

**MEMORIAL DESCRITIVO**  
**SISTEMA DE PROTEÇÃO**  
**CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**  
**IPATINGA - MG**

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. NORMAS TÉCNICAS APLICADAS .....	3
3. ESTRUTURA DO EDIFÍCIO.....	3
4. SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO .....	4
5. SUBSISTEMA DE DESCIDAS.....	4
6. SISTEMA DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO .....	5
7. BEP E CAIXAS BEL.....	5
8. ANÉIS INTERMEDIÁRIOS .....	5
9. SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO .....	6
10. DETALHES DE CONEXÕES E VERIFICAÇÕES .....	6
11. ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS .....	7
I. Barra Chata de Alumínio:.....	7
II. Barras Sistema RE-BAR: .....	8
III. Conectores:.....	9
IV. Hastes de Aterramento:.....	11
V. Cabo de Cobre Nu 50 mm <sup>2</sup> : .....	12
VI. Cabo de Cobre Isolado:.....	13
VII. Cabo de Alumínio Nu:.....	14
VIII. Fita perfurada de Latão Niquelado: .....	15
IX. Terminais aéreos:.....	16
X. Eletrodutos em Aço Carbono:.....	17
XI. Eletrodutos em Aço Galvanizado a quente: .....	18
XII. Solda Exotérmica: .....	19
12. TESTE DE CONTINUIDADE ELÉTRICA DO SUBSISTEMA DE DESCIDAS.....	21
13. RECOMENDAÇÕES GERAIS DE INSTALAÇÃO E MANUSEIO DOS MATERIAIS.....	22
14. NOTAS GERAIS.....	23
15. OBSERVAÇÕES FINAIS.....	26
16. CONCLUSÃO .....	27

## 1. INTRODUÇÃO

Este memorial descritivo refere-se ao Sistema completo de proteção de estrutura contra Descargas Atmosféricas, incluindo seus Sistemas internos e conteúdo, assim como pessoas, constituindo em um SPDA e MPS.

SPDA: Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas diretas a estruturas.

MPS: Medidas internas de Proteção contra Surtos provocados pelos pulsos das descargas atmosféricas ou manobras na rede elétrica.

O Sistema a ser implantado será do tipo Estrutural, na edificação constituída por 11 lajes, incluindo subsolo, pavimento térreo, 6 pavimentos tipo, casa de máquinas, barrilete e reservatório. O sistema foi projetado para garantir a proteção estrutural e a segurança dos ocupantes e equipamentos contra descargas atmosféricas diretas e indiretas, em conformidade com as normas técnicas vigentes, como a **NBR 5419:2015** - Proteção contra Descargas Atmosféricas.

## 2. NORMAS TÉCNICAS APLICADAS

- **NBR 5419:2015** - Proteção contra Descargas Atmosféricas
- **NBR 5419-1** - Princípios Gerais
- **NBR 5419-2** - Gerenciamento de Risco
- **NBR 5419-3** - Requisitos de Proteção
- **NBR 5419-4** - Ensaio e Medições

## 3. ESTRUTURA DO EDIFÍCIO

O edifício possui a seguinte estrutura:

- 1 subsolo
- 1 pavimento térreo
- 6 pavimentos tipo
- Casa de máquinas
- Barrilete
- Reservatório

#### 4. SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO

A captação das descargas atmosféricas será realizada na cobertura do edifício através de barras chatas de alumínio dispostas em malha, com espaçamento de acordo com o nível de proteção requerido, conforme a **NBR 5419-3**.

A largura das barras chatas de alumínio será de 7/8", com espessura de 1/8", garantindo durabilidade e resistência mecânica adequadas.

Os captadores serão instalados de forma que suas extremidades estejam a uma altura mínima de 60 cm acima da cobertura, conforme exigido pela norma.

As conexões entre as barras chatas de alumínio serão realizadas utilizando-se de 2 parafusos e porcas de aço, garantindo uma baixa resistência elétrica e alta durabilidade das conexões.

De modo geral, em todas as conexões metálicas deverá ser empregado composto antioxidante.

#### 5. SUBSISTEMA DE DESCIDAS

As descidas foram calculadas para um total de **14 descidas** distribuídas ao longo do perímetro do edifício, utilizando o sistema RE-BAR, que aproveita as armaduras metálicas das colunas de concreto armado como condutores naturais. As armaduras serão interligadas a conectores específicos, conforme **NBR 5419-4**, para garantir continuidade elétrica entre os elementos estruturais.

O número de 14 descidas foi determinado com base no perímetro do edifício e no nível de proteção requerido, garantindo uma distribuição eficiente e uniforme das descargas para o sistema de aterramento.

