PREFEITURA MUNICIPAL DE TRINDADE - GOIÁS

MEMORIAIS
PROJETO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

CRAS – SETOR JARDIM FLORESTA

MAIO DE 2026
TRINDADE – GO

PREFEITURA DE TRINDADE
Onde o Futuro acontece Hoje.

SUMÁRIO

1 MEMORIAL DESCRITIVO DE OBRAS E/OU ATIVIDADES 2
1.1 INTRODUÇÃO 2
1.2 DADOS DA OBRA 2
1.3 REFERENCIAL NORMATIVO 2
1.4 CRITÉRIOS E DISPOSIÇÕES INICIAIS 3
1.5 DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS/MATERIAIS 3
1.5.1 SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO 3
1.5.2 SUBSISTEMA DE DESCIDA 4
1.5.3 SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO 4
1.5.4 NOTAS GERAIS SOBRE EXECUÇÃO 5
2 ANÁLISE DE RISCO 6
2.1 RISCO DE PERDA DE VIDA HUMANA (R1) 7
2.2 RISCO DE PERDAS DE SERVIÇO AO PÚBLICO (R2) 11
2.3 RISCO DE PERDAS DE PATRIMÔNIO CULTURAL (R3) 17
2.4 RISCO DE PERDA DE VALORES ECONÔMICOS (R4) 17
2.5 AVALIAÇÃO FINAL DE RISCO - ESTRUTURA 17
3 MEMORIAL DE CÁLCULO 18
3.1 LEGENDA DE SÍMBOLOS 19
3.2 LISTA DE MATERIAIS 19
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 20

PREFEITURA DE TRINDADE
Onde o Futuro acontece Hoje.

1 MEMORIAL DESCRITIVO DE OBRAS E/OU ATIVIDADES

1.1 INTRODUÇÃO

O presente memorial objetiva-se apresentar as especificações de materiais, critérios de cálculo, principais resultados de análise e dimensionamento, destinando-se à orientação da execução do projeto de sistema de proteção contra descargas atmosféricas do empreendimento CRAS – Setor Jardim Floresta.

Fazem parte deste processo, as pranchas de detalhamento, onde nestas estão descritas todas as etapas que deverão ser executadas. Buscou-se, de forma criteriosa, conciliar todas as peças que compõem esse processo. Contudo, caso eventualmente ocorra alguma divergência, as dúvidas deverão ser esclarecidas junto ao **Departamento de Engenharia e Arquitetura** da Prefeitura Municipal de Trindade. A planilha orçamentária complementa este memorial descritivo. **Ficará a critério da Fiscalização impugnar qualquer serviço executado que não satisfaça as condições contratuais**.

A Empresa executante assumirá integral responsabilidade pela boa realização e eficiência dos serviços que efetuar, de acordo com o presente memorial descritivo, edital e demais documentos técnicos fornecidos, bem como quaisquer dados eventualmente decorrentes da realização dos trabalhos.

A Empresa Executante poderá sugerir eventuais modificações desde que sejam submetidas e aprovadas por escrito pelo Autor do Projeto e o Contratante, a Empresa Executante assumirá integral responsabilidade e garantia pela execução de qualquer modificação que forem eventualmente por ele proposto e aceitos pelo Autor do Projeto e o Contratante. Esta responsabilidade e garantia inclui não somente a estabilidade e segurança da obra, como também as consequências advindas destas modificações e variantes, sob o ponto de vista técnico, econômico-financeiro, ambiental, estético e cultural.

1.2 DADOS DA OBRA

OBRA: CONSTRUÇÃO DE UM CENTRO DE REFERÊNCIA EM ASSISTÊNCIA SOCIAL (CRAS) – SETOR JARDIM FLORESTA
LOCAL: ÁREA B, RUA DAS ARARAS ESQUINA COM RUA DAS ÁGUIAS
BAIRRO: SETOR JARDIM FLORESTA
CIDADE/ESTADO: TRINDADE/GO
PROPRIEDADE: PREFEITURA MUNICIPAL DE TRINDADE
AUTOR DO PROJETO: FLÁVIO GONÇALVES SILVA

1.3 REFERENCIAL NORMATIVO

- NBR 5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão
- NBR 13570:2021 – Instalações Elétricas em Locais de Afluência de Público
- NBR 5419:2015 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas
- NBR 14565:2019 – Cabeamento Estruturado Para Edifícios Comerciais
- NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade

- NT.00001 EQUATORIAL: REVISÃO 08 2024 – Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão.

