ENGEPLANTI
PROJETOS E SUPERVISÃO

MUNICÍPIO DE GOVERNADOR CELSO RAMOS/SC

CONTRATO Nº 029-23-36

ENGEPLANTI CONSULTORIA LTDA.

MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO DE SPDA – SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

AMP. ESCOLA HENRIQUE PEDRO DA SILVA

029-23-36-EHP-SPD-PE-E1-MEM-R01

Governador Celso Ramos/SC

2026

(48) 3364-2209
engeplanti.com.br
CNPJ: 23.002.667/0001-29
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 - Salas 101 e 903
Centro Florianópolis/SC - CEP 88010-120

ENGEPLANTI
PROJETOS E SUPERVISÃO

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
R00	28/09/2026	EMISSÃO INICIAL
R01	23/10/2026	ALTERAÇÃO CONFORME SOLICITAÇÕES DA PREFEITURA

(48) 3364-2209
engeplanti.com.br
CNPJ: 23.002.667/0001-29
Rua Cristóvão Nunes Pires, 110 - Salas 101 e 903
Centro Florianópolis/SC - CEP 88010-120

SUMÁRIO

1. INFORMAÇÕES DO PROJETO 6

1.1. Uso Pretendido da Edificação 6

1.2. Endereço 6

1.3. Informações do Proprietário 6

1.4. Informação do Responsável Técnico 6

1.5. Finalidade do Memorial 6

1.6. Da Composição do Projeto 6

2. OBJETIVO DO PROJETO 7

3. REFERÊNCIAS LEGAIS E NORMATIVAS 7

4. SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - SPDA 8

4.1. Introdução 8

4.2. Procedimentos Gerais para Execução de Serviços de SPDA – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas 9

4.3. Recomposição de Elementos em Concreto Armado 9

4.4. Requisitos Construtivos e de Acessibilidade dos Componentes do SPDA 10

4.5. Conceituação do SPDA e das Medidas de Proteção Interna 11

4.6. SPDA – Subsistema de Captação 12

4.7. SPDA – Subsistema de Descida 13

4.8. SPDA – Subsistema de Aterramento 14

4.9. Demais Considerações do Projeto 15

5. CRITÉRIOS, PROCEDIMENTOS E PARTICULARIDADES PARA A EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES 16

5.1. Materiais Aparentes 17

5.2. Materiais Embutidos 18
5.3. Materiais Enterrados 20
5.4. Acabamento 21
5.5. Projeto As Built 22
6. DESCRITIVO DA OBRA 23
6.1. Descrição do Sistema Construtivo 24
6.2. Subsistema de Captação 24
6.3. Subsistema de Descidas 24
6.4. Subsistema de Aterramento 25
6.5. Equipotencialização e Proteção Contra Surtos 27
7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 27
7.1. Fixações 27
7.2. Quadro de Equipotencialização 28
7.3. Condutores, Terminais, Conectores e Acessórios 28
7.4. Caixa Subterrânea de Inspeção do Aterramento e Acessórios 29
7.5. SPDA Externo 29
7.6. SPDA Estrutural 30
7.7. Dispositivo de Proteção Contra Surtos - DPS 30
8. SEGURANÇA DO TRABALHO 31
8.1. Trabalhos em Altura 31
8.2. Trabalhos com Eletricidade 31
8.3. Segurança em Trabalhos em Espaço Confinado 31
8.4. Equipamentos de Proteção 32
9. ASSINATURAS 33

9.1. Assinatura Responsável Técnico 33

9.2. Assinatura Proprietário 33

1. INFORMAÇÕES DO PROJETO

O presente Projeto refere-se a ampliação da Escola Henrique Pedro da Silva, no Município de Governador Celso Ramos/SC. O espaço será composto por diversas instalações destinadas ao esporte, lazer e convivência, incluindo: piscina semiolímpica, salas para a prática de ballet e artes marciais, vestiários completos, além de pista de atletismo e quadras poliesportivas.

1.1. Uso Pretendido da Edificação

Trata-se de um ambiente multifuncional voltado à promoção do esporte, do bem-estar e da integração comunitária.

1.2. Endereço

Rodovia Municipal Francisco Wollinger, 4055, Jordão, Governador Celso Ramos/SC.

1.3. Informações do Proprietário

Prefeitura Municipal De Governador Celso Ramos
CNPJ: 82.892.373/0001-89

1.4. Informação do Responsável Técnico

Eng. Rafael Nagi Cruz Gerges – CREA/SC: 123.734-3

1.5. Finalidade do Memorial

O presente Memorial Descritivo refere-se à Etapa 01 do Projeto Executivo das Instalações do SPDA – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas da ampliação da Escola Henrique Pedro da Silva, localizado na Rodovia Municipal Francisco Wollinger, 4055, Jordão, Governador Celso Ramos/SC.

Este documento tem por finalidade estabelecer as diretrizes técnicas a serem observadas na execução das referidas instalações, bem como, especificar os materiais, equipamentos e serviços previstos no referido documento, fornecendo os esclarecimentos necessários para garantir a correta, completa e fiel execução da obra, em conformidade com as Normas técnicas vigentes.

1.6. Da Composição do Projeto

São partes integrantes e indispensáveis deste projeto os seguintes documentos:

- Memorial descritivo;
- Plantas do projeto;
- ART.

2. OBJETIVO DO PROJETO

O Projeto do SPDA - Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas tem por objetivo definir as soluções técnicas e os critérios de engenharia destinados à proteção das edificações, estruturas e instalações, mediante a adoção de medidas para redução dos riscos associados aos efeitos das descargas atmosféricas.

A concepção do sistema contempla a interceptação, a condução e a dispersão controlada das correntes de descarga atmosférica, bem como, medidas destinadas à equipotencialização das instalações e à limitação de sobretensões transitórias e diferenças de potencial, de modo a reduzir a ocorrência de danos físicos às edificações e de perturbações ou danos aos sistemas e equipamentos instalados.

Para esse fim, o SPDA compreende, conforme aplicabilidade e características do Empreendimento, os subsistemas de captação, descida e aterramento, associados às medidas de equipotencialização e proteção contra surtos, concebidos de forma integrada aos demais sistemas prediais e em conformidade com os requisitos, critérios de desempenho e prescrições estabelecidos pelas normas técnicas aplicáveis.

A definição das soluções deverá considerar as características arquitetônicas, estruturais, elétricas e funcionais das edificações, suas condições de implantação e as interfaces com os demais sistemas prediais, assegurando a adequada coordenação entre os componentes do sistema e os requisitos de continuidade, segurança e confiabilidade das instalações.

3. REFERÊNCIAS LEGAIS E NORMATIVAS

Este Relatório Técnico segue integralmente as revisões mais recentes das normas emitidas pelas organizações listadas abaixo, exceto nos casos em que houver indicação expressa em contrário:

- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT;
- Concessionária de Energia Local – CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.;
- *American National Standards Institute* – ANSI;
- *Institute Electrical and Eletronics Engineers* – IEEE;
- *National Electrical Manufactures Association* – NEMA;
- *National Electrical Code* – NEC;
- *American Society for Testing and Materials* – ASTM;
- *International Electrical Commission* – IEC;
- *Insulated Power Cable Engineers Association* – IPCEA;
- *International Organization for Standardization* – ISO.

Os Projetos das Instalações Elétricas do Empreendimento deverão atender os requisitos aplicáveis das seguintes normas e documentos técnicos:

- *ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão e demais Normas atinentes;*
- *ABNT NBR 14039 – Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV e demais Normas atinentes;*
- *ABNT NBR 5419-1 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas - Parte 1: Princípios Gerais;*
- *ABNT NBR 5419-2 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de Risco;*
- *ABNT NBR 5419-3 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas - Parte 3: Danos Físicos a Estruturas e Perigos à Vida;*
- *ABNT NBR 5419-4 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas - Parte 4: Sistemas Elétricos e Eletrônicos Internos na Estrutura;*
- *IEC 62305-1:2024 — Protection Against Lightning — Part 1: General Principles;*
- *IEC 62305-2:2024 — Protection Against Lightning — Part 2: Risk Management;*
- *IEC 62305-3:2024 — Protection Against Lightning — Part 3: Physical Damage to Structures and Life Hazard;*
- *IEC 62305-4:2024 — Protection Against Lightning — Part 4: Electrical and Electronic Systems Within Structures.*
- *Demais Normas Pertinentes e Vinculadas.*

4. SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - SPDA

Esta seção contempla todas as instalações do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas – SPDA.

4.1. Introdução

As especificações a seguir apresentam os critérios e as soluções técnicas adotados para a concepção das instalações do SPDA - Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas da ampliação da Escola Henrique Pedro da Silva, localizado na Rodovia Municipal Francisco Wollinger, 4055, Jordão, Governador Celso Ramos/SC.