Nos pilares indicados em planta, do corpo do prédio, deverão ser instaladas barras adicionais (RE-BAR), fabricadas em aço galvanizado a fogo, transpassadas de 20cm, conectadas com clip's galvanizados sendo que nos pilares externos deverá ser localizada na face externa, porém dentro do estribo, e nos pilares internos poderá ser instalada em qualquer posição, sempre fixada nos estribos por arame torcido.

## 6. SISTEMA DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

O sistema de equipotencialização conecta todos os elementos metálicos do edifício, como esquadrias, corrimãos, tubulações frigorígenas de ar condicionado, eletrocalhas e eletrodutos metálicos, as BEL (Barra de Equipotencialização Local) e ao BEP (Barramento de Equipotencialização Principal) do SPDA. Cada elemento metálico será conectado às Caixas BEL ou diretamente às descidas conforme a **NBR 5419-3**.

As conexões serão realizadas com o uso de conectores mecânicos tipo grampo ou terminais de compressão, garantido a continuidade elétrica e resistência à corrosão. Os elementos equipotencializados serão verificados para assegurar que não existam partes metálicas expostas que possam ficar fora do sistema de proteção.

## 7. BEP E CAIXAS BEL

O sistema contará com uma Caixa BEP (Barramento de Equipotencialização Principal) no subsolo, que servirá como ponto principal de conexão dos condutores de proteção e aterramento. A BEP será fabricada em chapa de aço 210x210mm com barramento de cobre espessura de 6mm, conforme as especificações da **NBR 5419-3**.

Cada pavimento terá uma Caixa BEL (Barramento de Equipotencialização Local), fabricada em chapa de aço 210x210mm com barramento de cobre espessura de 6 mm, para facilitar a equipotencialização local dos elementos metálicos. As Caixas BEL serão interligadas verticalmente através das descidas, garantindo que todas as partes metálicas do edifício estejam em equipotencial.

## 8. ANÉIS INTERMEDIÁRIOS

Serão instalados anéis intermediários em pontos específicos ao longo das descidas, utilizando-se de RE-BAR, interligando as armaduras metálicas dos diferentes pavimentos, conforme orientação da **NBR 5419-4**. Esses anéis têm como objetivo garantir a continuidade elétrica e melhorar a dispersão da corrente das descargas atmosféricas.

## 9. SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

No subsistema de aterramento, um tubulão por pilar que compõe a torre da edificação deverá ter o RE-BAR de aterramento, que também deverá ser instalado horizontalmente no fundo da viga baldrame, junto com as demais ferragens, (obrigatório para fundações pouco profundas).

Na fundação, deverão ser instaladas barras adicionais (RE-BAR), fabricadas em aço galvanizado a fogo, transpassadas de 20cm, conectadas com clip's galvanizados, sendo fixadas nas faces externas do estribo nos baldrame perimétricos.

O subsistema de aterramento deverá ser executado sempre antes das etapas de concretagem, e ter a certificação da continuidade elétrica da estrutura da edificação aferida.

Deverá ser realizado teste de continuidade elétrica através de micro-ohmímetro, conforme anexo "F" da NBR-5419/2015, sendo exigidos também fotos dos locais que atestam a continuidade elétrica do RE-BAR com a ferragem estrutural.

## 10. DETALHES DE CONEXÕES E VERIFICAÇÕES

Conexões entre cabos de cobre ou entre cabos e hastes de aterramento deverão ser executadas com soldas exotérmicas ou conectores mecânicos, garantindo durabilidade e baixa resistência de contato. Todas as conexões serão inspecionadas visualmente e testadas eletricamente após a instalação, seguindo os procedimentos descritos na **NBR 5419-4**.

De modo geral todas as conexões deverão ser untadas com composto antioxidante, a fim de preservar a efetiva conexão e por sua vez a continuidade elétrica.

## 11. ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS

### I. Barra Chata de Alumínio:

#### a) Descrição Geral:

A Barra Chata de alumínio é um componente essencial no Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), sendo utilizada principalmente na captação de descargas atmosféricas em coberturas. Ela forma uma malha de proteção que intercepta e conduz as descargas até o sistema de descidas, garantindo a segurança da estrutura e de seus ocupantes.

#### b) Dimensões:

- **Largura:** 7/8" (podendo variar conforme especificação do projeto).
- **Espessura:** 1/8".

#### c) Características Elétricas:

- **Resistência Elétrica:** Baixa resistividade, garantindo alta eficiência na condução de correntes de descarga atmosférica.

#### d) Aplicação:

- **Função:** Formação da malha de captação na cobertura do edifício.
- **Instalação:** A barra chata deve ser disposta em malha, conforme o nível de proteção requerido pelo projeto e a NBR 5419-3. Deve ser fixada de maneira contínua e segura.