1.4 CRITÉRIOS E DISPOSIÇÕES INICIAIS

O presente projeto foi inteiramente desenvolvido pela equipe de engenharia e arquitetura do departamento de planejamento do município de Trindade.

Tentou-se ao máximo compatibilizar todos os projetos de modo a refletir a excelência desejada em sua execução, no entanto, pequenas inconsistências podem existir, todavia, sem comprometer a viabilidade de sua execução.

1.5 DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS/MATERIAIS

1.5.1 SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO

O subsistema de captação constituir-se-á por malha captora de modo a formar uma gaiola de Faraday, terminais e mini captores dispostos de modo a obedecer ao método eletrogeométrico (esferas rolantes), bem como (quando necessário) a aplicação de captores tipo Franklin, para proteção localizada de elementos de interesse.

1.5.1.1 BARRA CHATA EM ALUMÍNIO

A gaiola de Faraday será inteiramente realizada por meio de malha captora conforme projeto, através de barra chata em alumínio com seção transversal de dimensões equivalentes a 7/8”x1/8” (70mm^2), com furos de diâmetro de 7mm e conformação para devido encaixe e fixação adequada. *(Ref.: Termotécnica).*

A utilização de curvas (de mesmo material) serão utilizadas nos pontos de necessidade, tal como curvas naturais da malha captora e derivações para as descidas.

1.5.1.2 TERMINAIS AÉREOS E CAPTORES

Complementa o subsistema de captação os terminais aéreos ou mini captores e captores tipo Franklin. Os minis captores devem ser em alumínio com largura de 7/8” e espessura de 1/8”, ou seja, seção transversal equivalente a 70mm^2, com altura padrão de 300mm (caso contrário indicado em projeto), fixação horizontal via furo de diâmetro de 7mm. *(Ref.: Termotécnica).*

Os captores tipo Franklin, quando aplicáveis, devem ser em latão cromado, com duas descidas, ponta central de diâmetro equivalente a 3/8” e 300mm de comprimento, pontas laterais com diâmetro de 1/4" e comprimento de 100mm. Fixação através de parafuso em aço inox e rosca BSP 3/4" para conexão com mastro. O mastro deve ser em aço galvanizado a fogo resistente ao tempo e intempéries, de modulo único com diâmetro de 1.1/2” e altura padrão de 3m (caso contrário indicado em projeto), com bucha em alumínio na ponta com rosca BSP 3/4" para colocação do captor, a fixação a superfície deve ser

realizada mediante base de apoio em alumínio fundido e conjunto de estais rígidos em aço galvanizado a fogo. *(Ref.: Termotécnica).*

1.5.2 SUBSISTEMA DE DESCIDA

O subsistema de descida constituir-se-á por barras chatas em alumínio derivadas da malha captora e terminadas na caixa de inspeção suspensa, onde ocorrera a transição para o subsistema de aterramento. Deve-se respeitar as distâncias de segurança para evitar faiscamento perigoso, na impossibilidade de respeitar essas distâncias os elementos metálicos devem ser devidamente equipotencializados com as descidas.

As descidas, conforme nível de proteção adotado (nível III), devem estar dispostas a no máximo 18m entre si, conforme normativo.

1.5.2.1 ELETRODUTO

As descidas devem ser protegidas por eletroduto rígido de PVC na cor preta, com diâmetro mínimo de 1" e comprimento de 3m, a partir do solo, os eletrodutos devem ser do tipo antichama e afixados via abraçadeiras tipo D.

1.5.2.2 CAIXAS DE INSPEÇÃO SUSPENSA

As caixas de inspeção suspensa devem ser fabricadas em termoplástico na cor cinza com proteção UV e dimensões de 160x120x100mm, grau de proteção mínimo IP66, com dois bocais de conexão com os eletrodutos de 1", deve possuir adesivo de advertência para "risco de choque elétrico" e fecho com suporte para cadeado. *(Ref.: Termotécnica).*

No interior das caixas de inspeção suspensa ocorrerá a transição da barra chata da descida com a cordoalha do aterramento via conector de interface bimetálica em cobre estanhado.