Este documento técnico contempla as informações necessárias à caracterização e à compreensão das soluções propostas, incluindo caminhamentos, dimensionamentos, especificações técnicas e representações gráficas (plantas e detalhes), de forma a subsidiar o desenvolvimento, a compatibilização e a posterior execução das instalações.

O projeto foi elaborado em conformidade com os requisitos, critérios e recomendações estabelecidos pela Norma ABNT NBR 5419 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas, em suas partes aplicáveis e às demais normas técnicas pertinentes.

Nesse contexto, as medidas de proteção associadas ao SPDA têm como principais objetivos:

- Proteger as estruturas contra danos físicos decorrentes da incidência de descargas atmosféricas;
- Reduzir os riscos de choque elétrico em pessoas e animais, decorrentes das tensões de toque e de passo associadas à circulação das correntes de descarga;
- Complementarmente, proteger os sistemas e equipamentos internos contra os efeitos de sobretensões e correntes de surto por meio da adoção de Medidas de Proteção contra Surtos – MPS, quando aplicáveis, as quais constituem medidas específicas e complementares ao SPDA.

4.2. Procedimentos Gerais para Execução de Serviços de SPDA – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

Em todos os serviços de instalação e execução deste SPDA deverão ser verificadas previamente as condições existentes no local, incluindo dimensões, características construtivas, interferências e eventuais incompatibilidades com os elementos previstos em projeto. Quaisquer divergências em relação às condições de projeto deverão ser identificadas e tratadas antes da execução dos serviços.

A eficácia do SPDA está diretamente condicionada à correta execução da instalação, bem como, à adoção de procedimentos adequados de inspeção, ensaio e manutenção. Inspeções, ensaios e intervenções no sistema não deverão ser realizados durante a ocorrência ou sob ameaça de tempestades, devido aos riscos associados à atividade.

Sempre que forem realizadas alterações, ampliações ou intervenções nas instalações de qualquer edificação, deverão ser reavaliadas as condições de equipotencialização, continuidade elétrica e possíveis interferências ou conflitos com os componentes do SPDA previstos neste Projeto. Eventuais adequações deverão preservar a integridade e o desempenho do sistema.

Nos trechos em que não for localizado ou identificado o condutor de aterramento existente, deverá ser providenciada a instalação de novo condutor, dimensionado e executado de acordo com as especificações e os detalhes estabelecidos no Projeto de referência.

4.3. Recomposição de Elementos em Concreto Armado

Nos serviços que necessitem da abertura de janelas ou nichos em elementos de concreto armado para execução de ensaios, inspeções ou instalação de *inserts* metálicos (por exemplo, Aterrinsert, ou equivalentes), deverão ser observados os seguintes procedimentos:

- A abertura deverá ser integralmente limpa, removendo-se poeira, partículas soltas e quaisquer outros resíduos;

- Após a conclusão do serviço, a abertura deverá ser recomposta com graute adequado, garantindo preenchimento integral e acabamento nivelado, compatível com a geometria e o padrão construtivo original;
- O revestimento existente deverá ser integralmente recomposto, incluindo pintura, revestimento cerâmico, azulejo ou outro acabamento originalmente existente;
- É expressamente proibida a utilização de argamassa de reboco para recomposição do cobrimento de elementos de concreto armado;
- A execução deverá assegurar acabamento uniforme e compatível com o elemento existente, não sendo admitidos sinais aparentes de intervenção, falhas de acabamento ou aspecto de serviço inacabado.

4.4. Requisitos Construtivos e de Acessibilidade dos Componentes do SPDA

Todos os cabos, condutores, conectores, parafusos, porcas, terminais, elementos de fixação e demais acessórios integrantes do SPDA deverão permanecer limpos, íntegros, identificáveis e facilmente acessíveis para inspeção, ensaio e manutenção.

É expressamente proibido recobrir, embutir, pintar, concretar ou contaminar esses componentes com argamassa, graute, tinta, revestimentos ou quaisquer outros materiais, bem como, permitir a presença de respingos, resíduos ou sujidades que possam comprometer sua inspeção, manutenção ou desempenho elétrico.

Os serviços deverão ser executados com elevado padrão de qualidade, organização e acabamento, garantindo tanto a funcionalidade do sistema, quanto a adequada recomposição dos elementos construtivos afetados pela intervenção.

A seguir, são apresentadas imagens de referência de serviços considerados adequados quanto à execução, acabamento e padrão de qualidade.

Figura 1 – Instalação com acabamento adequado

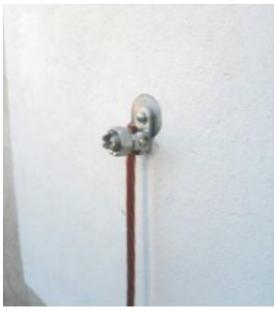


Figura 2 – Instalação com acabamento adequado



4.5. Conceituação do SPDA e das Medidas de Proteção Interna

Conforme estabelecido na Norma ABNT NBR 5419:2026, a proteção contra descargas atmosféricas compreende medidas destinadas tanto à condução controlada da corrente de descarga até o solo quanto à redução dos efeitos dessa corrente sobre a estrutura e suas instalações.

O SPDA é constituído pelos subsistemas de captação, descidas e aterramento, responsáveis, respectivamente, por interceptar a descarga atmosférica, estabelecer um caminho controlado para a condução da corrente até o nível do solo e promover sua dispersão no terreno. Seu dimensionamento e sua execução devem proporcionar trajetos de baixa impedância, reduzindo a possibilidade de ocorrência de centelhamentos, descargas laterais e danos à estrutura.

As medidas de proteção interna, por sua vez, têm como finalidade controlar os efeitos eletromagnéticos e as diferenças de potencial decorrentes da circulação da corrente de descarga no SPDA projetado. Compreendem, principalmente, a equipotencialização das partes condutivas relevantes da edificação e a manutenção da distância de separação adequada entre os componentes do SPDA e as instalações ou elementos metálicos que não devam ser diretamente conectados ao sistema.

Dessa forma, o SPDA estabelece o caminho preferencial e controlado para a corrente da descarga atmosférica, enquanto as medidas de proteção interna têm por objetivo reduzir os riscos de centelhamentos perigosos e de transferência de potenciais para as instalações internas da edificação.

Assim, os dois aspectos devem ser considerados de forma integrada, uma vez que a eficácia da proteção depende tanto da condução segura da corrente de descarga até o sistema de aterramento quanto do adequado controle dos potenciais e das interações elétricas no interior da estrutura.

4.6. SPDA – Subsistema de Captação

O subsistema de captação tem a função de interceptar as descargas atmosféricas e conduzir a corrente de descarga ao subsistema de descidas, minimizando os riscos de centelhamento, danos à estrutura e aos sistemas internos.

Os captores e respectivos condutores deverão ser firmemente fixados à estrutura, de modo a suportar esforços eletrodinâmicos e mecânicos acidentais, incluindo vibrações provocadas pelo vento, equipamentos ou máquinas, sem ocorrência de ruptura, deslocamento ou desconexão.

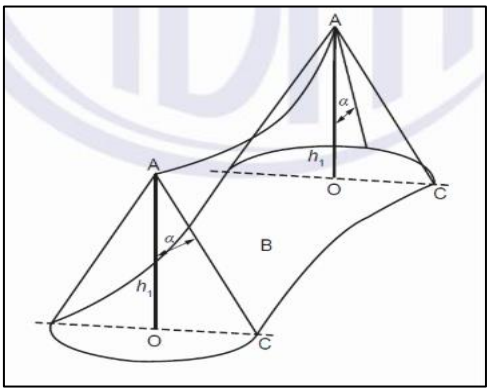
As conexões entre metais de naturezas distintas deverão evitar o contato galvânico direto entre aço, cobre e alumínio (Não devem ser realizadas conexões diretas entre aço e cobre, alumínio e aço ou alumínio e cobre). Nas interfaces entre esses materiais, deverão ser utilizados conectores apropriados, tais como elementos de latão, bimetálicos, de bronze ou estanhados, compatíveis com os metais envolvidos, de forma a minimizar o potencial de corrosão galvânica. Mesmo com a adoção dessas medidas, as conexões deverão ser submetidas à inspeção periódica, considerando a possibilidade de degradação do contato elétrico ao longo da vida útil do sistema.

O número de conexões ao longo dos condutores deverá ser reduzido ao mínimo indispensável, priorizando-se trajetos contínuos e de baixa impedância.