#### e) Requisitos de Instalação:

- **Fixação:** Realizar fixação com suportes resistentes a intempéries, espaçados conforme especificado em projeto.
- **Conexões:** As conexões entre as barras chatas devem garantir continuidade elétrica perfeita e devem ser protegidas contra corrosão.

## II. Barras Sistema RE-BAR:

### a) Descrição Geral:

As barras RE-BAR são utilizadas no Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) para formar o subsistema de descidas, aproveitando as armaduras de aço das colunas de concreto armado como condutores naturais para dissipar a corrente das descargas atmosféricas para o sistema de aterramento.

### b) Material:

- **Composição:** Aço carbono de alta resistência.
- **Tratamento Superficial:** Revestimento galvanizado ou com proteção anticorrosiva para garantir a durabilidade e resistência à corrosão ao longo do tempo.

### c) Aplicação:

- **Função:** Formação do subsistema de descidas no SPDA, interligando as armaduras metálicas das colunas de concreto armado.

### d) Requisitos de Instalação:

- **Interligações:** Devem ser realizadas utilizando conectores específicos para garantir baixa resistência elétrica e alta durabilidade.
- **Proteção Contra Corrosão:** Caso as barras fiquem expostas ao ambiente externo ou em áreas de alta umidade, devem receber proteção adicional contra corrosão.
- **Conexões:** Devem ser realizadas conforme a NBR 5419-4, garantindo a integridade e continuidade elétrica do sistema.



### III. Conectores:

#### - Conector Aterrinsert

##### a) Descrição:

O conector Aterrinsert é um conector de aterramento utilizado para interligação de condutores a elementos metálicos, como estruturas de concreto armado. Ele é especialmente projetado para facilitar a conexão elétrica, garantindo alta performance e durabilidade.

##### b) Material:

Liga de cobre de alta condutividade com revestimento anticorrosivo.

##### c) Dimensões:

Disponível em diversos tamanhos compatíveis com cabos de 16 mm<sup>2</sup> a 70 mm<sup>2</sup>.

##### d) Características Elétricas:

- Resistência de contato: Baixa, garantindo uma conexão eficiente.
- Corrente nominal: Adequada para suportar as correntes de descarga atmosférica conforme a NBR 5419.

##### e) Instalação:

- Conexão rápida e segura, sem necessidade de ferramentas especiais.

#### - Conector Split Bolt

##### a) Descrição:

O conector Split Bolt é utilizado para a conexão de dois ou mais condutores em sistemas de aterramento e equipotencialização.

##### b) Material:

Cobre eletrolítico com alta condutividade e parafuso de fixação em bronze.

##### c) Dimensões:

Disponível para cabos de 10 mm<sup>2</sup> a 240 mm<sup>2</sup>.

**d) Características Elétricas:**

- Alta condutividade elétrica.
- Resistência de contato baixa, assegurando a eficiência da conexão.

**e) Instalação:**

- Utiliza-se uma chave de torque para apertar o parafuso de fixação, garantindo uma conexão segura e durável.
- Deve ser aplicado em áreas onde não há risco de corrosão excessiva.

- **Terminal de Compressão**

**a) Descrição:**

Terminal utilizado para conectar cabos a barramentos, caixas de equipotencialização, ou diretamente a outros componentes do sistema de SPDA.

**b) Material:**

- Cobre eletrolítico com revestimento de estanho para maior proteção contra corrosão.

**c) Dimensões:**

- Disponível para cabos de 6 mm<sup>2</sup> a 240 mm<sup>2</sup>.

**d) Características Elétricas:**

- Alta condutividade elétrica, garantindo baixa resistência de contato.
- Capacidade de corrente conforme especificação do cabo utilizado.

**e) Instalação:**

- A compressão do terminal no cabo é realizada com alicate de compressão adequado, garantindo uma conexão firme e durável.

- Recomendado o uso de proteção adicional contra corrosão em ambientes agressivos.

#### **IV. Hastes de Aterramento:**

##### **a) Descrição Geral:**

As hastes de aterramento são componentes fundamentais no Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), responsáveis por dissipar a corrente das descargas atmosféricas para o solo, garantindo a segurança estrutural e dos ocupantes do edifício. Elas devem proporcionar uma baixa resistência de terra e alta durabilidade.

##### **b) Material:**

- **Composição:** Aço carbono de alta resistência revestido com cobre eletrolítico.
- **Espessura do Revestimento de Cobre:** Mínimo de 250 microns, garantindo a longevidade e resistência à corrosão.

