utilizadas, já que concentram a sujeira na junção das cerdas e podem despejá-la no piso;
- c) remova todos os traços do agente de limpeza enxaguando-o com água limpa; e
- d) permita que o piso seque.

H.3 Inspeção do piso

Após sua limpeza total, o piso deveria ser inspecionado antes de se prosseguir com o teste. A inspeção deve:

- a) identificar áreas desgastadas que devem ser reparadas ou, se necessário, substituídas;
- b) identificar qualquer dano ao piso, que deve ser reparado ou, se necessário, substituído;
- c) identificar qualquer área de contaminação não removida pela limpeza pré-teste. Essas áreas devem ser limpas novamente; e
- d) mapear na matriz mostrada a seguir, na Figura H.1, o contorno da instalação, os pontos de teste escolhidos e todas as áreas de desgaste, dano e contaminação. Devem ser incluídas as posições de conexão da terra com o piso. O piso não deve ser marcado. Um teste deve ser conduzido ao menos uma vez em cada parte do piso medindo 1,5 m x 1,5 m.

H.4 Teste de piso condutor

O piso deve ser medido de acordo com o seguinte regime de testes:

- a) realizar uma verificação visual para confirmar a integridade elétrica da ligação do piso com o sistema de aterramento da instalação;
- b) confirmar se a continuidade elétrica da ligação do eletrodo da terra com o piso condutor, em mais de um ponto, é inferior a $0,5\Omega$. Pode ser necessário remover qualquer revestimento de proteção exterior das ligações antes de ensaios elétricos;
- c) umedecer o ponto de teste usando agente umectante;
- d) conectar uma extremidade do instrumento de teste ao ponto de referência terra do piso e conectar a outra à sonda de teste móvel;
- e) aferir a resistência do piso em cada ponto de teste e registrar o resultado na matriz;
- f) qualquer resultado maior que $50k\Omega$ significa que o piso falhou no teste. No entanto, uma nova limpeza e novos testes podem resolver esses resultados. Se não acontecer, reparo ou substituição podem ser necessários; e
- g) inserir a matriz completa no livro de registros da instalação.

H.5 Teste de piso antiestático

O piso deveria ser medido de acordo com o seguinte regime de testes:

- a) realizar uma verificação visual para confirmar a integridade elétrica da ligação do piso com o sistema de aterramento da instalação;
- b) confirmar se a continuidade elétrica da ligação do eletrodo da terra com o piso condutor, em mais de um ponto, é inferior a $0,5\Omega$. Pode ser necessário remover quaisquer outras coberturas das conexões antes do teste elétrico;
- c) conectar uma extremidade do instrumento de teste ao ponto de referência terra do piso e a outra à sonda de teste móvel;
- d) aferir a resistência do piso (seco) em cada ponto de teste e registrar o resultado na matriz em anexo. Se qualquer resultado indicar menos de $100k\Omega$, umedeça o ponto de teste usando o agente umectante e reteste para garantir que nenhum resultado é inferior a $50k\Omega$;
- e) se qualquer resultado indicar mais de $2M\Omega$, umedeça o ponto de teste utilizando o agente umectante e faça novo teste para garantir que nenhum resultado seja maior do que $2M\Omega$;
- f) todos os resultados devem estar entre $50k\Omega$ e $2M\Omega$, ou o piso terá falhado nos testes. No entanto, uma nova limpeza e novos testes podem resolver esses resultados. Se não acontecer, reparo ou substituição podem ser necessários; e
- g) inserir a matriz completa no livro de registros da instalação.

H.5 Especificação do agente umectante

Um agente umectante de uso geral pode ser feito de quatro (4) partes de massa de polietilenoglicol e uma (1) parte de massa de água destilada.

H.6 Equipamento de teste

A sonda de teste deve ser um eletrodo de metal de bronze ou cobre, com diâmetro de $25mm \pm 1mm$ e massa de $225g \pm 15g$.

H.6.1 Piso condutor

Para medir a resistência do piso condutor, o instrumento de aferição deve ter uma tensão de circuito aberto de aproximadamente $100V$ de corrente contínua (DC) e ser capaz de medir a resistência entre os valores de 0 e $100k\Omega$ com uma resolução de 1k, ou melhor, e uma precisão de

±5%. O teste deveria também exigir baixos cabos de teste de baixa resistência de comprimento suficiente para abranger todo o piso da instalação.

H.6.2 Piso antiestático

Para medir a resistência do piso antiestático, o instrumento de aferição deve ter uma tensão de circuito aberto de aproximadamente 100V de corrente contínua (DC) e ser capaz de medir a resistência entre os valores de 50kΩ e 100MΩ, com resolução de 5kΩ e precisão de ±5%. O teste deveria também exigir cabos de teste de baixa resistência de comprimento suficiente para abranger todo o piso da instalação.

Folha dos resultados dos testes de piso condutor (cada lado do quadrado mede 1,5m)							
						Resultados dos testes	
						Ponto de aferição	Valor (kΩ)
						1	
						2	
						3	
						4	

Figura H.1: Exemplo de folha de resultados de testes de piso condutor