Os condutores do subsistema de captação deverão manter afastamento adequado em relação aos circuitos e equipamentos elétricos, observando-se a distância de segurança calculada conforme os critérios estabelecidos na Norma ABNT NBR 5419:2026.

Em edificações de grande altura, poderão ser adotadas malhas de captação nas fachadas ou nas regiões laterais superiores, associadas à equipotencialização nos pavimentos mais elevados, com o objetivo de reduzir a distância de segurança. Alternativamente, poderão ser utilizados captores suspensos, conforme o arranjo indicado na Figura 3.

Figura 3 – Volume de proteção por condutor suspenso



A conexão entre o subsistema de captação e o subsistema de descidas deverá ser executada por trajetos tão retilíneos e diretos quanto possível, evitando-se mudanças bruscas de direção, laços e percursos desnecessariamente longos. Essa configuração visa minimizar a impedância do percurso da corrente impulsiva e, consequentemente, reduzir o risco de centelhamentos e descargas laterais.

4.7. SPDA – Subsistema de Descida

O subsistema de descidas tem a função de estabelecer trajetos elétricos contínuos e de baixa impedância entre o subsistema de captação e o sistema de aterramento, conduzindo de forma controlada as correntes das descargas atmosféricas até o solo.

As descidas deverão ser interligadas horizontalmente em pontos definidos no projeto, de modo a promover a distribuição da corrente entre os diferentes trajetos condutores e, consequentemente, reduzir os efeitos eletromagnéticos associados à circulação da corrente impulsiva, bem como, os gradientes de potencial na região do aterramento.

Todas as conexões, derivações e fixações deverão ser executadas de forma mecanicamente estável e eletricamente confiável, em conformidade com os detalhes construtivos do projeto e os requisitos aplicáveis da Norma ABNT NBR 5419:2026.

Deverá ser evitado o contato galvânico direto entre metais de naturezas distintas, especialmente entre aço, cobre e alumínio (Não devem ser realizadas conexões diretas entre aço e cobre, alumínio e aço ou alumínio e cobre). Nas interfaces entre esses materiais, deverão ser utilizados conectores compatíveis, tais como elementos de latão, bimetálicos, de bronze ou estanhados, selecionados de modo a minimizar a diferença de potencial eletroquímico e, consequentemente, o risco de corrosão galvânica. Essas conexões deverão permanecer acessíveis para inspeção e manutenção, considerando a possibilidade de degradação do contato elétrico ao longo da vida útil do sistema.

Conforme os critérios estabelecidos da Norma ABNT NBR 5419:2026, não deverá ser utilizado cabo de cobre diretamente embutido em pilares de concreto armado como condutor de descida, devido ao risco de interação eletroquímica com as armaduras e, consequente, ocorrência de processos corrosivos capazes de comprometer a durabilidade e a integridade dos elementos estruturais.

Nas descidas naturais constituídas pelas armaduras dos elementos de concreto armado, deverão ser realizadas medições de resistência elétrica durante a execução da obra, de modo a verificar a continuidade elétrica do percurso e sua conformidade com os requisitos da ABNT NBR 5419:2026. As verificações deverão ser repetidas após a conclusão dos serviços. Como particularidade desta solução, o subsistema de descidas também poderá ser constituído por barras de aço complementares, galvanizadas a fogo (Rebars), integradas às armaduras longitudinais dos pilares de concreto, por meio dos respectivos elementos de conexão, incluindo grampos e inserts.

As medições deverão contemplar, individualmente, cada pilar utilizado como descida natural, desde o ponto de conexão com o subsistema de aterramento até o ponto superior de conexão com o subsistema de captação. Deverão também ser realizadas medições entre pilares adjacentes, de forma a verificar a continuidade das interligações previstas.

Todos os ensaios deverão ser devidamente registrados e documentados, contendo, no mínimo, a identificação dos pontos ensaiados, o método e instrumento utilizados, as condições de realização, os valores obtidos e a data das medições, possibilitando a rastreabilidade e a comprovação da conformidade do sistema.

4.8. SPDA – Subsistema de Aterramento

O subsistema de aterramento tem por finalidade proporcionar a dispersão da corrente de descarga atmosférica no solo, promovendo sua distribuição de forma eficiente e reduzindo as elevações de potencial na superfície do terreno e, consequentemente, os riscos associados às tensões de toque.

A execução deverá priorizar trajetos contínuos, com o menor número possível de emendas. As conexões deverão ser executadas de forma a permanecerem protegidas contra esforços mecânicos e processos de corrosão, não devendo ficar diretamente expostas ao solo, e deverão ser acessíveis para inspeção, manutenção e eventuais intervenções futuras.

Deverá ser assegurada a compatibilidade eletroquímica entre os materiais empregados. Não deverão ser realizadas conexões diretas entre aço, cobre e alumínio (Não devem ser realizadas conexões diretas entre aço e cobre, alumínio e aço ou alumínio e cobre). Nas interfaces entre metais distintos, deverão ser utilizados conectores apropriados, tais como elementos de latão, bimetálicos, de bronze ou estanhados, selecionados de modo a minimizar o potencial de corrosão galvânica e preservar a confiabilidade das conexões ao longo da vida útil do sistema.

Sempre que tecnicamente viável, as conexões do SPDA deverão ser executadas por soldagem exotérmica. Quando sua utilização não for possível, deverão ser empregados conectores apropriados para cabo/haste de aterramento, devendo a respectiva justificativa constar do Projeto *As Built*.

Nos sistemas de aterramento estrutural que utilizem vigas baldrame, sapatas, estacas ou outros elementos das fundações como componentes naturais do aterramento, não deverá ser empregado cobre diretamente embutido no concreto armado. Recomenda-se a utilização de barras de aço complementares, galvanizadas a fogo (Rebars), integradas às armaduras das vigas baldrame, sapatas, estacas ou outros elementos das fundações, por meio dos respectivos elementos de conexão, incluindo grampos e inserts.

Para o aterramento estrutural, deverão ser realizados ensaios de continuidade elétrica durante a execução e após a conclusão dos serviços, conforme os procedimentos estabelecidos na ABNT NBR 5419:2026. Os resultados deverão ser registrados e documentados, permitindo a verificação da continuidade elétrica dos elementos estruturais utilizados como parte do sistema de aterramento.

4.9. Demais Considerações do Projeto

O SPDA - Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas da ampliação da Escola Henrique Pedro da Silva, localizado na Rodovia Municipal Francisco Wollinger, 4055, Jordão, Governador Celso Ramos/SC, será constituído pelos subsistemas de captação, descidas e aterramento, conforme os critérios, materiais e detalhes construtivos estabelecidos neste Projeto e na Norma ABNT NBR 5419:2026.

O subsistema de captação será executado de acordo com as especificações apresentadas neste Projeto, permanecendo válidos os critérios relativos à disposição, fixação, conexões, compatibilidade entre materiais e atendimento às distâncias de segurança aplicáveis.

Como particularidade desta solução, o subsistema de descidas será constituído por barras de aço complementares, galvanizadas a fogo (Rebars), integradas às armaduras longitudinais dos pilares de concreto, por meio dos respectivos elementos de conexão, incluindo grampos e inserts. Essa configuração deverá estabelecer um percurso elétrico contínuo entre o subsistema de captação e o sistema de aterramento, utilizando as armaduras como condutores naturais de descida.

A utilização das armaduras dos pilares como descidas estará condicionada à comprovação de sua continuidade elétrica e ao atendimento aos requisitos aplicáveis de seção, conexões, fixação, proteção contra corrosão e demais critérios estabelecidos na ABNT NBR 5419:2026. Para essa finalidade, deverão ser realizados ensaios de continuidade elétrica após a instalação das barras de aço complementares, galvanizadas a fogo (Rebars), nas referidas armaduras dos pilares de concreto, conforme os procedimentos aplicáveis na referida Norma. Os resultados deverão ser devidamente registrados e incorporados à documentação *As Built*.

O subsistema de aterramento será executado conforme os critérios, materiais e detalhes construtivos estabelecidos neste Projeto, permanecendo válidas as especificações relativas à dispersão

das correntes de descarga, continuidade elétrica, conexões, compatibilidade entre materiais, proteção contra corrosão e condições de inspeção e manutenção.

Assim, a solução adotada mantém os subsistemas de captação e aterramento conforme as disposições originalmente previstas, diferenciando-se exclusivamente pela adoção das armaduras dos pilares de concreto, complementadas pelas Rebars galvanizadas a fogo, como descidas naturais do SPDA, garantindo a continuidade elétrica entre a captação e o aterramento, mediante os procedimentos de verificação e controle previstos neste Projeto.