Cada descida deve conter uma caixa de inspeção suspensa, fixada em altura adequada (1,5m como padrão) para devida vistoria.

1.5.3 SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

O subsistema de aterramento constituir-se-á por cordoalha de cobre nu derivada das caixas de inspeção suspensa e interligadas as caixas de inspeção no solo, com locação padronizada em 50cm da edificação (caso contrário indicado em projeto), onde ocorre a conexão com as hastes de aterramento e a cordoalha de cobre nu enterrada em profundidade padrão de 50cm (caso contrário indicado em projeto), deste modo, formando um anel ao redor da edificação.

Em solos de alta resistividade, poderá ser necessário o tratamento químico específico para redução da resistência de aterramento. Todos os elementos metálicos não energizados, incluindo quadros elétricos, eletrocalhas e equipamentos, serão conectados ao sistema de aterramento através dos condutores de proteção e equipotencializados em barramento próprio para esta função (BEP).

A resistência do sistema de aterramento não deverá exceder 10 ohms, comprovada através de laudo com medições com equipamentos adequados.

1.5.3.1 CORDOALHA DE COBRE NU

A cordoalha usada deve ser de cobre nu, meio duro, formado por 7 fios de cobre eletrolítico de alta condutividade, encordoamento classe 2A, com seção transversal mínima de 50mm^2.

Toda emenda ou derivação que se fizer necessária nas cordoalhas deve ser executada via solda exotérmica.

1.5.3.2 CAIXAS DE INSPEÇÃO SOLO

As caixas de inspeção de solo devem ser produzidas em polipropileno (PP), com diâmetro e altura de 300mm e espessura mínima de 3mm. Cada caixa deve ser acompanhada por tampa de ferro fundido com garras e diâmetro compatível a caixa, em locais de tráfego de veículos, deve-se utilizar tampas reforçadas com tampão e escotilha articulável. *(Ref.: Termotécnica).*

Cada descida deve ter sua respectiva caixa de inspeção de solo.

1.5.3.3 HASTE DE ATERRAMENTO

As hastes de aterramento devem ser do tipo cobreada de alta camada e extremidade pontiaguda, com dimensões de 5/8" e 2,4m de comprimento. Material do núcleo em aço SAE 1010/1020 e revestimento em cobre eletrolítico de alta pureza e condutividade e espessura mínima do revestimento de 254 µm.

No interior de cada caixa de inspeção de solo encontra-se uma haste de aterramento cravada no solo. A conexão entre as hastes e as cordoalhas da descida e do anel de aterramento devem ser realizadas via conector cabo-haste para 2 cabos, em bronze eletrolítico de alta resistência mecânica e alta condutividade.

1.5.3.4 BEP

O aterramento do spda deve ser equalizado com demais sistemas por meio de barramento de equipotencialização principal (BEP). Para isso deve ser instalado uma caixa junto ao padrão de entrada de energia da edificação, ou onde indicado em projeto.

A caixa de equipotencialização deve ser em aço ou poliestireno com proteção UV e grau de proteção mínimo IP66, ideal para uso externo, com barramento de cobre para no mínimo 9 terminais de pressão em liga de cobre, sendo ao menos um dos terminais destinado a cabo de 50mm^2. *(Ref.: Termotécnica).*

1.5.4 NOTAS GERAIS SOBRE EXECUÇÃO

A execução dos serviços deve estar em conformidade com as normas citadas, bem como a norma regulamentadora NR-10 e demais normas que venham a ser aplicáveis. Bem como vinculada a utilização de EPIs necessários.

A execução deve ser realizada por profissionais adequados, habilitados e com certificados na norma regulamentadora NR-10 e quando aplicável na norma NR-35. Recomenda-se que o responsável técnico pela execução e fiscalização das atividades do presente projeto seja um engenheiro(a) eletricista, desta forma garantindo devido respeito e comprometimento as especificações e soluções técnicas desenvolvidas neste projeto.

