

MEMORIAL DESCRITIVO

Projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas

Prefeitura Municipal de Birigui

Campinas
Julho de 2017

1. INSTRUÇÕES GERAIS

1.1 OBJETIVOS

:1. Estas especificações têm por objetivo estabelecer características técnicas mínimas para a execução das instalações de Proteção contra Descargas Atmosféricas destinado à CEI Dionísia Miragaia Carmine – Secretaria de Educação da Prefeitura Municipal de Birigui, localizada à Rua Canadá, 301, Birigui-SP.

:2. Com respeito a licenças e franquias, será obedecido o disposto nas instruções de licitação, com especial atenção as exigências do CREA.

:3. Caberá à Contratada o fornecimento e a instalação dos equipamentos, serviços e materiais necessários à execução da infra-estrutura em questão.

:4. Caberá à Contratada efetuar sob sua exclusiva responsabilidade o transporte horizontal e vertical dos equipamentos na obra.

:5. Caberá à Contratada executar a montagem de todos os componentes da instalação, devendo utilizar para isto, mão-de-obra especializada, sob responsabilidade de engenheiro eletricista.

:6. Caberá à Contratada colocar a instalação em operação, efetuando ajustes, regulagens e programações necessárias ao perfeito desempenho e funcionamento das instalações e sistemas.

:7. A Contratada será responsável pela anotação nas plantas das divergências e/ou complementações introduzidas durante a construção e montagem do projeto para posterior apresentação do “As Built”;

:8. As marcas e/ou modelos discriminados são consideradas como referências, admitindo-se o fornecimento, equipamento e materiais similares, desde que mantida a qualidade pretendida e tomada como referência e obedecidas integralmente as normas de Fiscalização do Contratante.

- Para tal a Contratada apresentará previamente à Fiscalização do Contratante, para análise e posterior aprovação, catálogos técnicos completos contendo especificações do material similar proposto juntamente com Certificações e/ou Laudos Técnicos emitidos por entidades/laboratórios de reconhecida competência no mercado especializado nacional.

- A apresentação de similares deverá ser feita com antecedência necessária de modo a não interferir no andamento normal da obra, sendo que o tempo julgado necessário pela Fiscalização do Contratante à sua correta análise não pode ser motivo para descumprimento dos cronogramas de obra estabelecido em contrato.

:9. A Contratada, deverá comprovar que está inscrita e autorizada a realizar estes tipos de serviços no CREA.

:10. A Contratada deverá possuir Engenheiro Eletricista responsável, o qual dirigirá e supervisionará a execução de todos os serviços da área de instalações elétricas e telecomunicações especificados neste Memorial, atendendo exigências do CREA.

:11. No caso de divergências entre as especificações e as plantas, as dúvidas serão dirigidas à Fiscalização do Contratante.

:12. Ao final dos serviços, para efeito de entrega técnica da obra, a Contratada entregará ao Contratante, todas as plantas devidamente atualizadas das instalações executadas, em formato digital.

:13. Todos os serviços executados deverão ser garantidos pelo prazo mínimo de 01 (um) ano a contar da data de entrega dos mesmos;

:14. A garantia será integral - material e mão-de-obra, e abrangerá os reparos e substituições necessárias provenientes de falhas de material, montagem e/ou componentes defeituosos.

1.2 NORMAS

As instalações elétricas e de telecomunicações deverão ser executadas de acordo com as Normas abaixo:

- ABNT NBR 5419-1:2015 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 1: Princípios Gerais
- ABNT NBR 5419-2:2015 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de Risco
- ABNT NBR 5419-3:2015 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 3: Danos Físicos a Estrutura e Perigos a Vida
- ABNT NBR 5419-4:2015 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 4: Sistema Elétrica e Eletrônicos Internos na Estrutura
- ABNT NBR 5410:2004 - Instalações elétricas de baixa tensão
- Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho - NR 10 Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (12/2004)
- Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho - NR 35 Trabalho em Altura

1.3 GENERALIDADES

:1. Os serviços em instalações elétricas atenderão as indicações mostradas em plantas e presentes especificações técnicas.