5. CRITÉRIOS, PROCEDIMENTOS E PARTICULARIDADES PARA A EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Todos os materiais, equipamentos, componentes, acessórios e demais elementos necessários à implantação do SPDA - Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas encontram-se especificados neste Memorial e nos documentos de Projeto, devendo ser rigorosamente observados pela CONTRATADA durante a execução dos serviços. A instalação deverá atender integralmente aos critérios de projeto, às normas técnicas aplicáveis e às recomendações dos fabricantes dos componentes empregados.

Os materiais e componentes utilizados no SPDA deverão ser novos, de primeira qualidade, tecnicamente compatíveis entre si e adequados às condições de exposição e utilização previstas em Projeto. Deverão ser observadas, especialmente, as características dos condutores, captores, conexões, suportes, elementos de fixação, caixas de inspeção, eletrodos de aterramento, dispositivos de conexão e demais componentes integrantes do sistema.

Na eventualidade de qualquer material, componente ou acessório especificado não estar disponível para aquisição, a CONTRATADA deverá comunicar previamente a ocorrência à FISCALIZAÇÃO, antes de efetuar qualquer substituição ou aquisição de material equivalente. A alternativa proposta deverá ser submetida à análise e aprovação da FISCALIZAÇÃO, acompanhada, quando necessário, de documentação técnica que comprove sua compatibilidade, desempenho e atendimento aos requisitos de Projeto. Não serão admitidas substituições, alterações de materiais ou modificações nas soluções previstas sem a prévia anuência da FISCALIZAÇÃO.

A execução da infraestrutura e a montagem do SPDA deverão observar rigorosamente os requisitos de qualidade, segurança, continuidade elétrica, confiabilidade e durabilidade estabelecidos em Projeto e nas Normas técnicas aplicáveis. Os serviços deverão ser executados de forma a garantir a adequada captação, condução e dispersão das correntes de descarga atmosférica, preservando-se a integridade e a continuidade elétrica de todos os elementos que compõem o sistema.

As conexões entre os componentes do SPDA deverão apresentar adequada resistência mecânica e elétrica, devendo ser executadas de acordo com os procedimentos e métodos construtivos especificados em Projeto e recomendados para cada tipo de material e conexão. Deverão ser igualmente observados os

cuidados necessários quanto à proteção contra corrosão, à compatibilidade entre materiais, à resistência das fixações e à integridade dos condutores e demais componentes durante e após a execução.

Será exigido da CONTRATADA elevado padrão de qualidade na implantação do SPDA, contemplando, além dos requisitos de segurança, eficiência e confiabilidade do sistema, aspectos relacionados ao acabamento, organização, padronização e aspecto visual da instalação. A disposição dos condutores, elementos de captação, descidas, conexões, pontos de inspeção e componentes de aterramento deverá ser executada de maneira tecnicamente adequada e compatível com a arquitetura e os demais sistemas da edificação, sempre que possível sem comprometer os requisitos de proteção estabelecidos em Projeto.

Deverá ser assegurada a acessibilidade aos pontos destinados à inspeção, medição, conexão e manutenção do sistema, permitindo futuras verificações de continuidade elétrica, integridade dos componentes e condições do sistema de aterramento. Os elementos do SPDA deverão permanecer devidamente identificados e protegidos contra danos mecânicos decorrentes das demais etapas construtivas e das condições normais de utilização da edificação.

A CONTRATADA deverá observar integralmente as especificações, critérios, posicionamentos, dimensões, materiais, trajetos dos condutores, quantidade e localização das descidas, configuração do sistema de aterramento, pontos de equipotencialização e demais requisitos definidos nos documentos de Projeto.

Quaisquer incompatibilidades, interferências, impossibilidades construtivas ou necessidades de alteração identificadas durante a execução deverão ser imediatamente comunicadas à FISCALIZAÇÃO, acompanhadas da respectiva justificativa e, quando aplicável, de solução técnica alternativa. Nenhuma alteração na configuração, no dimensionamento ou nos componentes do SPDA poderá ser executada sem a prévia análise e validação da FISCALIZAÇÃO.

Ao término dos serviços, a CONTRATADA deverá assegurar que o SPDA esteja integralmente instalado, conectado, identificado e em condições adequadas de funcionamento, devendo ser realizadas as inspeções, verificações e ensaios previstos em Projeto e nas normas técnicas aplicáveis. A documentação referente aos serviços executados e eventuais alterações aprovadas deverá ser mantida atualizada, de modo a possibilitar a adequada operação, inspeção e manutenção do sistema ao longo de sua vida útil.

5.1. Materiais Aparentes

Os elementos aparentes integrantes do SPDA - Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, incluindo os subsistemas de captação, descidas, conexões e respectivos elementos de fixação, deverão ser instalados de forma tecnicamente adequada, assegurando elevada qualidade de execução, confiabilidade elétrica, resistência mecânica e durabilidade da instalação.

As conexões deverão ser executadas de maneira firme e segura, garantindo contato elétrico adequado e permanente entre os componentes do sistema. Deverão ser previstos meios que possibilitem a inspeção periódica, o reaperto das conexões, a realização de reparos e eventuais intervenções de manutenção ou retrofit, assegurando condições adequadas de acesso aos componentes, inclusive em locais cuja manutenção possa demandar técnicas de acesso por corda.

Os condutores e respectivos elementos de fixação deverão apresentar disposição regular, contínua e padronizada, compatível com a geometria da edificação e com os elementos construtivos adjacentes. A instalação deverá atender, no mínimo, aos seguintes critérios de acabamento e alinhamento:

- Os condutores e elementos de fixação deverão ser alinhados com as arestas, juntas, eixos ou demais referências geométricas dos elementos construtivos próximos, sempre que tecnicamente aplicável;
- Os trechos verticais deverão permanecer rigorosamente aprumados, sem desvios, ondulações ou deformações aparentes;
- Os trechos horizontais deverão permanecer devidamente nivelados, mantendo alinhamento uniforme ao longo de seu percurso;
- As mudanças de direção deverão apresentar acabamento regular, geometria uniforme e raios de curvatura compatíveis com os requisitos técnicos do sistema e com as características dos condutores empregados;
- Os elementos de fixação deverão ser instalados de maneira uniforme, garantindo adequada estabilidade mecânica dos condutores, sem provocar deformações, esforços indevidos ou comprometimento de sua integridade.

A disposição dos componentes aparentes deverá conciliar os requisitos técnicos de desempenho do SPDA com os aspectos de acabamento e integração à arquitetura da edificação, evitando instalações desalinhadas, excessivamente tensionadas ou visualmente irregulares.

A execução deverá resultar em uma instalação organizada, acessível e tecnicamente consistente, permitindo inspeções e intervenções futuras sem comprometer a continuidade elétrica, a integridade mecânica ou a eficiência do SPDA.

5.2. Materiais Embutidos

Consideram-se, para efeito deste item, os elementos do SPDA - Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas instalados ou incorporados em revestimentos de argamassa, concreto armado, lajes, alvenarias, contrapiso e demais elementos construtivos que, após a conclusão da obra, não permaneçam acessíveis à inspeção visual direta.

Embora tais componentes apresentem acesso restrito ou não permitam inspeção visual após a conclusão dos serviços, sua instalação deverá observar os mesmos critérios de qualidade, organização e

precisão geométrica estabelecidos para os elementos aparentes. Os condutores e componentes embutidos deverão ser executados de forma alinhada, aprumada e nivelada, sempre que aplicável, mantendo trajetos regulares e compatíveis com as diretrizes estabelecidas em Projeto. Esses cuidados são fundamentais para assegurar a qualidade da execução, a previsibilidade dos trajetos, a integridade dos componentes e o desempenho adequado do SPDA ao longo de sua vida útil.

É expressamente proibida a instalação de condutores ou componentes constituídos de cobre, aço revestido em cobre ou alumínio diretamente embutidos em concreto armado, especialmente em contato ou proximidade com as armaduras estruturais, salvo quando houver solução especificamente prevista em Projeto e tecnicamente compatível com os materiais envolvidos. A adoção inadequada desses materiais pode favorecer processos de corrosão e degradação das armaduras, com consequente redução de sua seção resistente, comprometimento da durabilidade dos elementos estruturais e eventual manifestação de fissuras, trincas e demais patologias no concreto.

As interligações entre os elementos embutidos do SPDA e os componentes aparentes deverão ser executadas mediante conectores e acessórios apropriados, compatíveis com os materiais envolvidos e com as condições de instalação, de modo a assegurar adequada continuidade elétrica e resistência mecânica da conexão. As conexões deverão ser posicionadas e executadas de forma a evitar a exposição indevida de ferragens, armaduras ou partes metálicas não protegidas ao ambiente, reduzindo a possibilidade de processos de corrosão e degradação decorrentes da ação da umidade e das intempéries.