Ao final da execução deve-se emitir laudo do sistema de proteção contra descargas atmosféricas, seguindo todos os requisitos e medições exigidos na norma vigente.

Durante a fase de execução ajustes podem ocorrer em especial no trajeto das cordoalhas, no entanto, não se deve-se alterar significativamente a topologia adotada.

2 ANÁLISE DE RISCO

Dados da edificação:

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
5.53 m	16.20 m	25.90 m

A área de exposição equivalente (Ad) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

Ad = 2288.79 m^2

Dados do projeto:

Classificação da estrutura

Nível de proteção: III

Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: 7.1/km^2 x ano

Número de descidas

Quantidade de descidas (N), em decorrência do espaçamento médio dos condutores de descida e do nível de proteção.

Pavimento	Perímetro (m)	Espaçamento (m)	Número de descidas
TÉRREO	84.20	17.82	5
TOPO	146.40	17.10	19

Seção das cordoalhas

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

Material	Captor (mm^2)	Descida (mm^2)	Aterramento (mm^2)
Cobre	-	50	50
Alumínio	70	70	-

Definições padrão NBR 5419/2015 em referência ao nível de proteção

Com o nível de proteção definido, a NBR 5419/2015 apresenta as características do SPDA a serem adotadas no projeto:

- Ângulo de proteção (método Franklin) = 77º a 69º
- Largura máxima da malha (método Gaiola de Faraday) = 15 m
- Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico) = 45 m

Anéis de cintamento

Eletrodo de aterramento formando um anel fechado em volta da estrutura.

Pavimento	Nível (m)	Altura em relação ao solo (m)
TÉRREO	0.00	-0.50
COBERTURA	3.15	5.53

2.1 RISCO DE PERDA DE VIDA HUMANA (R1)

Os resultados para risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes) levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

Componente Ra (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora, nas zonas até 3m ao redor dos condutores de descidas.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5x10^-1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.1/km^2 x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	8.12x10^-3/ano

Pa (probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

Pta (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo)	1
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1
Pa = Pta x Pb	1

La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1x10^-2
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	4380 h/ano
La = rt x Lt x (nz/nt) x (tz/8760)	5x10^-5

Ra = Nd x Pa x La

Ra = 4.06x10^-7/ano

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5x10^-1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.1/km^2 x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	8.12x10^-3/ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10^-1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10^-2
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	4380 h/ano
Lb = rp x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760)	5x10^-5

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 4.06x10^-7/ano

Componente Ru (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x Ll	40000 m^2	40000 m^2
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		7.1/km^2 x ano

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	2.84x10^-2/ano	2.84x10^-2/ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m^2	0 m^2
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6	0/ano	0/ano
Ptu (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)		1
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)		0.05

Pu (probabilidade de uma descarga em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pu = Ptu x Peb x Pld x Cld	5x10^-2	5x10^-2

Lu (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1x10^-2
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	4380 h/ano
Lu = rt × Lt × (nz / nt) × (tz / 8760)	5x10^-5

Ru = Ru.E + Ru.T

Ru = [(Nl.E + Ndj.E) x Pu.E x Lu] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pu.T x Lu]

Ru = 1.42x10^-7/ano

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x Ll	40000 m^2	40000 m^2
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		7.1/km^2 x ano

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	2.84x10^-2/ano	2.84x10^-2/ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m^2	0 m^2
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)		0.05

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Pld x Cld	5x10^-2	5x10^-2

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10^-1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10^-2

hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	4380 h/ano
Lv = rp x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760)	5x10^-5

Rv = Rv.E + Rv.T

Rv = [(Nl.E + Ndj.E) x Pv.E x Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pv.T x Lv]

Rv = 1.42x10^-7/ano

Resultado de R1

O risco R1 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

R1 = Ra + Rb + Ru + Rv

R1 = 1.1x10^-6/ano

2.2 RISCO DE PERDAS DE SERVIÇO AO PÚBLICO (R2)

Os resultados para risco de perda de serviço ao público levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5x10^-1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.1/km^2 x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	8.12x10^-3/ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10^-1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10^-2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10^-1
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
Lb = rp x rf x Lf x (nz/nt)	5x10^-5

