MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO DE SPDA PARA O ESPETÁCULO DE VIDEO MAPPING NO SÍTIO ARQUEOLÓGICO DE SÃO MIGUEL ARCANJO, PATRIMÔNIO CULTURAL DA HUMANIDADE, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DAS MISSÕES/RS.

Proponente:	**MUNICIPIO DE SÃO MIGUEL DAS MISSÕES** **SECRETARIA MUNICIPAL DE TURISMO**
Empreendimento:	**Espetáculo de Projeção Mapeada**
Cidade:	**São Miguel das Missões /RS**

Empresa Contratada:

BTS CONSTRUÇÕES LTDA

Responsável Técnico
Eng. Eletric. Sidnei da Silva Guerra
RNP1413772994
CREA 18528-0-D/MG

SUMÁRIO

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS
1.1 Local da obra
1.2 Obrigações da contratada
1.3 Mateirias e Mão de obra
1.4 Instalação obra
1.5 Considerações gerais
1.6 Composição do projeto
2.0 Serviços Preliminares
3.0 Instalações de SPDA
4.0 Limpeza Final
5.0 Considerações Finais

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente memorial tem a finalidade de descrever detalhadamente o SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOFÉRICAS, materiais e serviços que irão compor as obras das instalações de SPDA para um UM PROJETO TÉCNICO ESTRUTURADO DE PROJEÇÃO MAPEADA para a fachada da Igreja de /são Miguel, localizada no sítio arqueológico homônimo e tombado pelo IPHAN, com uma área aproximada de de 90.557,62 m², tendo como critérios as orientações e especificações do Projeto de Vídeo e Som 10.02.26 V1, fornecido pela proponente.

As especificações de materiais e serviços, soluções técnicas adotadas, bem como suas justificativas, são necessárias ao pleno entendimento do projeto e complementando as informações contidas nos desenhos.

Eventuais dúvidas de interpretação deverão ser discernidas, antes da apresentação da proposta de execução da obra, com o departamento técnico da Prefeitura. A apresentação da proposta implica na aceitação indubitável do projeto executivo. Uma vez aceita a proposta, a contratação da obra e dos serviços deverá ser feita em conformidade com a lei de licitações (Lei 8.666/93) e suas atualizações.

1.1 Local da Obra

- ✓ Sitio Arqueológico de São Miguel das Missões
- ✓ Municipio de São Miguel das Missões – RS

1.2 Obrigações da Contratada

✓ Obedecer às normas e leis de higiene e segurança do trabalho;
✓ Corrigir, às suas custas, quaisquer vícios ou defeitos ocorridos na execução da obra (objeto do contrato), responsabilizando-se por quaisquer danos causados a Prefeitura e/ou terceiros, decorrentes de sua negligencia, imperícia ou omissão;
✓ Após a conclusão de cada etapa de execução, deverá ser solicitada a fiscalização para a liberação dos serviços da etapa seguinte;
✓ Manter limpo o local da obra, o terreno deverá estar livre de detritos, cabendo ao empreiteiro providenciar a retirada do entulho que se acumular no local de trabalho durante o andamento da obra;
✓ Providenciar a colocação de placas de obra, placas de sinalização, conforme orientação do departamento técnico da Prefeitura Municipal de São Miguel das Missões-RS;
✓ Fazer o recolhimento da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART de Execução);
✓ Apresentar, ao final da obra, a documentação prevista no contrato de empreitada global;
✓ A empreiteira tomará todas as precauções e cuidados para garantir inteiramente a estabilidade de prédios vizinhos, canalizações e redes que possam ser atingidos, propriedades de terceiros, quer sejam estas entidades públicas ou privadas, garantindo ainda, a segurança de operários e transeuntes durante todo tempo de duração da obra;
✓ A guarda e vigilância dos materiais e equipamentos, necessários à execução da obra de propriedade da Prefeitura, serão de total responsabilidade da empreiteira;
✓ Poderá a empreiteira, para executar os serviços, determinar os turnos de trabalho que julgar necessários, observada a legislação trabalhista vigente, e liberação da fiscalização;
✓ A empreiteira deverá providenciar, em tempo hábil, todos os meios para que a construção, depois de iniciada, não sofra interrupção até a sua conclusão, salvo os embargos justificados e legalmente previstos;
✓ A empreiteira deverá manter o canteiro de obras limpo e organizado, bem como manter em bom estado, a placa de identificação da obra durante todo o período de execução até a última medição (conclusão da obra);
✓ O descarte do material de refugo deverá ser feito em local adequado conforme as normas ambientais;
✓ Deverá ser mantido no escritório da obra um jogo completo de cópias atualizadas dos projetos, especificações, orçamentos, cronogramas e demais elementos que interessam aos serviços.

1.3 Materiais e Mão-de-Obra

As normas aprovadas ou recomendadas, as especificações, os métodos, os ensaios e os padrões da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) referentes aos materiais já normatizados, mão-de-obra e execução de serviços especificados serão rigorosamente exigidas.

Os autores do projeto se reservam o direito de recusar materiais que se apresentem em desconformidade com as normas, com as especificações do

Projeto e deste Memorial Descritivo ou venham a comprometer o desempenho da obra.

Em caso de dúvidas sobre a qualidade dos materiais, o fiscal de obra poderá exigir análise em instituto oficial, correndo as despesas por conta da Empreiteira.