Para as conexões e elementos de união instalados em condições sujeitas à umidade ou diretamente associados aos elementos construtivos, deverá ser priorizada a utilização de conectores e acessórios em aço galvanizado a fogo, ou solução tecnicamente equivalente expressamente prevista em Projeto, observando-se a compatibilidade eletroquímica entre os metais empregados e os requisitos de durabilidade do sistema.

Previamente à execução de qualquer conexão embutida, as superfícies de contato dos componentes deverão ser adequadamente preparadas, removendo-se óxidos, resíduos de obra, impurezas, revestimentos ou quaisquer materiais que possam prejudicar a interface entre os metais. As superfícies deverão permanecer limpas e em condições adequadas para assegurar a máxima área efetiva de contato, proporcionando baixa resistência elétrica, estabilidade da conexão e adequada continuidade elétrica do SPDA.

Após a execução das conexões embutidas, deverão ser observados os procedimentos de proteção e acabamento especificados em Projeto, de modo a preservar a integridade da conexão e assegurar sua durabilidade durante toda a vida útil da instalação. As conexões e trajetos executados deverão, sempre que possível, ser devidamente registrados na documentação “As Built”, permitindo sua posterior localização e subsidiando futuras inspeções, intervenções ou adequações no sistema.

5.3. Materiais Enterrados

Para os componentes do sistema de aterramento instalados diretamente em contato com o solo, deverão ser utilizados exclusivamente materiais que apresentem comprovada resistência à corrosão e adequada durabilidade em função das condições eletroquímicas do meio. Conforme critério estabelecido neste Projeto, serão admitidos apenas condutores e eletrodos constituídos em cobre ou em aço revestido com cobre por processo adequado, com espessura mínima de revestimento de 254 micra.

Não serão admitidos, sob nenhuma circunstância, condutores ou eletrodos constituídos em aço sem revestimento adequado ou em alumínio, quando destinados à instalação diretamente enterrada no solo. A especificação desses materiais deverá considerar não apenas sua capacidade de condução elétrica, mas, principalmente, seu comportamento frente aos mecanismos de corrosão eletroquímica, à natureza do solo e às condições de exposição ao longo da vida útil do sistema de aterramento.

A adoção desses critérios fundamenta-se, adicionalmente, nos resultados de estudos de corrosão subterrânea conduzidos nos Estados Unidos da América durante a primeira metade do século XX. Entre aproximadamente 1900 e 1950, foram avaliadas mais de 36.000 hastes de aterramento, constituídas por diferentes materiais e instaladas em diversos tipos de solo e regiões geográficas, com períodos de exposição de longa duração (40 anos). Os resultados demonstraram diferenças significativas quanto à resistência dos materiais aos processos corrosivos decorrentes da interação eletroquímica com o solo.

Conforme descrito na literatura técnica Underground Corrosion, de Romanoff et al. (1954), os eletrodos constituídos em cobre e aqueles em aço revestido com cobre em camada de elevada espessura (254 micra) apresentaram maior resistência aos efeitos corrosivos do solo, mantendo, de forma mais satisfatória, suas características originais ao longo do período de exposição. Em contrapartida, elementos constituídos em aço galvanizado e alumínio apresentaram processos de corrosão significativamente mais severos, com comprometimento progressivo de sua integridade.

Dessa forma, a especificação dos materiais enterrados deverá priorizar a durabilidade e a estabilidade das características elétricas e mecânicas dos componentes, evitando a utilização de materiais cuja degradação possa comprometer a continuidade elétrica, a resistência de aterramento e a confiabilidade do SPDA.

A CONTRATADA deverá, previamente à instalação, comprovar documentalmente as características e especificações dos materiais empregados, incluindo, quando aplicável, composição, tipo de revestimento, espessura nominal do revestimento e demais informações necessárias à verificação de conformidade com os requisitos estabelecidos neste Memorial e no Projeto. Não serão aceitos materiais que não atendam aos critérios mínimos aqui definidos ou cuja especificação não possa ser devidamente comprovada.

5.4. Acabamento

Todas as etapas de execução das instalações deverão ser realizadas com elevado padrão de qualidade, esmero e rigor técnico, por profissionais devidamente qualificados e capacitados para a natureza dos serviços a serem executados. A CONTRATADA será responsável pela correta execução, acabamento e integridade dos serviços, devendo observar integralmente as especificações de Projeto, deste Memorial, as Normas técnicas aplicáveis e as orientações da FISCALIZAÇÃO.

O aceite dos serviços estará condicionado à inspeção e aprovação da FISCALIZAÇÃO, que verificará, entre outros aspectos, a conformidade dos materiais e componentes empregados, a qualidade da montagem, a integridade das instalações, o acabamento e o atendimento aos critérios estabelecidos nos documentos técnicos do Empreendimento.

Será exigido elevado padrão de acabamento, devendo as instalações apresentarem aspecto limpo, organizado, uniforme e compatível com o padrão construtivo das Edificações. As conexões, fixações, condutos e demais componentes deverão apresentar adequada firmeza mecânica, sem folgas, deslocamentos, deformações ou condições que possam comprometer a segurança, a funcionalidade, a durabilidade ou a manutenção da instalação.

Todos os condutos, condutores, suportes, fixações, conexões e demais elementos aparentes deverão apresentar superfícies e eixos devidamente alinhados, nivelados e aprumados, conforme sua orientação e posição de montagem. Os elementos deverão manter trajetos regulares e acabamento uniforme, não sendo admitidos amassamentos, deformações, vincos ou quaisquer danos físicos em materiais cuja geometria original não contemple tais características.

Os elementos aparentes deverão ser instalados de forma a proporcionar adequada integração com a arquitetura e os demais sistemas da edificação, evitando-se desalinhamentos, fixações irregulares, excessos de materiais, improvisações ou quaisquer condições que caracterizem deficiência de execução ou acabamento.

Todos os materiais, componentes e elementos não embutidos instalados pela CONTRATADA deverão ser entregues completamente limpos e em perfeito estado de conservação. Não serão admitidos respingos ou manchas de tinta, marcas de pintura, resíduos de argamassa, concreto, rejunte ou outros materiais de construção, etiquetas, adesivos, fitas, películas de proteção não previstas para permanência ou quaisquer outras sujidades decorrentes das atividades de obra.

A limpeza deverá ser realizada de maneira compatível com a natureza e o acabamento de cada material, utilizando-se métodos e produtos que não provoquem riscos, manchas, corrosão, alteração superficial ou qualquer outro tipo de dano aos componentes instalados.

O simples término da montagem física dos componentes não será considerado conclusão dos serviços. A entrega somente será caracterizada após a realização de todas as etapas de instalação, ajustes, limpeza, correções e acabamento necessárias, seguida da inspeção e aprovação pela FISCALIZAÇÃO.

O descumprimento de qualquer dos requisitos de acabamento, limpeza, organização ou qualidade estabelecidos neste item implicará a não aceitação dos serviços correspondentes, sendo estes considerados inacabados até que as não conformidades sejam integralmente corrigidas pela CONTRATADA, sem ônus adicional para o CONTRATANTE.

5.5. Projeto As Built

Ao término da obra, a CONTRATADA deverá fornecer o Projeto “As Built” (Conforme Construído), contendo o registro fiel e completo das instalações efetivamente executadas, incluindo todas as modificações, adequações, ajustes, desvios de percurso, substituições de materiais e demais alterações realizadas em relação ao Projeto executivo originalmente aprovado.

A documentação “As Built” deverá representar com precisão a configuração final do SPDA - Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas e demais instalações objeto deste Memorial, permitindo sua adequada identificação, operação, inspeção, manutenção e eventual ampliação ou retrofit. Deverão ser representados, no mínimo, todos os condutores e seus respectivos trajetos, pontos de conexão, elementos de captação, descidas, componentes do sistema de aterramento, equipotencializações, caixas e pontos de inspeção, bem como os demais componentes relevantes da instalação.

Para cada elemento representado deverão ser indicadas, quando aplicável, suas características técnicas, incluindo material, tipo, seção ou dimensões, localização, percurso, método de instalação, pontos de conexão e demais informações necessárias à correta interpretação da instalação executada e à realização de futuras intervenções.

Embora a entrega do Projeto “As Built” ocorra ao final da obra, sua elaboração deverá ser conduzida de forma contínua durante toda a execução dos serviços. A CONTRATADA deverá manter procedimento sistemático de registro das alterações e adequações realizadas em campo, evitando a perda de informações entre a execução e a consolidação da documentação final.