:2. As instalações ora projetadas deverão ser executadas por pessoal especializado e com amplos conhecimentos dos sistemas em questão, inclusive para o perfeito entendimento/interpretação das plantas e destas especificações.

:3. A contratada deverá ter sempre na obra as cópias das plantas dos diversos projetos contratados, onde serão anotadas, com caneta/lápis na cor “vermelha”, todas as alterações em tubulações, caixas de passagem e fiações procedidas no decorrer desses serviços, em relação ao projeto original, de modo que se permita a verificação dessas instalações, durante os trabalhos, por parte da Fiscalização e facilite a futura atualização dos projetos que será feita pela própria Contratada ao final desses serviços.

:4. Caberá à Contratada o fornecimento e instalação de “todos” os materiais e mão-de-obra/serviços para a execução da reforma completa das instalações complementares ora especificadas, destacando-se, entre outros:

PDA (SPDA e MPS):

- Instalação de malha de captação e condutores de descida;
- Demolições e recomposições de pisos;
- Abertura e reaterro de vala;
- Instalação de malha de aterramento;
- Instalação de caixas de equipotencialização;
- Instalação de condutores de Equipotencialização para as telas (alambrado) e abrigo para gás;
- Instalação de DPSs;
- Testes para Entrega Técnica das instalações na presença da Fiscalização do Contratante.

1.4 RECEBIMENTO TÉCNICO / TESTES DA INFRAESTRUTURA

:1. Ao final dos serviços, a Contratada executará testes/ensaio em toda a instalação, na presença da Fiscalização do Contratante, encarregando-se do fornecimento de todo o instrumental/ferramental necessário a esses serviços.

1.5 ATUALIZAÇÃO DE PROJETOS

:1. Ao final dos serviços, para efeito de Entrega Técnica das instalações, a Contratada entregará ao Contratante todas as plantas devidamente atualizadas das instalações do prédio (As Built), em formato digital (AutoCAD2000) e 02 (dois) jogos completos de cópias plotadas em papel sulfite-em escala adequada.

:2. O As Built em questão contemplará todas as plantas relacionadas e instalações executadas, feitas as devidas alterações decorrentes dos serviços e devidamente analisadas/aprovadas pela Fiscalização à época.

2. PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

2.1 PROJETO

:1. O projeto para as instalações em questão se compõe das informações orientativas contidas neste documento e das plantas relacionadas abaixo:

PDA-01/03 – PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - SPDA

PDA-02/03 – PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - DETALHES

PDA-03/03 – PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS

2.2 PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

2.2.1 SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO

:1. Para a malha de captação serão usadas Barras chatas de Alumínio 7/8" X 1/8", distribuídas na cobertura conforme projeto. As barras serão fixadas por parafusos diretamente nas telhas, distribuídos de forma que o espaçamento máximo não ultrapasse 1 m.

:2. Todos os pontos de fixação da malha de captação na cobertura deverão ser devidamente impermeabilizados com produto adequado.

:3. Na cobertura, todos os equipamentos metálicos deverão ser interligados à malha de captação.

:4. Todas as peças e acessórios de origem ferrosa, usadas nas instalações na Proteção Contra Descargas Atmosféricas, deverão ser zincadas a fogo.

2.2.2 SUBSISTEMA DE DESCIDA

:1. O subsistema de descida será confeccionado com Barras chatas de Alumínio 7/8" X 1/8", distribuídas conforme projeto.

:2. Todas as descidas serão diretamente conectadas ao anel de equalização inferior.

2.2.3 SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

:1. O subsistema de aterramento será composto por um anel de cordoalha de cobre em torno da edificação, com seção de 50 mm², encordoamento classe 2, 7 fios, complementado por hastes verticais, do tipo cobreadas, alta camada (254µm), diâmetro de 5/8", comprimento 3 metros, dispostas conforme projeto.