Eventuais alterações de materiais e/ou serviços propostos pela empreiteira deverão ser previamente apreciadas pelo fiscal da obra da Prefeitura e do projeto, que poderão exigir informações complementares, testes ou análise para embasar parecer técnico final à sugestão alternativa.

As alterações do projeto, das especificações, ou serviços não previstos neste Memorial Descritivo, só poderão ser aprovadas obedecendo às disposições contidas na Lei de Licitações no seu Art. 65.

Os serviços não previstos neste Memorial Descritivo constituirão casos especiais, só podendo constar dos projetos mediante apresentação de Memorial Justificativo comprovando:

✓ Ser o seu uso absolutamente necessário aos fins a que se destina a obra ou serviço, não se caracterizando como supérfluo;

✓ Ser o seu custo compatível com a finalidade da obra ou serviço.

Os serviços que constituírem casos especiais ou processos construtivos não convencionais deverão ser apresentados pela empreiteira em projetos, com as devidas especificações completas e detalhadas de sua execução, para análise e aprovação junto ao fiscal da obra, da Prefeitura Municipal.

Uma vez aprovadas as alterações com os respectivos Memoriais Justificativos, deverão ser compatibilizadas as alterações no orçamento geral da obra.

Poderá a empreiteira, para executar os serviços, determinar os turnos de trabalho que julgar necessários, observada a legislação trabalhista vigente e mediante prévia aprovação da fiscalização da prefeitura de São Miguel das Missões.

1.4 Instalação da Obra

Ficarão a cargo exclusivo da empreiteira, todas as providências e despesas correspondentes às instalações provisórias da obra, compreendendo o aparelhamento, mão-de-obra, maquinário e ferramentas necessárias à execução dos serviços provisórios tais como, cercas, tapumes, instalação de água, etc.

Serão instaladas, em local visível, as placas da obra com dimensões 4,00 x 2,00m em chapa galvanizada, em conformidade com as exigências do órgão supervisor.

1.5 Considerações Gerais

A empreiteira deverá proceder à locação da obra rigorosamente dentro das indicações contidas no projeto executivo.

A empreiteira não poderá, sob pretexto algum, argumentar desconhecimento das condições físicas do terreno, obrigando a executar todos os serviços que, embora não descritos neste Memorial Descritivo, sejam necessários à execução da obra, pois o profissional responsável pela empresa executora deverá efetuar a visita técnica e atestar o reconhecimento do local.

1.6 Composição do Projeto

Todos os projetos foram desenvolvidos a partir de levantamentos

realizados no local da obra e documentos disponibilizados pela Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de São Miguel das Missões – RS, entregues ao Município, em mídia digital editável juntamente com sua ART quitada.

1.6.1 Dados Fornecidos pelo Município

a) Implantação elétrica refletores existentes;

b) Croqui dos contêineres;

c) Projeto do Espetáculo de Video Mapping ;

1.6.2 Projeto Elétrico elaborado:

a) Proj. BTS-LT1008-26 - Des. 01/01 – Implantação elétrica

2. SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS

2.1 Serviços Técnicos

Realizada visita técnica para levantamento de todas as estruturas existentes, bem como o sistema de fornecimento de energia elétrica. Sendo verificado a viabilidade da execução do sistema de energia elétrica.

Foi verificado no local a rede de distribuição em Baixa Tensão da concessionária e informado em projeto .

Levantadas todas as necessidades, caminhamentos existentes, caixas de passagem e métodos de instalação que deverão se seguidos.

2.2 Canteiro de Obra e Instalações Provisórias

A obra deverá ter todas as instalações provisórias necessárias ao seu bom funcionamento, tais como: escritório, sanitários, água, energia elétrica, central de formas, almoxarifado para depósito de materiais, etc, compatíveis com a obra a ser executada e com a mobilização máxima previstas de pessoal, em condições higiênicas adequadas. Obedecer às normas da ABNT, NBR-12284 - Áreas de Vivência dos Canteiros de Obras - Procedimento, e demais pertinentes.

O abrigo e instalações sanitárias não devem ser construídos apoiando-se no muro ou em paredes de outras edificações e não poderá causar a elas qualquer tipo de dano.

O fiscal da obra, irá apresentar o melhor local para instalação do canteiro de obras.

A placa de obra será confeccionada e afixada em local frontal à obra e em posição de destaque, obrigatoriamente pelo executor da obra, contendo todos os dados dos responsáveis técnicos a obra, tanto “executores” quanto “projetistas” de acordo com as determinações da Resolução n° 250, de 16.12.77, do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia - CONFEA que regula o tipo e uso de placas de identificação de exercício profissional em obras, instalações e serviços de Engenharia e Agronomia, e do Conselho de Arquitetura e Urbanismo – CAU.

2.3 Máquinas e Ferramentas

Toda e qualquer ferramenta e maquina a ser utilizada na obra será fornecida pela CONTRATADA e com relação a utilização das mesmas, para que seja garantida à segurança do trabalho, deverão ser obedecidas todas as recomendações contidas na NR-18, prestando-se maior vigília em relação a proteção das partes móveis dos equipamentos, precaução quanto o abandono

inadequado de ferramentas manuais pelo canteiro de obras (evitar que sejam deixadas sobre passagens, escadas, andaimes e superfícies de trabalho), bem como em relação a dispositivos elétricos atentando-se a proibição de ligação de mais de uma ferramenta elétrica na mesma tomada corrente. As ferramentas devem ser apropriadas ao uso a que são destinadas, sendo proibido o emprego de objetos defeituosos, danificados e improvisados.