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 4.06x10^-7/ano

Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5x10^-1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.1/km^2 x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	8.12x10^-3/ano

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10^-2	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T	5x10^-2	1
Pc = 1 – [(1 – Pc.E) x (1 – Pc.T)]	1	

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10^-3
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
Lc = Lo x (nz/nt)	1x10^-3

Rc = Nd x Pc x Lc

Rc = 8.12x10^-6/ano

Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.1/km² x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	81761932 m²
Nm = Ng × Am × 10^-6	5.8/ano

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1
Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1	1
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	2.5	1.5
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	4x10^-1	6.67x10^-1
Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4)²	1.6x10^-1	4.44x10^-1
Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T	8x10^-3	4.44x10^-1
Pm = 1 – [(1 – Pm.E) x (1 – Pm.T)]	4.49x10^-1	

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10^-3
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
Lm = Lo x (nz/nt)	1x10^-3

Rm = Nm x Pm x Lm

Rm = 2.61x10^-3/ano

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no

ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x Ll	40000 m^2	40000 m^2
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		7.1/km^2 x ano

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	2.84x10^-2/ano	2.84x10^-2/ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m^2	0 m^2
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)		0.05

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Pld x Cld	5x10^-2	5x10^-2

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10^-1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10^-2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
Lv = rp x rf x Lf x (nz/nt)	5x10^-5

Rv = Rv.E + Rv.T

Rv = [(Nl.E + Ndj.E) x Pv.E x Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pv.T x Lv]

Rv = 1.42x10^-7/ano

Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x Ll	40000 m^2	40000 m^2
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		7.1/km^2 x ano

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	2.84x10^-2/ano	2.84x10^-2/ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m^2	0 m^2
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6	0/ano	0/ano

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10^-2	1
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pw = Pspd x Pld x Cld	5x10^-2	1

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10^-3

nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
Lw = Lo x (nz/nt)	1x10^-3

Rw = Rw.E + Rw.T

Rw = [(Nl.E + Ndj.E) x Pw.E x Lw] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pw.T x Lw]

Rw = 2.98x10^-5/ano

Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Ai = 4000 x Ll	4000000 m^2	4000000 m^2
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		7.1/km^2 x ano

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10^-6	2.84/ano	2.84/ano

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10^-2	1
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	0.3	0.5
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
Pz = Pspd x Pli x Cli	1.5x10^-2	5x10^-1

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10^-3
nz (Número de pessoas na zona considerada)	100
nt (Número total de pessoas na estrutura)	100
Lz = Lo x (nz/nt)	1x10^-3

Rz = Rz.E + Rz.T

Rz = (Ni.E x Pz.E x Lz) + (Ni.T x Pz.T x Lz)

Rz = 1.46x10^-3/ano

Resultado de R2

O risco R2 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

R2 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz

R2 = 4.11x10^-3/ano

2.3 RISCO DE PERDAS DE PATRIMÔNIO CULTURAL (R3)

Os resultados para risco de perda de patrimônio cultural levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e em uma linha conectada à estrutura.

Não se foi analisado este risco em particular.

2.4 RISCO DE PERDA DE VALORES ECONÔMICOS (R4)

Os resultados para o risco de perda de valor econômico levam em consideração a avaliação da eficiência do custo da proteção pela comparação do custo total das perdas com ou sem as medidas de proteção. Neste caso, a avaliação das componentes de risco R4 devem ser feitas no sentido de avaliar tais custos.

Não se foi analisado este risco em particular.

2.5 AVALIAÇÃO FINAL DE RISCO - ESTRUTURA

O risco é um valor relativo a uma provável perda anual média. Para cada tipo de perda que possa ocorrer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado. O risco para a estrutura é a soma dos riscos relevantes de todas as zonas da estrutura; em cada zona, o risco é a soma de todos os componentes de risco relevantes na zona.

Zona	R1	R2	R3	R4
Estrutura	0.10965x10^-5	4.11x10^-3	0	0

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

R1: risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)

R1 = 0.10965x10^-5/ano

Status: O risco de perda de vida humana ou ferimentos permanentes está abaixo do risco tolerável 10^-5. No entanto, foi desejo da administração desenvolver o projeto de SPDA.