:2. O condutor que forma o anel de aterramento deverá ser instalado com uma profundidade mínima de 0,5 m e afastamento de 1m da parede externa do prédio.

:3. Todos os equipamentos elétricos, condutos, equipamentos mecânicos e estruturas metálicas, serão interligados à malha de terra.

- :4. A conexão entre cabos, hastes e estruturas será feita através de solda exotérmica. Serão utilizados conectores com parafuso em locais específicos para facilitar a medição de resistência de terra.
- :5. A conexão de painéis, quadros ou quaisquer equipamentos passíveis de remoção serão feitos através de conectores mecânicos.
- :6. A resistência de aterramento deverá ser a menor possível.

2.2.4 BARRAMENTO DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

- :1. Será composto por caixa metálica de equalização, dimensões indicadas em projeto, com placa de cobre, com isolador epóxi 600V e conectores de pressão com 12 terminais, que estão locados conforme o projeto.
- :2. Deverão ser interligadas as partes metálicas não energizadas das instalações elétricas e das demais, como, QGBT's, QDLF's, Rack de lógica, rede hidráulica, reservatório de água, grades de proteção, poste de iluminação etc.
- :3. Além do barramento de equipotencialização principal, serão instalados mais 5 barramentos, um para cada bloco do edifício, para futuras ligações equipotenciais.

2.2.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS

- :1. Todas as conexões do SPDA devem ser feitas preferencialmente através de solda exotérmica ou conector de pressão adequado.
- :2. O sistema de equalização deverá ser feito com cabo de cobre nu, seção de 50 mm².
- :3. Qualquer alteração no projeto só poderá ser feita com a autorização por escrito do autor do projeto.
- :4. É de fundamental importância que após a instalação haja uma manutenção periódica anual a fim de se garantir a confiabilidade do sistema.
- :5. São também recomendadas vistorias preventivas após reformas que possam alterar o sistema e toda vez que a edificação for atingida por descarga direta.

2.3 VERIFICAÇÃO FINAL DAS INSTALAÇÕES

- :1. A empresa contratada deverá realizar a inspeção final das instalações conforme a parte 7 da Norma ABNT NBR 5419-3.
- :2. A Empresa Contratada será responsável por esta inspeção.
- :3. Todos os materiais de testes de inspeção, com completa informação de todas as leituras tomadas deverão ser incluídos num relatório final a ser entregue junto com a documentação *as-built*.

3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS E PRODUTOS

PRODUTO: SUPRESSOR DE SURTO CLASSE 1

Tipo: Supressor de surto tipo Sprk-gap, conforme projeto, para fixação em quadro, detecção eletrônica de surto, alta durabilidade

Fabricante: ABB, SIEMENS, CLAMPER, ELEMATTI, VOLTTS, KASCHER ou equivalente.

Aplicação: para a proteção dos circuitos elétricos contra transientes de tensão, instalado no quadro geral.

PRODUTO: SUPRESSOR DE SURTO CLASSE 2

Tipo: Supressor de surto tipo varistor, conforme projeto, para fixação em quadro, indicador visual de estado

Fabricante: ABB, SIEMENS, CLAMPER, ELEMATTI, VOLTTS, KASCHER ou equivalente.

Aplicação: para a proteção dos circuitos elétricos contra transientes de tensão, instalado no quadro terminal.

PRODUTO: HASTE DE ATERRAMENTO

Tipo: Haste de aço carbono com revestimento em cobre, diâmetro 5/8" e comprimento de 3m, revestimento de cobre eletrolítico de no mínimo 250 µm

Fabricante: TERMOTÉCNICA, ERICO, CALDWELD ou equivalente.