O Responsável técnico pela execução, juntamente com os profissionais por ele formalmente designados, deverá realizar registros periódicos das condições efetivamente executadas, contemplando, no mínimo, anotações das alterações em relação ao Projeto, modificações de trajetos, substituições de componentes, posicionamento de elementos embutidos e demais informações relevantes para a elaboração da documentação final. Sempre que pertinente, deverão ser realizados registros fotográficos das etapas executivas antes do fechamento ou ocultação dos elementos, especialmente para componentes

embutidos em paredes, lajes, pisos, alvenarias, fundações e demais elementos construtivos de difícil acesso posterior.

Os registros de campo deverão ser mantidos organizados e atualizados ao longo da execução, constituindo a base documental para a consolidação do Projeto “As Built”. Eventuais alterações deverão ser registradas de forma suficientemente precisa para possibilitar sua posterior localização e identificação em campo.

Não será considerada adequada a simples reprodução, cópia ou atualização superficial do Projeto executivo originalmente emitido, prática que não atende ao objetivo da documentação “As Built”. O documento final deverá refletir efetivamente o que foi construído, incorporando todas as modificações ocorridas durante a execução e as informações necessárias à correta compreensão da instalação existente.

A documentação “As Built” somente será considerada concluída após a verificação de sua compatibilidade com a instalação executada e a aprovação da FISCALIZAÇÃO, devendo ser entregue em formato e padrão definidos nos documentos contratuais do Empreendimento.

6. DESCRITIVO DA OBRA

Neste item são apresentados e caracterizados os sistemas específicos previstos para a obra em questão, contemplando uma abordagem técnica integrada das instalações e dos respectivos critérios de concepção, dimensionamento e execução. A análise tem por finalidade complementar as informações, especificações e premissas estabelecidas nos Projetos que integram a documentação técnica do Empreendimento, proporcionando maior clareza quanto às soluções adotadas e aos requisitos aplicáveis.

Serão consideradas, de forma geral, as características construtivas e funcionais das edificações, bem como, as particularidades inerentes aos sistemas projetados, de modo a assegurar a compatibilidade entre as soluções propostas, as condições de implantação e os requisitos técnicos e normativos pertinentes.

Integra juntamente com este documento técnico, o Relatório de Gerenciamento de Riscos do Empreendimento, nos quais são apresentados os critérios, parâmetros e resultados obtidos na respectiva análise.

Conforme os resultados dos cálculos de gerenciamento de riscos, a ampliação da Escola Henrique Pedro da Silva foi classificado como Classe III, sendo esta, a classe adotada para o dimensionamento e concepção do SPDA.

Considerando as estruturas convencionais de concreto armado moldado in loco, o SPDA foi concebido de forma integrada à estrutura, utilizando REBARS (barras de armadura) como componentes naturais do sistema, abrangendo captação, descidas e aterramento.

Os REBARS serão interligados de modo a garantir a continuidade elétrica, equipotencialização e condução das correntes de descarga atmosférica, conforme os detalhes e especificações do projeto. As conexões deverão ser executadas em compatibilização com o Projeto Estrutural, preservando a integridade e o desempenho dos elementos de concreto armado.

As soluções deverão ser consideradas em conjunto com os projetos, memoriais e demais documentos do Empreendimento, sendo o SPDA dimensionado e executado exclusivamente segundo os critérios da Classe III.

6.1. Descrição do Sistema Construtivo

As Edificações da ampliação da Escola Henrique Pedro da Silva terão suas estruturas constituídas integralmente por elementos de concreto, compreendendo pilares, vigas e demais componentes estruturais, dimensionados e executados de acordo com os Projetos e especificações técnicas do Empreendimento. As ligações entre os elementos estruturais serão realizadas por sistemas de conexão e fixação previstos em projeto, garantindo a estabilidade e a adequada transferência dos esforços atuantes.

A cobertura será composta por elementos estruturais de concreto, complementados pelos componentes de sustentação e fechamento especificados em Projeto. As soluções adotadas deverão assegurar a estabilidade, resistência e compatibilidade entre os diferentes sistemas construtivos.

Ao longo do perímetro das fachadas, serão previstos elementos de proteção e acabamento compatíveis com o sistema construtivo, devidamente fixados à estrutura da edificação conforme detalhamento dos Projetos.

6.2. Subsistema de Captação

O subsistema de captação será constituído por condutor em barra chata de alumínio, instalado ao longo do perímetro superior das edificações, formando um anel de captação, associado a terminais aéreos distribuídos de acordo com o dimensionamento e a configuração estabelecidos no Projeto. Os componentes serão devidamente fixados aos elementos da estrutura, garantindo sua estabilidade e continuidade elétrica, conforme detalhamento do projeto.

O anel de captação será interligado aos respectivos condutores de descida, garantindo a continuidade elétrica do sistema. Os elementos metálicos da cobertura, quando previstos e atendidos os requisitos técnicos aplicáveis, serão interligados ao sistema de captação, podendo ser utilizados como componentes naturais do SPDA, conforme critérios estabelecidos em projeto.

6.3. Subsistema de Descidas

O subsistema de descidas será constituído, preferencialmente, pelos próprios elementos estruturais das edificações, mediante a utilização de barras de aço galvanizadas a fogo (Rebars), devidamente conectadas às armaduras longitudinais dos pilares, de modo a compor descidas naturais do SPDA. Sua utilização estará condicionada à comprovação da continuidade elétrica, à adequação das seções e à correta execução das conexões e interfaces com os demais componentes do sistema, em conformidade com os critérios estabelecidos em projeto e nas Normas técnicas aplicáveis.

As interligações entre os elementos estruturais serão realizadas por meio de inserts, grampos, conectores e demais dispositivos de conexão especificados em Projeto, assegurando a continuidade elétrica do percurso desde o subsistema de captação, incluindo suas conexões às barras chatas de alumínio da captação, até o subsistema de aterramento. Os pontos de conexão deverão ser executados de forma a garantir adequada continuidade, confiabilidade mecânica e compatibilidade entre os materiais empregados.

6.4. Subsistema de Aterramento

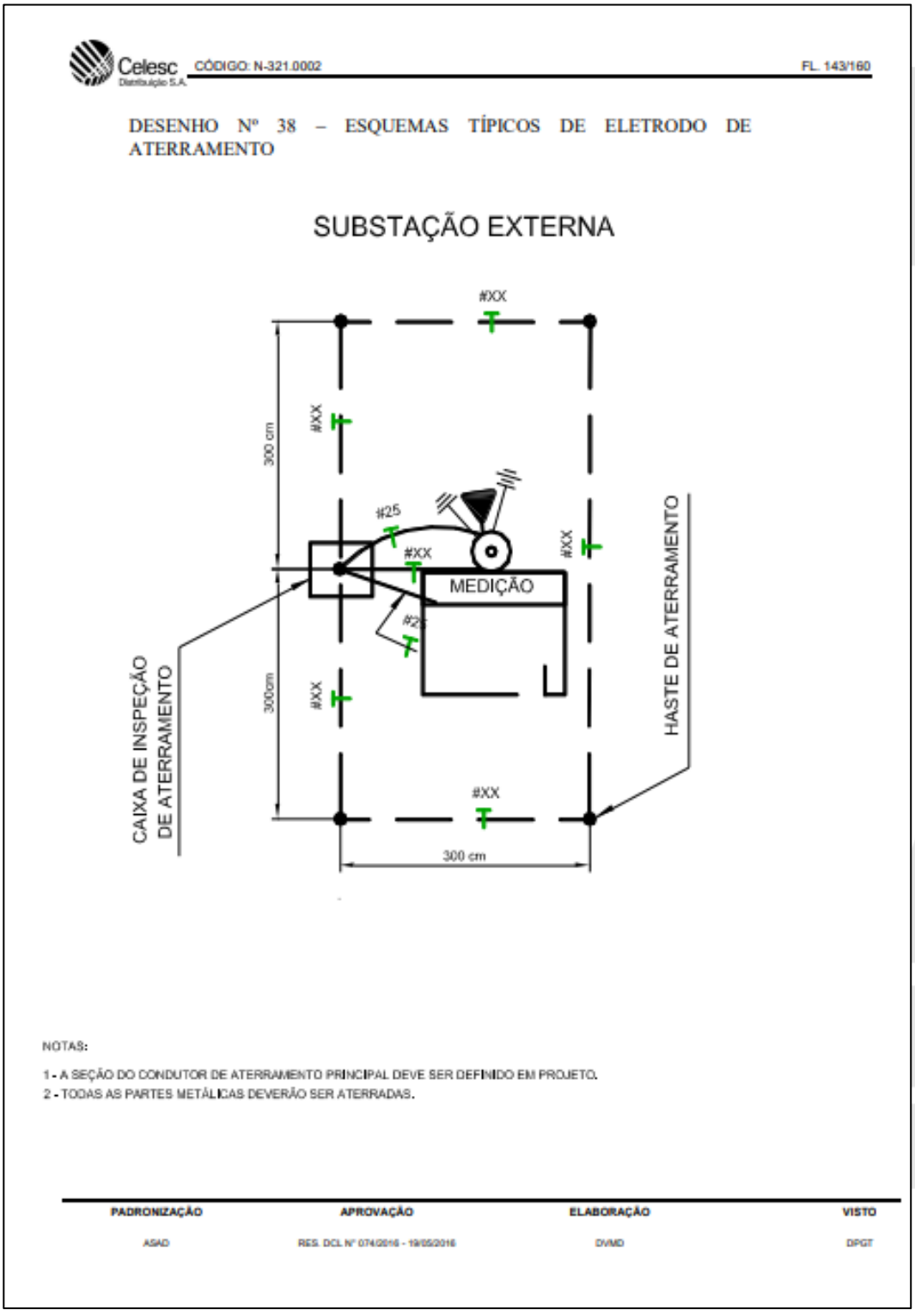
Neste Projeto, será adotado o sistema de fundações e baldrames das edificações como eletrodo natural do subsistema de aterramento do SPDA, utilizando-se as armaduras de aço das fundações e dos baldrames como elementos condutores, complementadas por barras de aço, galvanizadas a fogo (Rebars), devidamente conectadas às armaduras, de forma a assegurar as interligações, a continuidade elétrica e a integração do sistema, conforme os critérios estabelecidos em Projeto e na Norma ABNT NBR 5419:2026. Os condutores tipo Rebar serão empregados nos pontos e trechos indicados em Projeto, inclusive nas interligações entre as armaduras, nas conexões com as descidas naturais e nos demais elementos do sistema de aterramento, conforme detalhamento e especificações técnicas.