2.4 Limpeza Permanente da Obra

As áreas de trabalho e todo o canteiro deverão ser mantidos em ordem, limpos e desimpedidos durante todo o período da obra. Compreendem os serviços de limpeza e a remoção de entulhos, de forma a deixar livre o terreno para os trabalhos da obra.

2.5 Dispositivos de Proteção e Segurança

Serão de uso obrigatório os equipamentos relacionados no quadro a seguir, obedecido ao disposto nas Normas Regulamentadoras NR-6 - Equipamento de Proteção Individual - EPI e NR-1 - Disposições Gerais. Caberá à CONTRATADA manter vigilância das instalações provisórias de energia elétrica, a fim de evitar acidentes e curtos-circuitos que possam provocar danos físicos às pessoas ou que venham prejudicar o andamento normal dos trabalhos.

Serão colocados pela CONTRATADA extintores de incêndio em quantidade e localização, conforme norma regulamentadora do Ministério do Trabalho NR-23, para proteção das instalações da obra.

Tabela 2: Dispositivos de proteção e segurança

PROTEÇÃO	EQUIPAMENTO	TIPO DE RISCO
CABEÇA	Capacete especial	Equipamentos ou circuitos elétricos;
CABEÇA	Capacete de segurança	Queda ou projeção de objetos, impactos contra estruturas e outros;
CABEÇA	Protetor facial	Projeção de fragmentos, respingos de líquidos e radiações nocivas;
CABEÇA	Óculos de segurança contra impacto	Ferimentos nos olhos;
CABEÇA	Óculos de segurança contra respingos	Irritação nos olhos e lesões decorrentes da ação de líquidos agressivos;
MÃOS E BRAÇOS	Luvas e mangas de proteção (couro, lona plastificada, borracha ou neoprene)	Contato com substâncias corrosivas ou tóxicas, materiais abrasivos ou cortantes, equipamentos energizados, materiais aquecidos ou radiações perigosas;
PÉS E PERNAS	Botas de borracha (PVC)	Locais molhados, lamacentos ou em presença de substâncias tóxicas;
PÉS E PERNAS	Calçados de couro	Lesão do pé;
INTEGRAL	Cinto de segurança	Queda com diferença de nível;
AUDITIVA	Protetores auriculares	Nível de ruído superior ao estabelecido na NR-5 – Atividades e Operações Insalubres;
RESPIRATÓRIA	Respirador contra poeira	Trabalhos com produção de poeira;

RESPIRATÓRIA	Máscara para jato de areia	Trabalhos de limpeza por abrasão através de jatos de areia;
RESPIRATÓRIA	Respirador e máscara de filtro químico	Poluentes atmosféricos em concentrações prejudiciais à saúde;
TRONCO	Avental de raspa	Trabalhos de soldagem e corte a quente e de dobragem e armação de ferros;

3. SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

3.1– EMBASAMENTO LEGAL:

Projeo elaborado de acordo com as normas técnicas vigentes:

- NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR-5419 – Revisão 2026 – Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas;
- NR 10 – Norma Regulamentar de Instalações e Serviços em Eletricidade;
- Decreto Estadual nº 46076/2001 – Instruções Técnicas – Corpo de Bombeiros;
- IEC 61024-1-2
- Norma Inglesa BS 6651;
- Norma Européia – IEC (baseada na proposta do WG-1 do CT 81);
- NBR 14039 – Instalações Elétricas em Alta Tensão.

3.2– CONDIÇÕES GERAIS:

SPDA: O fenômeno das descargas atmosféricas é atualmente aleatório (estatístico). Sabe-se da teoria e de diversas pesquisas realizadas que não há uma proteção 100% segura.
A NBR5419:2026 fixa as condições de projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), para proteger as edificações e estruturas industriais/administrativas, contra a incidência direta dos raios. A proteção se aplica também contra a incidência direta dos raios sobre os equipamentos e pessoas que se encontrem no interior destas edificações e estruturas ou no interior da proteção imposta pelo SPDA instalado.
As prescrições da NBR5419 não garantem a proteção de pessoas e equipamentos elétricos ou eletrônicos situados no interior das zonas protegidas contra os efeitos indiretos causados pelos raios, tais como: parada cardíaca, centelhamento, interferências em equipamentos ou suas componentes causadas por transferências de potencial devidas a indução eletromagnética.
A NBR5419 não contempla a proteção de equipamentos elétricos e eletrônicos contra interferências eletromagnéticas causadas pelas descargas atmosféricas e a aplicação desta Norma não dispensa a observância dos regulamentos de órgãos públicos aos quais a instalação deva satisfazer.

A proteção de edificações contra descargas atmosféricas depende do projeto, da intensidade da energia dos raios (corrente e tensão) e da localidade do edifício. Também é importante lembrar que um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) não impede a ocorrência de raios.
A necessidade de proteger uma dada edificação contra descargas atmosféricas ou é uma exigência legal ou uma consequência da experiência dos proprietários que desejam evitar a destruição total ou parcial de sua propriedade ou ditos bens nela contido.
No Brasil é uma exigência legal fixada pela ABNT NBR 5419:2026 e pelos códigos de obra municipais.
Devem ser analisados os seguintes aspectos:

- A área de atração da estrutura;
- O tipo de ocupação;

- O tipo de estrutura;
- O conteúdo;
- A localização;
- O número de pessoas;
- A topografia da região;
- As vizinhanças;
- A densidade de raios da região.