##### **c) Dimensões:**

- **Diâmetro:** 3/4" (19 mm).
- **Comprimento:** 2,4 metros.

##### **d) Características Elétricas:**

- **Condutividade Elétrica:** Garantida pelo revestimento de cobre, que proporciona uma baixa resistividade e excelente capacidade de dissipação da corrente de descarga atmosférica.

##### **e) Aplicação:**

- **Instalação:** As hastes devem ser cravadas no solo até sua total inserção, utilizando marretas manuais ou equipamentos de cravação mecânica, dependendo da dureza do solo.

##### **f) Requisitos de Instalação:**

- **Conexões:** Devem ser realizadas utilizando conectores específicos, que garantem baixa resistência de contato e durabilidade.
- **Disposição:** As hastes estão instaladas no jardim e ao lado do Quadro de Medidor de elétrica, garantindo uma malha de aterramento eficiente.
- **Profundidade:** Cravação mínima de 2,4 metros, para assegurar o contato com camadas de solo com boa condutividade.

## V. **Cabo de Cobre Nu 50 mm<sup>2</sup>:**

### a) **Descrição Geral:**

O cabo de cobre nu de 50 mm<sup>2</sup> é amplamente utilizado em sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e em sistemas de aterramento, devido à sua alta condutividade elétrica e durabilidade. Ele serve como condutor para interligação de diversos componentes do sistema, garantindo uma eficiente dissipação da corrente das descargas atmosféricas para o solo.

### b) **Material:**

- **Composição:** Cobre eletrolítico de alta pureza (mínimo 99,9% de cobre).
- **Forma de Fornecimento:** Cabo nu, sem revestimento, composto por múltiplos fios de cobre trançados.

### c) **Dimensões:**

- **Seção Transversal:** 50 mm<sup>2</sup>.

### d) **Aplicação:**

- **Função:** Utilizado na interligação de componentes do SPDA, como conexão de elementos metálicos ao sistema de aterramento.
- **Instalação:** O cabo deve ser fixado de maneira contínua e segura, utilizando conectores específicos para garantir uma conexão elétrica eficiente.

## VI. Cabo de Cobre Isolado:

### a) Descrição Geral:

O cabo de cobre isolado é amplamente utilizado em sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e em sistemas de aterramento, devido à sua alta condutividade elétrica e durabilidade. Ele serve como condutor para interligação de diversos componentes do sistema, garantindo uma eficiente dissipação da corrente das descargas atmosféricas para o solo.

### b) Material:

- **Composição:** Cobre eletrolítico de alta pureza (mínimo 99,9% de cobre).
- **Isolamento:** PVC (policloreto de vinila) ou EPR (borracha etilenopropileno), ambos materiais resistentes à umidade, abrasão e deformação, e com alta capacidade dielétrica.

### c) Dimensões:

- **Seção Transversal:** 6mm<sup>2</sup> a 50 mm<sup>2</sup>.

### d) Aplicação:

- **Função:** Utilizado na interligação de componentes do SPDA, como conexão de elementos metálicos ao sistema de aterramento.

**Instalação:** O cabo deve ser fixado de maneira contínua e segura, utilizando conectores específicos para garantir uma conexão elétrica eficiente.

### e) Requisitos de Instalação:

- **Conexões:** Devem ser realizadas com conectores de alta qualidade, como terminais de compressão, conectores Split Bolt, ou solda exotérmica, garantindo baixa resistência de contato e durabilidade.

- **Proteção:** Em ambientes agressivos, o cabo deve ser instalado de forma que minimize a exposição direta a agentes corrosivos, como umidade ou produtos químicos.

## VII. Cabo de Alumínio Nu:

### a) Descrição Geral:

O cabo de Alumínio Nu é utilizado em sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), ideal para dissipar cargas elétricas provenientes de raios, conduzindo a energia até o sistema de aterramento.

### b) Material:

- **Composição:** Alumínio de alta pureza (99,5%), garantindo excelente condutividade elétrica e resistência contra corrosão.
- **Tipo de Condutor:** Cabo nu de alumínio para uso em redes de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas, comumente em formato multifilar (composto por fios trançados para facilitar a flexibilidade e resistência mecânica).

### c) Dimensões:

- **Seção Transversal:** 70 mm<sup>2</sup>.

### d) Aplicação:

- **Resistência à Corrosão:** Resistente a oxidações, ideal para ambientes externos e áreas suscetíveis a condições atmosféricas severas, sem necessidade de revestimento adicional.
- **Instalação:** Pode ser instalado em suportes, isoladores ou direto no sistema de aterramento, frequentemente associado com hastes de aterramento e outros componentes de proteção.