O subsistema de aterramento do SPDA será interligado ao sistema de equipotencialização das Edificações, por meio de conexão ao Barramento de Equipotencialização Principal (BEP), promovendo a integração entre o SPDA, o sistema de aterramento das instalações elétricas e os demais elementos condutivos relevantes das Edificações. Serão consideradas, conforme aplicabilidade e detalhamento de Projeto, as interligações com estruturas e tubulações metálicas, guarda-corpos, gradis, massas e demais elementos condutivos acessíveis ou suscetíveis à introdução de potenciais perigosos.

A solução contemplará as fundações e os baldrames de todas as edificações abrangidas pelo Projeto, suas interligações, os condutores de aço tipo Rebar, as descidas naturais e as conexões ao BEP de cada Edificação, assegurando a continuidade elétrica, a equipotencialização e a integração dos sistemas de aterramento, de modo a proporcionar as condições necessárias ao adequado desempenho e à segurança do SPDA e das instalações associadas.

Para a Subestação de entrada de energia elétrica (Medição em MT – Média tensão) e Subestação Externa (Transformador em Poste), o eletrodo de aterramento será executado conforme Padrão CELESC,

Página 143/160 da Norma Técnica N-321.0002 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição, Desenho Nº 38 – Esquemas Típicos de Eletrodo de Aterramento.



Celesc Distribuição S.A. CÓDIGO: N-321.0002 FL. 143/160

DESENHO Nº 38 – ESQUEMAS TÍPICOS DE ELETRODO DE ATERRAMENTO

SUBSTAÇÃO EXTERNA

NOTAS:

1 - A SEÇÃO DO CONDUTOR DE ATERRAMENTO PRINCIPAL DEVE SER DEFINIDO EM PROJETO.
2 - TODAS AS PARTES METÁLICAS DEVERÃO SER ATERRADAS.

PADRONIZAÇÃO	APROVAÇÃO	ELABORAÇÃO	VISTO
ASAD	RES. DCL Nº 074/2016 - 19/05/2016	DVMD	DPGT

6.5. Equipotencialização e Proteção Contra Surtos

Deverá ser realizada a equipotencialização de todas as massas e partes metálicas acessíveis com possibilidade de contato por pessoas em toda a edificação. Nas pranchas serão apresentados os detalhes construtivos, com indicação dos métodos de instalação e especificação dos materiais aplicáveis a cada situação.

No QGBT - Quadro Geral de Baixa Tensão deverão ser instalados DPS Classe I, constituindo a primeira etapa de proteção contra surtos conduzidos nas instalações de baixa tensão que adentram a edificação. Nos Quadros Gerais - QGs instalados no interior das edificações deverão ser utilizados DPS Classe II, conforme os critérios de coordenação e proteção estabelecidos em Projeto.

Deverá ser instalado BEP - Barramento de Equipotencialização Principal nas proximidades do QGBT, ao qual deverão ser interligados o sistema de aterramento geral e o eletrodo de aterramento, estabelecendo a equipotencialização da respectiva Edificação.

Na entrada de telefonia ou de cabos metálicos destinados a sinais deverá ser previsto um TAT (Terminal de Aterramento de Telefonia), interligado ao BEP mais próximo. Quando houver cabeamento metálico blindado, sua blindagem deverá ser conectada ao respectivo TAT.

Deverão ser previstos, adicionalmente, DPS Classe II específicos para linhas de sinais nos cabos metálicos provenientes das operadoras de telecomunicações, destinados à proteção contra surtos conduzidos para o interior das Edificações.

7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Os materiais especificados devem ser utilizados seguindo as indicações em legenda de cada prancha além de estarem adequados ao uso pretendido.

Exemplo: Eletrodutos em aço galvanizado eletrolítico em áreas externas não serão aceitos devido ao enferrujamento e corrosão precoce. Portanto será considerado adequado o uso de eletrodutos galvanizados a fogo.

7.1. Fixações

- Bucha em nylon para tijolo oco, no tamanho mínimo das dimensões Ø6mm, Ø8mm, Ø10mm e Ø12mm, para fixação das abraçadeiras, quadros e etc; Referência: MITTO, FISCHER, CISER, ANCORA ou similar técnico de melhor qualidade;

- Chumbador tipo parabolt; Usados em concreto, para a fixação de todas as infraestruturas, materiais e equipamentos pesados. Referência: MITTO, FISCHER, CISER, ANCORA ou similar técnico de melhor qualidade;
- Parafusos, porcas e arruelas deverão ser de aço baixo carbono zincados para aplicação comum e em inox para locais com umidade devendo ser conforme o tipo de emprego, bitola e tipo de rosca, conforme aplicação; Referência: MITTO, CISER, ANCORA ou similar técnico de melhor qualidade;

7.2. Quadro de Equipotencialização

- Quadro de equipotencialização com barramento “BEP” de 9 terminais, 380x320x175mm, em aço com pintura epóxi, flange inferior, com placa para fixação de DPS, vedação na porta e cordoalha de aterramento na porta, para uso externo. Instalar fecho triângulo na porta; Termotécnica TEL 903 ou similar técnico de melhor qualidade.

7.3. Condutores, Terminais, Conectores e Acessórios

- Cabo de cobre nu, têmpera mole, classe de encordoamento 2 (7 fios), conforme norma ABNT NBR 5419:2026; Utilizado nas instalações diretamente enterradas ou em descidas e captação aparentes;
- Terminal tubular à compressão - um furo e duas compressões, em cobre eletrolítico para cabo de cobre #16, #25, #50, #70, #95mm²; Referência CONIMEL ou similar técnico de melhor qualidade;
- Fixador universal estanhado para cabos de #16, #25, #50mm²; Referência CONIMEL ou similar técnico de melhor qualidade;
- Cordoalha flexível #3/4”x300mm; Referência MONTAL ou similar técnico de melhor qualidade;
- Fita perfurada, em latão niquelado para uso externo, 20x1,2mm com furos de Ø7mm. Fornecida em rolo de 3m; Usada para aterramento de tubulações e estruturas metálicas similares. Referência TERMOTÉCNICA, MONTAL ou similar técnico de melhor qualidade;
- Tela em inox, largura de 242mm e espessura de 1,5mm, fornecida em m; Referência TERMOTÉCNICA, MONTAL ou similar técnico de melhor qualidade;
- Fita subterrânea para aterramento de advertência, indicando “Cabo de aterramento“; TERMOTÉCNICA TEL 5530 ou similar técnico de melhor qualidade;
- Suporte colável em alumínio/inox, com tela em inox, parafuso e porca de Ø1/4", instalado em superfícies metálicas e colado através de adesivo poliuretanico ou epóxi; Referência TERMOTÉCNICA ADERICONE TEL-755 ou similar de melhor qualidade;