3.3 - SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS:
O nível de proteção utilziado nesse projeto foi dimensionado de acordo com a análise de risco elaborada para as instalações existentes de acordo com a norma NBR-5419/2026.
De acordo com análise de risco o nivel utilizado será - Nível IV.

O Nível de Proteção IV (NP IV) abrange o escopo de estruturas e edificações que apresentam o menor risco inerente em caso de uma descarga atmosférica.

Análise de Risco (Parte 2 da NBR 5419) comprova que uma eventual falha do SPDA não causará grandes perdas de vidas, paralisação de serviços públicos essenciais ou danos econômicos inaceitáveis.

1. Tipos de Estruturas Abrangidas

- **Locais com baixa ocupação:** Estruturas onde a presença humana é esporádica e o pânico não é um fator de risco em caso de incêndio.

2. Parâmetros da Corrente do Raio
O NP IV é projetado para suportar e captar descargas atmosféricas dentro de uma janela específica de intensidade. Ele abrange:

- **Corrente Máxima (Capacidade térmica e mecânica):** O sistema é dimensionado para suportar raios com picos de até **100 kA** (kiloamperes) sem derreter os condutores ou romper as fixações.
- **Corrente Mínima (Eficiência de captação):** O sistema garante a captação de raios com corrente de pico a partir de **16 kA**. Raios com intensidade menor que 16 kA têm "força" suficiente para furar a proteção (passar direto pelo captor) e atingir a estrutura, mas como a energia deles é muito baixa, o dano esperado é considerado tolerável para esse nível.

Deve ser lembrado que um SPDA não impede a ocorrência das descargas atmosféricas.

Item 4.2 (da NBR 5419-REV 08/2026):

Um SPDA projetado e instalado conforme esta Norma não pode assegurar a proteção absoluta de uma estrutura, de pessoas e bens. Entretanto, a aplicação desta Norma reduz de forma significativa os riscos de danos devido às descargas atmosféricas.

Nesse projeto foi elaborado ANÁLISE DE RISCO, considerando apenas a cobertura dos contêineres, para o qual foi elaborado um projeto de NP-IV.
O uso das arquibancadas em dia de chuva para apresentação de espetáculos, torna-se ato de risco INACEITÁVEL.

JUSTIFICATIVA:
A ABNT NBR 5419/2026 (que trata de descargas atmosféricas) é muito rigorosa quando o assunto envolve agrupamento de pessoas ao ar livre. Embora seja uma norma técnica e não uma lei penal, ela estabelece diretrizes que tornam a permanência do público nessas áreas **tecnicamente**

insegura e indefensável em caso de acidentes.
O que a norma orienta nesse cenário:
A NBR 5419 deixa claro que nenhum SPDA convencional é capaz de proteger pessoas em áreas abertas (como arquibancadas descobertas, campos de futebol, praias ou piscinas).
Mesmo que existam mastros ou cabos esticados sobre a arquibancada, esses elementos protegem apenas contra a descarga direta. O grande perigo em arquibancadas é a corrente se espalhando pelo solo ou pela estrutura (arquibancadas metálicas ou de concreto armado úmido).
A norma alerta que é impossível eliminar o risco de tensões de passo (corrente passando pelas pernas da pessoa) e tensões de toque (corrente passando quando a pessoa encosta na estrutura) em áreas abertas.

A ABNT é um órgão de normalização técnica, portanto, o texto da norma não usa termos jurídicos como "é vedado" ou "é proibido o evento". No entanto, a Parte 2 da Norma (Gerenciamento de Risco) **classifica o risco de perda de vidas humanas nessas condições como inaceitável**.
Na prática, isso significa que:

- Se o evento continuar sob trovoadas e houver um acidente, os responsáveis técnicos (engenheiros do evento) e os organizadores responderão civil e criminalmente por negligência, pois ignoraram o risco inaceitável calculado pela norma.
- A exigência técnica da norma obriga que o plano de contingência do evento determine a paralisação imediata das atividades.

A orientação normativa é a evacuação preventiva.
A NBR 5419 estipula que a única medida de proteção eficaz para o público em áreas abertas é a retirada das pessoas antes que a tempestade atinja o local.
Para que uma arquibancada ou estádio aberto esteja em conformidade com o Gerenciamento de Risco da NBR 5419, o projeto deve prever:

- Sistemas de Aviso de Tempestades: Equipamentos (como sensores de campo elétrico e rastreamento meteorológico) que detectam a aproximação de nuvens carregadas com antecedência de 20 a 30 minutos.
- Plano de Evacuação: Rotas de fuga dimensionadas para esvaziar a arquibancada rapidamente.
- Abrigo Seguro (ZPR): Áreas internas fechadas e cobertas, que possuam seu próprio SPDA e sistema de aterramento, funcionando como uma gaiola de Faraday para abrigar o público até a tempestade passar.
- No caso específico do Sitio Arqueológico de São Miguel das Missões, para atendimento as normas técnicas previsas na NBR-5419-2026 e ABNT, deverá se elaborado um plano de emergência para evacuação rápida das arquibancadas, de modo que os espectadores fiquem abrigados sob a cobertura do MUSEU. Para tanto a cobertura do MUSEU, deve se provida de sistema de proteção contra descargas atmosféricas com Gaiola de Faraday.
- As instalações que abrigarão os espectadores (MUSEU ou qualquer outra área) deverão obedecerem às exigências da NBR 5419/2026, devendo estar com a ANÁLISE DE RISCO atualizada, e o sistema de SPDA executado conforme nível de proteção previsto na análise de risco;
- As instalações que abrigarão os espectadores (MUSEU ou qualquer outra área) deverão obedecerem às exigências da NBR 5419/2026, devendo estar com os LAUDOS de INSPEÇÃO E MEDIÇÃO DO SPDA atualizado, com a periodicidade descrita na análise de risco.