**e) Requisitos de Instalação:**

- **Conexões:** Devem ser realizadas com conectores de alta qualidade, como terminais de compressão, conectores Split Bolt, ou solda exotérmica, garantindo baixa resistência de contato e durabilidade.

**VIII. Fita perfurada de Latão Niquelado:**

**a) Descrição Geral:**

A Fita perfurada de latão Niquelado é usada para auxiliar na dissipação de raios, conduzindo energia até o sistema de aterramento, permite fácil adaptação e fixação em estruturas variadas.

**b) Material:**

- **Composição:** Latão com revestimento de níquel, ideal para sistemas de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas.
- **Tratamento:** Niquelado para maior resistência à corrosão, aumentando a durabilidade em ambientes externos e hostis.

**c) Dimensões:**

- **Largura e Espessura da Fita:** 20mm x 0,8 mm.

**d) Aplicação:**

- **Função:** Utilizado na interligação de componentes do SPDA, como conexão de dutos e tubulações metálicas ao sistema de aterramento.

**Instalação:** A fita perfurada permite o uso de parafusos ou rebites para fixação em superfícies e estruturas metálicas, facilitando a integração em sistemas de aterramento ou de proteção contra raios.

## **IX. Terminais aéreos:**

### **a) Descrição Geral:**

Os terminais aéreos em alumínio são componentes utilizados no Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) para capturar as descargas elétricas e conduzi-las de forma segura para o sistema de descidas e aterramento. Eles são instalados em pontos estratégicos da cobertura de edificações, formando uma parte essencial da malha de proteção.

### **b) Material:**

- **Composição:** Idêntica as barras chatas de alumínio acima especificadas

### **c) Dimensões:**

- **Altura:** Mínimo de 60 cm, para garantir a eficácia da captação das descargas.

### **d) Características Elétricas:**

- **Condutividade Elétrica:** Elevada, permitindo a eficiente condução da corrente de descarga atmosférica.
- **Resistência de Contato:** Baixa, assegurando que a energia capturada seja conduzida com mínima perda.

### **e) Requisitos de Instalação:**

- **Fixação:** Deve ser realizada com emprego de parafusos e porcas de aço, fixados sempre as barras chatas de alumínio.
- **Espaçamento:** O espaçamento entre os terminais aéreos deve seguir as diretrizes da NBR 5419 e as especificações do projeto, assegurando uma cobertura total da área a ser protegida.



## **X. Eletrodutos em Aço Carbono:**

### **a) Descrição Geral:**

Os eletrodutos de aço carbono zincado eletroliticamente são utilizados em sistemas de proteção elétrica para conduzir e proteger cabos, incluindo os sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA). Sua função é garantir a integridade física e elétrica dos condutores, protegendo-os contra danos mecânicos e intempéries.

### **b) Material:**

- **Composição:** Aço carbono de alta resistência, tratado para maior durabilidade.
- **Revestimento:** Zincagem eletrolítica.

### **c) Dimensões:**

- **Diâmetro Nominal:**
  - 3/4" (19 mm)
  - 1" (25 mm)
  - 1 1/4" (32 mm)
- **Comprimento:** Padrão de 3 metros.

### **d) Aplicação:**

- **Função:** Condução e proteção de cabos elétricos e condutores em sistemas de SPDA e aterramento, bem como outros sistemas elétricos, garantindo que os condutores sejam protegidos de danos físicos e ambientais.
- **Instalação:** Devem ser fixados em suportes adequados, garantindo alinhamento e espaçamento conforme as normas vigentes.

**e) Requisitos de Instalação:**

- **Fixação:** Deve ser realizada com braçadeiras de aço ou suportes metálicos apropriados, com espaçamento regular conforme as especificações do projeto.
- **Conexões:** As junções entre as barras dos eletrodutos devem ser realizadas com conectores ou luvas metálicas, assegurando uma continuidade física e mecânica.
- **Aterramento:** Deve ser garantido o aterramento adequado dos eletrodutos metálicos para evitar a indução de correntes parasitas.

**XI. Eletrodutos em Aço Galvanizado a quente:**

**a) Descrição Geral:**

O **eletroduto de aço carbono rígido galvanizado à quente** é utilizado para conduzir e proteger cabos em instalações elétricas. O processo de galvanização a quente confere alta resistência à corrosão, tornando-o adequado para ambientes agressivos, internos e externos, garantindo a durabilidade e segurança do sistema. Ele é fornecido com todas as conexões, suportes e acessórios de fixação necessários para uma instalação segura e conforme as normas técnicas.