Aplicação: Malha de aterramento

PRODUTO: CORDOALHA DE COBRE

Tipo: Cordoalha de cobre nu, encordoamento classe 2, 7 fios, seção indicada no projeto.

Fabricante: TERMOTÉCNICA, Prysmian ou equivalente.

Aplicação: Malha de aterramento

PRODUTO: FITA DE ALUMÍNIO

Tipo: Fita maciça de alumínio 7/8 X 1/8.

Fabricante: TERMOTÉCNICA ou equivalente.

Aplicação: Malha de captação

PRODUTO: CAIXA DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

Tipo: Caixa metálica com tampa nas dimensões, placa de cobre com seção indicada em projeto, isoladores em epóxi e terminais de conexão entre placa e condutor de pressão.

Fabricante: TERMOTÉCNICA ou equivalente.

Aplicação: Ligações equipotenciais

PRODUTO: SOLDA EXOTÉRMICA

Tipo: Solda exotérmica para conexão dos condutores do sistema de SPDA entre si e com partes metálicas conforme projeto.

Fabricante: Termotécnica, Raycon, Caldwell ou equivalente.

Aplicação: Soldagem de elementos metálicos diferentes.

PRODUTO: MASSA DE VEDAÇÃO

Tipo: Massa de vedação à base de poliuretano.

Fabricante: Massa de vedação à base de poliuretano (sikaflex).

Aplicação: Preenchimento de furos de fixação.

4. ANÁLISE DE RISCO DA PDA

Dados da edificação

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
6.00 m	75.00 m	57.00 m

A área de exposição equivalente (A_d) 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.

$$A_d = 7895.39 \text{ m}^2$$

Classificação da estrutura

Nível de proteção: II

Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: $5.57/\text{km}^2 \times \text{ano}$

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	478.13	10	48

Seção das cordoalhas

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

Material	Captor (mm^2)	Descida (mm^2)	Aterramento (mm^2)
Cobre	-	-	50
Alumínio	70	70	-
Aço galvanizado	-	-	$\varnothing 5/8''$

Risco de perda de vida humana (R1)

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

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.57/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$	$2.08 \times 10^{-2}/\text{ano}$

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)	1
---	---

a seres vivos devido a tensões de toque e de passo)	
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	5×10^{-2}
$Pa = Pta \times Pb$	5×10^{-2}

La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-3}
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	630
nt (Número total de pessoas na estrutura)	630
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2112 h/ano
$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	2.41×10^{-6}

$$Ra = Nd \times Pa \times La$$

$$Ra = 2.51 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

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

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.27 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.08 \times 10^{-2} / \text{ano}$

Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	5×10^{-2}
--	--------------------

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	5
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	630
nt (Número total de pessoas na estrutura)	630
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2112 h/ano
$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1.21×10^{-3}

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 1.254 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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

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

	Linhas de energia (E)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.27/km ² x ano
---	----------------------------

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

	Linhas de energia (E)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	0.2
Ce (Fator ambiental)	0.5
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	1.05x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	0/ano

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

	Linhas de energia (E)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1
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 o DPS foram projetados)	0.02
Pu = Ptu x Peb x Pld x Cld	0.02

Lu (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-3}
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	630
nt (Número total de pessoas na estrutura)	630
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2112 h/ano
$Lu = rt \times Lt \times (nz / nt) \times (tz / 8760)$	2.41×10^{-6}

$$Ru = (NI + Ndj) \times Pu \times Lu$$

$$Ru = 1.06 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

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

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

	Linhas de energia (E)
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m
$Al = 40 \times Ll$	40000 m ²

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.27/km ² x ano
---	----------------------------

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

	Linhas de energia (E)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	0.2
Ce (Fator ambiental)	0.5
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.05 \times 10^{-2} / \text{ano}$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	0/ano

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

	Linhas de energia (E)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1
Peb (Probabilidade em função do NP para qual o DPS foram projetados)	0.05
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	0.05