3.3.1 - SISTEMA DE CAPTAÇÃO:

O sistema de captação de um SPDA tem a função de receber os raios, reduzindo ao mínimo a probabilidade de uma estrutura ser atingida diretamente por eles e deverá ter capacidade térmica e mecânica suficiente para suportar o calor gerado no ponto de impacto, bem como os

esforços eletromecânicos resultantes.
A corrosão pelos agentes atmosféricos também dever ser levada em conta no seu dimensionamento, de acordo com o nível de poluição e o tipo de poluentes da região.
A probabilidade de penetração de uma descarga atmosférica no volume a proteger é consideravelmente reduzida pela presença de um subsistema de captação corretamente projetado.
O sistema de Faraday é composto por condutores em malha colocados no teto da edificação, onde também poder ser utilizados captores naturais, como estruturas e coberturas metálicas, como exemplo.
Os elementos condutores expostos, como tubos e tanques metálicos, devem ser analisados para certificar se as suas características são compatíveis com os critérios estabelecidos para elementos captores. Caso não possam suportar o impacto direto do raio, devem então ser colocados dentro da zona de proteção de captores específicos, integrados ao SPDA. Para não gerar ponto quente em aço Inox e em aço galvanizado a quente, a dimensão mínima da chapa/captor deve ser de 4mm.
Em áreas classificadas, com riscos de incêndio no ponto de impacto do raio, devido a perfuração ou aquecimento do sistema captor (telhas), deverá ser executado um sistema de captação através de um anel periférico de cordoalha de cobre de bitola de 35mm^2, composto por malhas de dimensões inferiores aos valores estabelecidos por norma para este nível de edificação.
Para a cobertura dos contêieres foi projetado uma gaiola de Faraday contornando a cobertura.
A gaiola será executada com cabo de cobre nu 35mm2, fixado sobre isoladores a fim de afastar o condutor de cobre do contato direto com a telha galvanizada.
Isolamento Físico e Suportação (Prevenção de Corrosão):
O cabo de cobre nu jamais deve ser deitado diretamente sobre a telha metálica (aço galvanizado, galvalume ou alumínio). A presença de umidade (chuva) entre o cobre e o telhado criará uma severa pilha galvânica, que irá corroer e perfurar a telha metálica em poucos meses. O cabo deve ser obrigatoriamente sustentado por suportes distanciadores isolantes (fabricados em polímero, nylon, PVC ou policarbonato com proteção UV), mantendo o cabo elevado e sem contato elétrico contínuo com a chapa da telha.
Onde for absolutamente necessário conectar mecanicamente o cabo de cobre à estrutura metálica do telhado (por exemplo, nos captores descritos anteriormente ou em pontos de equipotencialização da própria telha), devem ser utilizados conectores bimetálicos (latão estanhado ou cobre estanhado), intercalados com pasta antióxida, para neutralizar a diferença de potencial galvânico entre os metais.
A fixação nos suportes isoladores ao longo da cumeeira e das águas do telhado deve ser feita de modo a manter o cabo esticado, evitando "barrigas" que possam encostar na telha durante ventanias, respeitando o distanciamento máximo entre suportes recomendado pelo fabricante (geralmente a cada 1,0 a 1,5 metros, a depender do peso do cabo e perfil da telha).

4.1.2 - SISTEMA DE DESCIDA:

A função de um sistema de descida é conduzir a corrente do raio pelos captores até a malha de aterramento, reduzindo ao mínimo a probabilidade de descargas e de campos eletromagnéticos perigosos no interior da estrutura e deve ainda ter capacidade térmica suficiente para suportar o aquecimento produzido pela passagem da corrente, resistência mecânica para suportar os esforços eletromecânicos e boa suportabilidade à corrosão.
Para se obter um bom sistema de descida é necessária uma ligação entre o sistema de captação e o aterramento com a menor impedância possível.
Não se pode deixar de levar em conta que o raio tem uma elevadíssima taxa de crescimento o que pode causar elevados valores de tensão nestes cabos ocasionando descargas laterais para objetos

o que ocasionará arco elétrico e eventualmente incêndio.
O número de descidas leva em conta o perímetro da edificação e altura da mesma. Estas descidas devem ser condutores de cobre nu seção apropriada, instaladas diretamente nas paredes da edificação ou com isoladores.
Podem ser utilizados também, seguindo critérios específicos, partes metálicas da estrutura das edificações e também as ferragens das estruturas de concreto como descidas.
Todas as conexões devem ser feitas com bastante cuidado para evitar a descontinuidade elétrica ou problemas mecânicos.
O caminhamento dos cabos de descida devem ser os mais curtos possíveis, minimizando os eventuais laços no sistema, sendo estes os principais responsáveis pelas tensões induzidas no sistema.
Para o nível IV de proteção, considerando-se descidas não naturais, deve ser executado em média uma descida a cada 30metros.
Foram executadas descidas não naturais, ou seja, com cabo de cobre nu 35mm2, em número igual ou superior ao mínimo estipulado por norma para descidas de estruturas com altura máxima de até 30 metros. Os condutores são protegidos nas descidas por eletrodutos de PVC rígido.
Em cada descida deverá ser instalda uma caixa de PVC com um conector de medição.