**b) Material:**

- **Composição:** Aço carbono, conformado a frio, com revestimento protetor de zinco aplicado por processo de galvanização a quente, proporcionando alta resistência à corrosão.
- **Revestimento:** Zincagem a quente, com camada de zinco de no mínimo 70 µm, conforme a norma **NBR 6323**.

**c) Dimensões:**

- **Diâmetro Nominal:**
  - 1 1/4" (32 mm)
- **Comprimento:** Padrão de 3 metros.

**d) Aplicação:**

- **Função:** Utilizado em instalações elétricas de baixa e média tensão, sistemas de segurança eletrônica, bem como em instalações industriais, comerciais e residenciais que demandam alta proteção mecânica e resistência à corrosão.
- **Instalação:** Indicado para áreas expostas a intempéries, umidade ou ambientes agressivos, como fábricas, indústrias químicas, subestações, e ambientes marítimos. Adequado tanto para instalação embutida em paredes e lajes de concreto quanto para instalações aparentes.

**e) Requisitos de Instalação:**

- **Fixação:** As conexões devem ser realizadas com rosca tipo NPT, garantindo a estanqueidade e resistência mecânica da instalação. O eletroduto deve ser fixado com suportes metálicos galvanizados a cada 1,5 metros em instalações horizontais e a cada 3 metros em instalações verticais, para garantir estabilidade e segurança.

**XII. Solda Exotérmica:**

**a) Descrição Geral:**

A solda exotérmica é um método de conexão permanente entre condutores metálicos em sistemas de aterramento, utilizando uma reação química exotérmica para fundir os metais e formar uma ligação molecularmente unificada. Este método é amplamente utilizado em sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e em sistemas de aterramento, devido à sua alta durabilidade, baixa resistência de contato e resistência à corrosão.

**b) Material:**

- **Composição do Pó de Solda:** Mistura de óxido de cobre e alumínio em pó, conhecida como termita, que ao ser ativada gera calor suficiente para fundir os metais a serem conectados.

- **Moldes:** Geralmente fabricados em grafite ou materiais refratários, adequados para suportar as altas temperaturas da reação exotérmica.

**c) Características Elétricas:**

- **Resistência Elétrica da Conexão:** A solda exotérmica proporciona uma conexão com resistência elétrica muito baixa, praticamente equivalente à dos condutores originais, garantindo eficiência na condução de correntes elétricas e de descargas atmosféricas.
- **Estabilidade Elétrica:** A conexão é permanente e não se deteriora com o tempo, garantindo uma resistência estável ao longo da vida útil do sistema.

**d) Aplicação:**

- **Função:** Utilizada para unir cabos de cobre a hastes de aterramento, barramentos, armaduras metálicas, e outros componentes do sistema de aterramento e SPDA.

**e) Requisitos de Instalação:**

- **Preparação dos Materiais:** Antes da soldagem, os condutores devem ser limpos e posicionados corretamente dentro do molde de grafite.
- **Processo de Soldagem:**
  - O pó de solda é colocado no molde junto com um iniciador que é ativado, geralmente com uma faísca ou chama.
  - A reação exotérmica funde os metais, criando uma conexão permanente.
- **Recomendações de Segurança:**
  - Utilizar equipamento de proteção individual (EPI), como luvas de alta temperatura, óculos de proteção e vestimenta apropriada, durante o processo de soldagem.
  - Garantir que o ambiente esteja livre de materiais inflamáveis.

## **12. TESTE DE CONTINUIDADE ELÉTRICA DO SUBSISTEMA DE DESCIDAS**

Após a instalação das descidas do SPDA, utilizando o RE-BAR, será realizado um teste de continuidade elétrica para verificar a integridade do sistema. Este teste é essencial para garantir que todas as conexões entre as armaduras metálicas e as descidas estejam eletricamente contínuas e livres de resistências que possam comprometer o desempenho do sistema.

- **Método de Teste:**

- As medições deverão ser executadas através de aparelho específico, de acordo com o Anexo F da NBR-5419-3/2015 da ABNT. O certificado de aferição do aparelho deve estar atualizado e acompanhar o restante da documentação a ser anexada ao Relatório Técnico.
- Não é admissível a utilização de multímetro convencional na função de Ohmímetro, pois a corrente que este instrumento injeta no circuito é insuficiente para obter resultados estáveis e confiáveis.
- As medições serão realizadas entre as extremidades superiores e inferiores das descidas, incluindo as interligações com os anéis intermediários.
- Serão registradas as resistências medidas, e qualquer valor que ultrapasse o limite estabelecido pela norma será investigado e corrigido.
- É de responsabilidade da Contratada a infraestrutura necessária para o acesso seguro dos técnicos aos pontos de medição, conforme Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho. A Contratada deverá prover meios seguros para o acesso dos técnicos a cobertura da edificação, conforme NR-35 de 2012 (Norma Trabalho em Altura).