R2: risco de perdas de serviço ao público

R2 = 4.11x10^-3/ano

Status: O risco de perda de serviço ao público está acima do risco tolerável 10^-3. No entanto, a perda de serviço público da edificação não é vital.

R3: risco de perdas de patrimônio cultural

R3 = 0/ano

Status: Não avaliado

R4: risco de perda de valor econômico

R4 = 0/ano

Status: Não avaliado

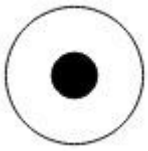
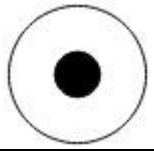
3 MEMORIAL DE CÁLCULO

O presente projeto foi desenvolvido utilizando-se tecnologia BIM (*Building Information Modeling*), permitindo desta forma a extração automática e precisa de quantitativos, eliminando a necessidade de cálculos manuais ou planilhas externas. Isso ocorre porque o modelo BIM integra dados paramétricos aos elementos projetados (como cabos, eletrodutos, quadros e dispositivos), associando suas propriedades físicas e técnicas a um banco de dados centralizado. Dessa forma, ao modelar os componentes elétricos no ambiente BIM, o software calcula automaticamente métricas e quantitativos pertinentes.

Como o modelo é inteligente e interconectado, qualquer alteração no projeto é refletida instantaneamente nos quantitativos, garantindo precisão e evitando erros de medição ou equívocos de cálculo.

Desta forma segue abaixo a relação entre a legenda de símbolos e os respectivos quantitativos de materiais associados a cada um deles, bem como a lista de materiais geral do presente projeto.

3.1 LEGENDA DE SÍMBOLOS

Legenda detalhada	
	BEP - 9 terminais 210x210x90mm Metálica Aterramento Barramento de equipotencialização 9 terminais — 1pç
	Caixa de inspeção - Polipropileno - Ø300x400mm c/ haste 5/8" x 2,40 Aterramento Caixa de inspeção Polipropileno - Ø300x400mm — 1pç Haste de aterramento - cobreada 5/8" x 2,40m — 1pç
	Terminal Aéreo - 300 mm - Barra chata de alumínio Captores Terminal Aéreo 300 mm - Barra chata de alumínio — 1pç
	Terminal Aéreo - 600 mm - Barra chata de alumínio Captores Terminal Aéreo 600 mm - Barra chata de alumínio — 1pç

3.2 LISTA DE MATERIAIS

Lista de materiais			
SPDA			
	Aterramento		
		Descrição	Quantidade
		Barramento de equipotencialização	
		9 terminais	1 pç
		Caixa de inspeção	
		Polipropileno - Ø300x400mm	5 pç
		Haste de aterramento - cobreada	
		5/8" x 2,40m	5 pç
	Captores		
		Descrição	Quantidade
		Terminal Aéreo	
		300 mm - Barra chata de alumínio	20 pç
		600 mm - Barra chata de alumínio	3 pç
	Condutores de proteção (SPDA)		
		Descrição	Quantidade
		Barra chata em alumínio - com furos	
		7/8" x 1/8"	186.72 m
		Cabo de cobre Nú - 7 fios	

		50mm²	97.45 m
		Duto de Proteção	
		Tubos de PVC de 1" x 3m	5 pç

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projetista não se responsabilizará por eventuais alterações deste projeto durante sua execução. As posições das descidas não devem ser, em hipótese alguma, alteradas sem prévia consulta e autorização do projetista.

Recomenda-se que sejam utilizados produtos de qualidade e confiabilidade comprovadas. A qualidade da instalação depende diretamente do material utilizado.

Este projeto foi baseado no layout e informações fornecidas pela arquiteta(o) ou proprietária(o). Na dúvida, estes deverão ser consultados.

Trindade, 15 de maio de 2026.

gov.br
Documento assinado digitalmente
FLAVIO GONCALVES SILVA
Data: 25/05/2026 09:20:01-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Flávio Gonçalves Silva
Engenheiro Eletricista
CREA: 1020387319D-GO