4.1.3 – MALHA DE ATERRAMENTO:

O sistema de aterramento dever dispensar para o solo a corrente recebida dos condutores de descida, reduzindo ao mínimo a probabilidade de tensões de toque e de passo perigosas e dever ter capacidade térmica suficiente para suportar o aquecimento produzido pela passagem da corrente e, principalmente, devem resistir á corrosão pelos agentes agressivos encontrados nos diferentes tipos de solo.
Para assegurar a dispersão de corrente de descarga atmosférica na terra sem causar sobretensões perigosas, o arranjo e as dimensões do subsistema de aterramento são mais importantes que o próprio valor da resistência de aterramento. Entretanto, recomenda-se, que para o caso de eletrodos não naturais, uma resistência de aproximadamente 10Ω, como forma de reduzir os gradientes de potencial no solo e a probabilidade de centelhamento perigoso. No caso de solo rochoso ou de alta resistividade, poderá não ser possível atingir valores próximos dos sugeridos. Nestes casos a solução adotada deverá ser tecnicamente justificada no projeto.
É necessário que se tenha a menor resistência de terra possível para se evitar elevações de tensões quando a corrente dos raios estiver escoando pelo sistema de aterramento, assim nesse sentido, sempre que possível, deve-se interligar todas as hastes utilizadas, e essa interligação dever ser feita através de cabo de cobre nu enterrado a uma profundidade de aproximadamente 0,5m.
Pode também ser utilizado eletrodo natural de aterramento, como por exemplo, as armações de aço das estacas, dos blocos e das vigas baldrames desde que elas estejam firmemente amarradas.
Os valores admissíveis e resistência de terra por norma são aproximadamente 10 Ohms com o cabo de descida desconectado.
Deve ter acesso ao cabo de interligação ao anel de aterramento através de uma caixa de inspeção de terra.
O projeto prevê uma malha de aterramento circundando toda a extensão da cobertura dos contêineres, onde serão conectadas as descidas do sistema de captação.
Todas as emendas do cabo, derivações em "T", cruzamentos em "X" e as conexões entre a malha e as hastes de aterramento (eletrodos verticais) deverão ser executadas obrigatoriamente por meio de conectores de compressão de alto desempenho mecânico (específicos e testados para enterramento direto). É terminantemente proibido o uso de conectores mecânicos de aperto (tipo parafuso fendido/*split bolt*) enterrados.
O eletrodo horizontal em anel ou malha deverá ser instalado no fundo de valas escavadas

a uma profundidade mínima de 0,5 metro da superfície do solo, afastado, no mínimo, 1 metro das fundações externas da edificação (quando aplicável).
O cravamento das hastes deve ser realizado perpendicularmente ao solo, utilizando marteletes rompedores ou marretas, devendo-se utilizar um cabeçote de batimento (batedor) de aço temperado acoplado ao topo da haste. O uso do batedor é obrigatório para evitar o "esmagamento" da cabeça da haste, o que romperia o revestimento de cobre e iniciaria um processo imediato de oxidação do núcleo de aço.
As hastes designadas como pontos de medição da resistência ôhmica da malha devem ficar acessíveis no interior de caixas de inspeção com tampa reforçada nivelada ao piso acabado.

4.2 SISTEMA DE ATERRAMENTO E PROTEÇÃO DE COMPONENTES ELETRÔNICOS.

O sistema de aterramento prevê a proteção dos quadros de distribuição de energia, bem como equipamentos com uso de DPS e equalização do sistema de aterramento.
Segue abaixo o descritivo das instalações previstas.

JUSTIFICATIVA:
Com o objetivo de atender 100% a NBR 5410, trazendo maior proteção ao sistema de aterramento, foi elaborado um sistema de aterramento com a interligação das malhas diretamente pelo solo com cabo de cobre nu enterrado e interligação dos barramentos BEP e BEL através dos condutores de aterramento que seguem juntamente com os circuitos de alimentação dos equipamentos, esse método cria o que as normas chamam de um eletrodo de aterramento global e único.

1 - Unificação pelo solo (Aterramento/SPDA):

Execução de uma malha de aterramento com cabo de cobre nu 50mm2, instalada no fundo da vala e seguindo os dutos de distribuição de energia.

Instalação do Barramento de Equipotencialização Local (BEL/LEP) na malha secundária.

Serão instalados um BEL ao lado de cada gabinete de projetor e um ao lado do rack 3.

Todas as carcaças de equipamentos e DPS serão conectados ao BEL.

2 - Condutor de Proteção (PE) do Circuito (Elétrica):

A NBR 5410 exige (item 6.4.3.1.5) que o condutor de proteção (fio terra verde ou verde/amarelo) acompanhe os condutores vivos (fases e neutro) na mesma infraestrutura/eletroduto.

Portanto, todos os circuitos que alimentam equipamentos deverão levar um cabo PE isolado junto com as fases de acordo com a tabela do item 4.2.4.

O cabo PE isolado que veio junto com as fases deverá ser conectado ao Barramento de Equipotencialização Local (BEL/LEP) da malha secundária.