- **Critérios de Aceitação:**
  - Resistência máxima permitida: 1 ohm por conexão, conforme NBR 5419.
  - Todas as conexões devem ser verificadas e aprovadas antes de proceder à finalização do sistema.
- **Documentação:**
  - Todos os resultados dos testes serão documentados em relatório técnico, incluindo a descrição das ações corretivas, caso necessário.
  - O relatório será parte integrante da documentação final do SPDA, servindo como referência para futuras inspeções e manutenções.

### **13. RECOMENDAÇÕES GERAIS DE INSTALAÇÃO E MANUSEIO DOS MATERIAIS**

- **Manuseio dos Materiais:**
  - Todos os materiais devem ser manuseados com cuidado para evitar danos físicos ou deformações que possam comprometer sua funcionalidade.
  - Durante o transporte e armazenamento, as fitas de alumínio devem ser protegidas contra impactos e deformações. As hastes de aterramento devem ser manuseadas evitando curvaturas ou rachaduras.
- **Instalação:**
  - As soldas exotérmicas devem ser realizadas por profissionais capacitados, seguindo as instruções dos fabricantes para garantir a qualidade das conexões.
  - As hastes de aterramento devem ser cravadas no solo em locais previstos no projeto, garantindo um espaçamento adequado entre elas para evitar interferências elétricas.

- As conexões entre diferentes materiais devem ser inspecionadas visualmente e testadas eletricamente, garantindo uma baixa resistência de contato.
- Todos os elementos metálicos externos devem ser isolados e protegidos contra corrosão e impactos, especialmente em áreas suscetíveis a intempéries.
- **Segurança:**
  - Durante a instalação, todos os procedimentos de segurança devem ser seguidos rigorosamente, incluindo o uso de EPI's adequados, como luvas, capacetes e calçados de segurança.
  - O trabalho em altura deve ser realizado com a devida ancoragem e segurança, seguindo as normas vigentes.

#### **14. NOTAS GERAIS**

- Todos os materiais utilizados no SPDA devem ser acompanhados de certificações de conformidade com as normas técnicas aplicáveis.
- Recomenda-se a realização de inspeções periódicas no sistema após a instalação, verificando a integridade dos materiais e a eficácia do sistema como um todo.
- A resistência de terra deve ser monitorada regularmente, especialmente após eventos climáticos extremos, para assegurar que se mantenha abaixo do valor de 10 ohms.
- Qualquer modificação ou reparo no sistema deve ser realizado por profissionais qualificados e conforme as normas técnicas vigentes, garantindo a continuidade da proteção.
- Este projeto foi elaborado de acordo com as normas NBR-5419-1, NBR-5419-2, NBR-5419-3, e NBR-5419-4. O nível de proteção utilizado será o nível III.
- Para que este sistema seja executado com sucesso e com o menor custo possível, deverá ser iniciado junto com a fundação da edificação, sendo importante o acompanhamento de pessoal responsável pela obra, para

conferir a presença da barra re-bar na fundação e pilares, o transpasse de 20cm e a interligação das ferragens dos pilares com a das lajes.

- A instalação das barras e ligações entre pilares e lajes deverá ser executada pela construtora durante a concretagem da estrutura.
- Na fundação e nos pilares indicados em projeto, do corpo do prédio, deverão ser instaladas barras adicionais (re-bar), fabricadas em aço galvanizado a fogo, transpassadas de 20cm, conectadas com 3 clip's galvanizados sendo que nos pilares externos deverá ser localizada na face externa, porém dentro do estribo, e nos pilares internos poderá ser instalada em qualquer posição, sempre fixada nos estribos por arame torcido.
- Eletrodutos em montagem aparente deverão ser fixados, no máximo, a cada 1,5m.
- Para que seja possível a aferição no sistema de descidas, instalar conectores "insert". Este tem por função possibilitar acesso a malha de re-bar concretada dos pilares.
- Todos os furos realizados em telhas ou alvenaria, deverão ser vedados com poliuretano.
- No encontro das ferragens da laje com os vergalhões longitudinais dos pilares, deverá ser feita uma interligação através de ferro de construção  $\varnothing 3/8"$  (10mm) transpassado em 20cm na vertical e na horizontal em formato de "I", conforme detalhe, sendo interligado em primeiro lugar na barra adicional (re-bar) do spda e as demais ferragens do pilar, uma sim, uma não, em posições alternadas.
- Os procedimentos acima se repetem em todos os pilares de descida e em todas as lajes. Na última laje, onde os pilares que irão finalizar, as barras adicionais deverão ser interligadas na horizontal, aos pilares mais próximos que irão subir para o barrilete, de modo que haja continuidade de todos os pilares desde a fundação até o ponto mais alto da edificação.