- Adesivo monocomponente a base de poliuretano para superfícies lisas, polidas ou metálicas (bisnaga); Para colar ADERICONE. Rendimento aproximado de 20 fixações/bisnaga. Referência TERMOTÉCNICA TEL-5907 ou similar de melhor qualidade;
- Adesivo epóxi de alta viscosidade para superfícies porosas ou cimentícias (embalagem 1kg); Para colar ADERICONE e ADERIDISCO. Rendimento aproximado de 40 fixações/kg. Referência TERMOTÉCNICA TEL-5904 ou similar de melhor qualidade;
- Serviços de soldagem (solda exotérmica), utilizando Moldes, Cartuchos, Alicates, Ignitores, Escovas, Discos, Luvas para cravar Hastes, Limpadores de Moldes e demais acessórios; Serviço necessário para ligação de cabos, hastes e barras. As soldas deverão ser realizadas sempre dentro de caixas subterrâneas de inspeção do aterramento ou similares e devem ficar expostas e visíveis à inspeção. A inspeção consiste em visualização da soldagem e teste de impacto. Não será aceita a utilização moldes de seções diferentes das seções dos cabos. Tipos de soldas realizadas: Haste com cabo passante e derivação em T no topo; Haste com cabos passante e derivação no topo; Haste com cabo passante no topo; Haste com cabo derivando do topo (em joelho); Haste com cabos paralelos sobrepostos passante no topo da haste; Haste com cabos em X no topo (cabos cortados).

7.4. Caixa Subterrânea de Inspeção do Aterramento e Acessórios

- Caixa de inspeção do aterramento, diâmetro de 300mm, profundidade de 300mm com tampa em ferro fundido aba larga ou reforçada, com haste e conector de medição; A tampa deve conter a inscrição “ATERRAMENTO”. Utilizada em locais com acesso à veículos. No seu interior deverá ser instalado haste de aterramento e conector de medição. Referência TERMOTÉCNICA modelos TEL 505 com (506 ou 536) ou similar técnico de melhor qualidade;
- Haste de aterramento, alta camada de cobre (254 microns) 5/8"x3,0m; deverá ser conectada ao cabo de aterramento através de solda exotérmica ou quando especificado através de conector específico;
- Conector de medição estanhado para cabo de cobre 50mm², com 4 parafusos de fixação; Instalado no interior das caixas subterrâneas de inspeção do aterramento, para futuras medições do aterramento. Referência TERMOTÉCNICA TEL 565 ou similar técnico de melhor qualidade.

7.5. SPDA Externo

- Barra chata de alumínio 70mm²x3m – 7/8"x1/8"x3m - com furos oblongos de 7mm e acessórios; Referência TERMOTÉCNICA, MONTAL ou similar técnico de melhor qualidade;

- Acessórios que acompanham barras chatas de alumínio deverão ser fornecidos pelo mesmo fabricante das barras de alumínio, para garantir a compatibilidade técnica e padrão. Referência TERMOTÉCNICA, MONTAL ou similar técnico de melhor qualidade;
- Cabo de cobre nú, 7 fios, 50mm²; Referência INTELLI ou similar técnico de melhor qualidade;
- Cabo de aço galvanizado a fogo nu, 7 fios, 70mm²; Referência INTELLI ou similar técnico de melhor qualidade;
- Conector de compressão fechado, estanhado, tipo sapata, com 2 parafusos, para cabo de cobre 50 mm²; Referência TERMOTÉCNICA ou similar técnico de melhor qualidade;
- Poliuretano flexível, para vedação dos furos; TERMOTÉCNICA ou similar técnico de melhor qualidade;
- Pasta anti-óxido, para tratamento das conexões existentes; TERMOTÉCNICA ou similar técnico de melhor qualidade.

7.6. SPDA Estrutural

- Vergalhão redondo em aço galvanizado a fogo para SPDA Estrutural (rebar). Ref.: Termotécnica Rebar;
- Clips U galvanizado a fogo para vergalhão redondo em SPDA Estrutural. Ref.: Termotécnica TEL-5238;
- Conector em aço galvanizado para SPDA estrutural com parafuso fendido M12 (Aterrinsert). Ref.: Termotécnica TEL-630;
- Emenda L em aço galvanizado a fogo para conexão em rebar. Ref.: Termotécnica TEL-767.

7.7. Dispositivo de Proteção Contra Surtos - DPS

- DPS para proteção de linhas de sinal, Classe III, Up <1,5kV, para aplicação em linhas de telecomunicações. Marca de referência: Clamper Série 700 ou equivalente técnico;
- DPS para conexão plug-in, classe II up<1,5kv, (220/380V); Dispositivo de Proteção contra Surtos de Sobretensões – DPS, sua ligação deve incluir todas as fases do quadro, além do neutro (3F+N) e compatível com sistema de aterramento TT ou TN-S. O DPS instalado deve suportar pulsos de característica de onda de 8/20us, classe II de 8kA, (Un) 230/400Vac - 50/60 Hz, Nível de Proteção de Tensão (Up): ≤ 1,4 kV. O DPS deve ser fabricado seguindo as recomendações da norma ABNT NBR 5410 e ABNT NBR IEC 61643-1. A construção poderá ser em 4 módulos e com dispositivo para plugar os módulos de proteção. Esquema de Ligação do DPS considerando um sistema de aterramento TN-S. Marca de referência: Schneider Electric ou equivalente técnico;

- DPS para conexão plug-in, classe I up<1,5kv, (220/380V); Dispositivo de Proteção contra Surtos de Sobretensões – DPS, sua ligação deve incluir todas as fases do quadro, além do neutro (3F+N) e compatível com sistema de aterramento TT ou TN-S. O DPS instalado deve suportar pulsos de característica de onda 10/350us, classes I de 50kA, (Un) 230/400Vac - 50/60 Hz, Nível de Proteção de Tensão (Up): ≤ 1,4 kV. O DPS deve ser fabricado seguindo as recomendações da norma ABNT NBR 5410 e ABNT NBR IEC 61643-1. A construção poderá ser em 4 módulos e com dispositivo para plugar os módulos de proteção. Esquema de Ligação do DPS considerando um sistema de aterramento TN-S. Marca de referência: Schneider Electric ou equivalente técnico.

8. SEGURANÇA DO TRABALHO

8.1. Trabalhos em Altura

Para a realização de trabalhos em altura, os profissionais envolvidos devem possuir treinamento adequado para tal trabalho, com conhecimento da Norma Regulamentadora Nº 35 – Trabalho em Altura do Ministério do Trabalho e Emprego.

8.2. Trabalhos com Eletricidade

Trabalhos realizados em sistemas que direta ou indiretamente estão relacionados à eletricidade, devem ser executados por profissionais com treinamento e conhecimento da Norma Regulamentadora Nº 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade do Ministério do Trabalho e Emprego, sendo estes qualificados e capacitados conforme definido por esta norma e supervisionados por profissional habilitado, engenheiro eletricista responsável pela execução do serviço. Todos os profissionais devem ser autorizados pela empresa contratada.

Quando a instalação estiver energizada deve-se certificar se os circuitos desenergizados estão devidamente bloqueados, sinalizados e aterrados temporariamente quando for o caso, para minimizar o risco de acidentes.

Em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante as técnicas de análise de risco, de forma a garantir a segurança e saúde do trabalhador.

8.3. Segurança em Trabalhos em Espaço Confinado

Trabalhos realizados em locais definidos como espaços confinados devem ser realizados por profissionais com treinamento para cumprir com procedimentos de trabalho que cumpram com a Norma

Regulamentadora Nº 33 – Segurança e Saúde no Trabalho em espaços Confinados do Ministério do Trabalho e Emprego.

8.4. Equipamentos de Proteção

Deve haver rigor quanto ao uso de equipamentos de proteção individual (EPI) ou coletivo (EPC) e a elaboração/execução de procedimentos de trabalho, devendo quando possível e necessário, ser realizada Análise Preliminar de Risco (APR) pelo Engenheiro ou Técnico de Segurança responsável pela segurança da obra, evitando assim acidentes e incidentes de qualquer natureza e gravidade.

9. ASSINATURAS

9.1. Assinatura Responsável Técnico

RAFAEL NAGI CRUZ GERGES:00622342932

Digitally signed by RAFAEL NAGI CRUZ GERGES:00622342932
Date: 2026.11.11 17:35:59 -03'00'

Eng.º RAFAEL NAGI CRUZ GERGES

CREA-SC: 123.734-3

9.2. Assinatura Proprietário

PREFEITURA MUNICIPAL DE GOVERNADOR CELSO RAMOS

CNPJ: 82.892.373/0001-89