A interligação pelo solo (cabo nu) garante que os dois locais estejam no mesmo potencial de terra (fundamental para raios - NBR 5419).
O cabo PE isolado acompanhando as fases garante que a impedância do laço de falta da instalação elétrica seja baixa o suficiente para que os disjuntores desarmem instantaneamente em caso de curto-circuito na carcaça dos equipamentos (fundamental para choque elétrico - NBR 5410).

3 Baixa Impedância para Surtos (Foco na NBR 5419):

O grande problema de descargas atmosféricas não é apenas a resistência ohmica, mas a impedância transitória (devido à alta frequência do raio, caracterizada por um alto di/dt.

Um cabo de cobre nu enterrado ao longo das valas atua como um gigantesco eletrodo horizontal. Ele ajuda a dissipar a corrente do raio ao longo de toda a sua extensão no solo, minimizando drasticamente a elevação de potencial.

4 Equipotencialização Real do Solo:

Ao conectar as malhas pelo solo, garantimos que não haverá gradientes de potencial perigosos (tensões de passo) entre a edificação principal e o local dos equipamentos distantes.

5 Redução de Resistência: O cabo nu no solo contribui para baixar a resistência de aterramento equivalente do sistema como um todo.

4.2.1 CAIXA BEP:
Junto a entrada de energia será intalada uma caixa BEP (barramento de equipotencialização principal).
A caixa será tipo sobrepor com dimensões mínimas de 400x400mm.
O barramento do BEP será em cobre eletrolítico com dimensão de 75x6,3x365mm, contendo fixação por parafusos de latão, conforme indicado no desenho 01/01.
O barramento do BEP será interligado e conectado a malha de aterramento através de 3 condutores de cobre nu 120mm2. A conexão ao barramento será com conector bimetálico 120mm2. A conexão a malha de aterramento deverá se executada na caixa de passagem com conector de compressao bimetálico.
Todos os equipamentos, partes metálicas desenergizadas e quadros de energia deveão ser conectados ao BEP através de condutores de cobre com bitola mínima de 16mm2.

4.2.2 Malha de aterramento:
Será executada uma malha de aterramento saindo do barramento BEP, enterrada no fundo da vala dos dutos de distribuição elétrica e seguindo o mesmo caminhamento, conforme descrito no des. 01/01.
A malha será executada com cabo de cobre nú 50mm2, conforme especificação de materiais em anexo.
A malha será conectada no BEP e nos respectivos BEL (barramento de equipotencial local).

4.2.3 CAIXA BEL:

Junto aos equipamentos será intalada uma caixa BEL (barramento de equipotencialização local).
A caixa será tipo sobrepor com dimensões mínimas de 300x300mm.
O barramento do BEL será em cobre eletrolítico com dimensão de 50x6,3x280mm, contendo fixação por parafusos de latão, conforme indicado no desenho 01/01.
O barramento do BEL será interligado e conectado a malha de aterramento através de 1 condutor de cobre nu 50mm2. A conexão ao barramento será com conector bimetálico 50mm2. A conexão a malha de aterramento deverá se executada na caixa de passagem com conector de compressao bimetálico.
Todos os equipamentos, partes metálicas desenergizadas e quadros de energia deverão ser conectados ao BEL através de condutores de cobre com bitola mínima de 16mm2.

4.2.4 Aterramento dos equipamentos:

Todos os equipamentos instalados em campo deverão ser ligados ao BARRAMENTO BEP através de cabo de cobre isolado que seguirá juntamente com o circuito elétrico.
Segue abaixo lista dos equipamentos com respectivos condutores.

TABELA DE CONDUTORES DE ATERRAMENTO		
De	Para	Condutor (mm2)
medição	QDG	16mm2
QDG	QFG1	16mm2
QFG1	QD1	16mm2
QDG	QFG2	16mm2
QFG2	QD2	16mm2
QFG2	Gerador	16mm2
QDNB	PROJETOR 1	16mm2
QDNB	PROJETOR 2	16mm2
QDNB	PROJETOR 3	16mm2
QDNB	PROJETOR 4	16mm2
QDNB	QD4/RACK 3	16mm2
QD2	GABINETE 1	16mm2
QD2	GABINETE 2	16mm2
QD2	GABINETE 3	16mm2
QD2	GABINETE 4	16mm2
QD2	QD3	16mm2
QD2	NOBREAK	16mm2
NOBREAK	QDNB	16mm2
QD2	TOM EXT	25mm2

Os condutores deverão ser conectados ao barramento BEP e ao respectivo barramento BEL.
O desenho 01/01, apresenta o diagrama de blocos que ilustra todas as conexões.

4.3 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS

4.3.1. DPS Classe I+II (Tipo 1+2) - 80kA

Este dispositivo oferece proteção combinada: atua contra surtos de alta energia decorrentes de descargas atmosféricas diretas (Classe I) e surtos induzidos (Classe II). Será instalado no Quadro

Geral de Baixa Tensão (QDG).