- Na cobertura, a barra adicional (re-bar) deverá ser conectada ao conector insert, no topo e/ou lateral da platibanda, onde será fixada a barra chata de alumínio parafusada neste conector
- Todas as estruturas e equipamentos metálicos existentes na cobertura da edificação, quer sejam instalados antes ou após a conclusão da obra (antenas, escadas, estruturas do telhado, etc.) Deverão ser interligadas ao ponto mais próximo do sistema de captação, para equalização de potencial e escoamento de possíveis descargas atmosféricas.
- No subsistema de aterramento, um tubulão por pilar que compõe a torre da edificação deverá ter o re-bar de aterramento, que também deverá ser instalado horizontalmente no fundo da viga baldrame, junto com as demais ferragens, (obrigatório para fundações pouco profundas).
- O sistema deverá ter manutenção preventiva anual e sempre que houver incidência de descarga atmosférica, a fim de verificar danos e garantir a eficiência do spda.
- É fundamental a conferência das conexões / amarrações antes das concretagens e principalmente encaminhamento das barras e pontos de conexão na última laje
- Qualquer modificação no projeto durante a execução da obra, sem consulta prévia do engenheiro projetista, será de total responsabilidade do construtor.
- Os itens a seguir, mesmo que não explicitados nas planilhas, são inerentes à execução das instalações e fazem parte do escopo da contratada, logo seus custos devem ser considerados pela mesma em suas composições de custos:
  - A escavação, reaterro e recomposição do piso para a instalação dos eletrodutos e caixas de passagem enterrados;
  - Envelopamento com concreto de eletrodutos enterrados;
  - O corte e recomposição de parede para a instalação dos eletrodutos e caixas de passagem embutidos;

- A quebra e recomposição dos pilares nos pontos de medição para realização dos testes de continuidade elétrica do subsistema de descidas, caso necessário;
- Os materiais de consumo e as miscelâneas, tais como: fita isolante, arame, terminal para cabo, anilha/etiqueta de identificação, parafuso, bucha, arruela, braçadeira, box reto/curvo, “unidut”;
- Os elementos de conexão e fixação de eletrodutos, perfilados, eletrocalhas e eletroleitos, tais como: luva, suporte, emenda, curva, terminal, braçadeira, chumbador, tirante/barra rosqueada;
- Escadas, cavaletes e andaimes necessários para execução das instalações que requeiram esses recursos;
- Transporte vertical e horizontal de materiais e equipamentos na obra;
- Pontos de solda em cabos de cobre, barras de aço, etc.;
- Para acompanhamento e registro da execução das instalações, a **Contratada** deverá emitir relatórios periódicos, específicos para as instalações de Aterramento e SPDA, conforme abaixo:
- Relatório elaborado pelo engenheiro eletricista da **Contratada**, responsável pela execução das instalações;
- Relatório enviado em formato “PDF” através do e-mail do profissional acima ou entregue impresso e assinado pelo mesmo;
- Periodicidade máxima: quinzenal;
- Modelo a ser fornecido pela Fiscalização do **MPMG** no início da obra;
- O relatório deverá conter fotos que ilustrem os serviços relatados.

## 15. OBSERVAÇÕES FINAIS

Todos os materiais a serem adquiridos deverão ser apresentados à Fiscalização do **MPMG** para aprovação.

O **MPMG** poderá exigir o certificado de conformidade do INMETRO, UL e CSA dos materiais a serem instalados.

Caso houver alterações nos projetos, a critério da Fiscalização do **MPMG**, será exigido o “as-built” (como construído). As correções deverão ser providenciadas pela **Contratada** em mídia eletrônica (CD/DVD), em Autocad, atualizando os originais, que serão entregues pelo **MPMG**.

Os termos de garantia dos materiais deverão ser entregues à Fiscalização do **MPMG** juntamente com a nota fiscal (ou cópia) de compra antes da última medição.

## **16. CONCLUSÃO**

O Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, utilizando o método Estrutural, foi projetado para oferecer máxima proteção ao edifício e seus ocupantes. O sistema é composto por elementos de captação, descidas (totalizando 14), equipotencialização e aterramento, todos interligados de forma a garantir a integridade estrutural do edifício e a segurança dos seus ocupantes. O sistema deverá ter manutenção preventiva anual e sempre que houver incidência de descarga atmosférica, a fim de verificar danos e garantir a eficiência do spda.

---

Roberto Teixeira Moura  
Engenheiro Eletricista  
CREA-SP 060184256-8  
Responsável Técnico