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	5
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	630
nt (Número total de pessoas na estrutura)	630
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2112 h/ano
$Lv = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1.21×10^{-3}

$$Rv = (NI + Ndj) \times Pv \times Lv$$

$$Rv = 6.35 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

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.

$$R1 = Ra + Rb + Ru + Rv$$

$$R1 = 0,189 \times 10^{-5} / \text{ano}.$$

Risco de perdas de serviço ao público (R2)

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

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.27/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.08 \times 10^{-2}/\text{ano}$

Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	5×10^{-2}
--	--------------------

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	630
nt (Número total de pessoas na estrutura)	630
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	1×10^{-3}

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 1.04 \times 10^{-6}/\text{ano}$$

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

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$5.27/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.08 \times 10^{-2}/\text{ano}$

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

	Linhas de energia (E)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	0.02
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1
$Pc = Pspd \times Cld$	0.02

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 ⁻²
nz (Número de pessoas na zona considerada)	630
nt (Número total de pessoas na estrutura)	630
Lc = Lo x (nz/nt)	1x10 ⁻²

$$Rc = Nd \times Pc \times Lc$$

$$Rc = 4.16 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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

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

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.27/km ² x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	917398.163 m ²
Nm = Ng x Am x 10 ⁻⁶	4.83/ano

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

	Linhas de energia (E)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	0.02
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1.2
Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1.2
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	2.5
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	4x10 ⁻¹
Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4) ²	3.32x10 ⁻¹
Pm = Pspd x Pms	6.64x10 ⁻³

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 ⁻²
nz (Número de pessoas na zona considerada)	630
nt (Número total de pessoas na estrutura)	630
Lm = Lo x (nz/nt)	1x10 ⁻²

$$R_m = N_m \times P_m \times L_m$$

$$R_m = 3.21 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

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

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

	Linhas de energia (E)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.27/km ² x ano
---	----------------------------

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

	Linhas de energia (E)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	0.2
Ce (Fator ambiental)	0.5
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	1.05 x 10 ⁻² / ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	0 / ano

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

	Linhas de energia (E)
Plid (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1
Peb (Probabilidade em função do NP para qual o DPS foram projetados)	0.02
Pv = Peb x Plid x Cld	0.02

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	630
nt (Número total de pessoas na estrutura)	630
$Lv = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	1×10^{-3}

$$Rv = (NI + Ndj) \times Pv \times Lv$$

$$Rv = 2.11 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

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

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

	Linhas de energia (E)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m
Al = 40 x LI	4000 m ²

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.27/km ² x ano
---	----------------------------

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

	Linhas de energia (E)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	0.2
Ce (Fator ambiental)	0.5
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.05 \times 10^{-2} / \text{ano}$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	0/ano

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

	Linhas de energia (E)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	0.02
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1
$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$	0.02

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	630
nt (Número total de pessoas na estrutura)	630
$Lw = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

$$Rw = (NI + Ndj) \times Pw \times Lw$$

$$Rw = 2.11 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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

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

	Linhas de energia (E)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m
$AI = 4000 \times LI$	4000000 m ²

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.27/km ² x ano
---	----------------------------

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

	Linhas de energia (E)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	0.2
Ce (Fator ambiental)	0.5
$Ni = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.05 \times 10^{-1} / \text{ano}$

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

	Linhas de energia (E)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	0.02
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	1
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	0.02

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	630
nt (Número total de pessoas na estrutura)	630
$Lz = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

$$Rz = Ni \times Pz \times Lz$$

$$Rz = 2.11 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

Resultado de R2

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

$$R2 = 53,9 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

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

$$R1 = 0,189 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

Portanto, $R1 < 10^{-5}$,

R2: risco de perdas de serviço ao público

$$R2 = 53,9 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

Portanto, $R2 < 10^{-3}$

Considerando a instalação de um PDA composto por SPDA com nível de proteção II e MPS utilizando DPSs coordenados.