- Classe de Ensaio: Classe I e Classe II (Tipo 1+2), conforme norma ABNT NBR IEC 61643-11.
- Aplicação: Proteção primária de entrada (instalado no quadro principal/QDG).
- Corrente Máxima de Descarga (Imax - onda 8/20 µs): 80 kA por polo (referente à proteção Classe II).
- Corrente Nominal de Descarga (In - onda 8/20 µs): Mínimo de 40 kA por polo.
- Corrente de Impulso (Iimp - onda 10/350 µs): Mínimo de 12,5 kA por polo (podendo chegar a 25 kA dependendo do fabricante/linha para suportar impactos diretos, referente à proteção Classe I).
- Tensão Máxima de Operação Contínua (Uc): 275V ou 320V em CA (adequado para redes 220V/380V).
- Nível de Proteção de Tensão (Up): >= 1,5 kV a 2,0 kV (garantindo que o surto residual não danifique a fiação principal).
- Tecnologia Integrada: Combinação de Varistor de Óxido Metálico (MOV) de alta capacidade térmica e/ou Centelhador a Gás (GDT), blindado, sem exaustão de gases quentes para o exterior.
- Formato Construtivo: Base fixa para trilho DIN 35mm acoplada a cartucho (módulo) extraível/plug-in (facilita a substituição sem desconectar os cabos).
- Sinalização: Indicador visual mecânico de estado na face frontal (Verde = Operante / Vermelho = Falha/Fim de vida útil).

4.3.2 DPS Classe II (Tipo 2) - 40kA

Destinado à proteção contra surtos de tensão de origem atmosférica transmitidos indiretamente (indução) e surtos de manobra da rede elétrica. Será instalado nos quadros de distribuição internos.

- Classe de Ensaio: Classe II (Tipo 2), conforme ABNT NBR IEC 61643-11.
- Aplicação: Proteção secundária, instalado em Quadros de Distribuição de Circuitos (QD) internos.
- Corrente Máxima de Descarga (Imax - onda 8/20 µs): 40 kA por polo.
- Corrente Nominal de Descarga (In - onda 8/20 µs): 20 kA por polo.
- Tensão Máxima de Operação Contínua (Uc): 275V CA
- Nível de Proteção de Tensão (Up): >=1,5 kV
- Tecnologia: Varistor de Óxido Metálico (MOV) com dispositivo de desconexão térmica interno.
- Formato Construtivo: Fixação em trilho DIN 35mm. Modelo com módulo/cartucho extraível (plug-in) para substituição rápida.
- Sinalização: Indicador visual local de status de operação (flag verde/vermelho). Opcionalmente, pode possuir contato auxiliar (NA/NF) para sinalização remota de queima do cartucho.

4.3.3 DPS Classe III (Tipo 3)

Este dispositivo realiza a proteção fina e residual, sendo instalado o mais próximo possível do equipamento sensível a ser protegido. Ele absorve os surtos residuais que passaram pelos DPS Classe I e II.

- Classe de Ensaio: Classe III (Tipo 3), conforme ABNT NBR IEC 61643-11.
- Aplicação: Proteção fina (ponto de uso) para equipamentos eletroeletrônicos sensíveis (TI, automação, servidores, televisores). Instalado em caixas de tomadas, conduletes, painéis de automação ou incorporado a réguas de tomadas industriais.
- Tensão de Circuito Aberto (Uoc - onda combinada 1,2/50 µs e 8/20 µs): Mínimo de 6 kV (parâmetro principal de ensaio para Classe III).

- Corrente Máxima de Descarga (Imax - onda 8/20 µs): Geralmente entre 2,5 kA e 10 kA (limitada, pois a carga pesada do surto já foi atenuada nos quadros anteriores).
- Tensão Máxima de Operação Contínua (Uc): 275V CA (para ligação fase-neutro ou fase-fase).
- Nível de Proteção de Tensão (Up): >= 1,2 kV (nível bastante baixo para garantir a sobrevivência de placas eletrônicas sensíveis).
- Tecnologia: Uso combinado de Varistores (MOV), Centelhadores (GDT) e, em alguns modelos de alta performance, Diodos de Supressão de Tensão (TVS) e filtros EMI/RFI.
- Formato Construtivo: módulo estreito para trilho DIN (para proteção fina dentro de painéis de automação).
- Sinalização: Deve possuir LED ou aviso sonoro indicando fim de vida útil .

4 LIMPEZA FINAL

A obra deverá ser mantida completamente limpa, interna e externamente, sendo todo o entulho removido e todo o material restante transferido periodicamente, e com as vias de acesso totalmente desobstruídas. A obra será entregue em perfeito estado de limpeza e conservação.

Deverão apresentar funcionamento perfeito todas as instalações, equipamentos e aparelhos, com as instalações definitivamente ligadas às redes de serviços públicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

✓ A obra obedecerá à boa técnica, atendendo às recomendações da ABNT e das Concessionárias locais.

✓ Durante toda a execução das instalações elétricas, os instaladores deverão atender as normativas de segurança (NR10 e NR35), utilizando todos os EPIs necessários.

✓ Todos os materiais e equipamentos instalados deverão ser novos, possuindo notas fiscais, termos de garantia e demais documentos informados neste memorial, devendo ser apresentados antes do início das instalações.

✓ Todo o sistema deverá ser testado e só poderá ser entregue com o total funcionamento do sistema.

✓ Estará disponibilizada em canteiro a seguinte documentação: todos os projetos, orçamento, cronograma, memorial, diário de obra, alvará de construção.

gov.br
Documento assinado digitalmente
SIDNEI DA SILVA GUERRA
Data: 04/09/2026 09:48:20-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

BTS Construções Ltda
Eng. Eletricista Sidnei da Silva Guerra
CREA MG-18528-0, RNP-141377299-4