**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/ensaios 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, Caldwelld 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 (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 = 7895.39 m²

## *Classificação da estrutura*

Nível de proteção: II

## *Densidade de descargas atmosféricas*

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: 5.57/km² 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 | 478.13 | 10 | 48 |

## *Seção das cordoalhas*

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Material | Captor (mm²) | Descida (mm²) | Aterramento (mm²) |
| Cobre | - | - | 50 |
| Alumínio | 70 | 70 | - |
| Aço galvanizado | - | - | Ø5/8” |

# 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) | 5x10^-1 |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 5.57/km² x ano |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 2.08x10^-2/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) | 5x10^-2 |
| Pa = Pta x Pb | 5x10^-2 |

**La (valores de perda na zona considerada)**

|  |  |
| --- | --- |
| rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso) | 1x10^-3 |
| 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) | 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 x Lt x (nz/nt) x (tz/8760) | 2.41x10^-6 |

Ra = Nd x Pa x La

Ra = 2.51x10^-9/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) | 5x10^-1 |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 5.27/km² x ano |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 2.08x10^-2/ano |

|  |  |
| --- | --- |
| Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos) | 5x10^-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) | 1x10^-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) | 1x10^-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 x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760) | 1.21x10^-3 |

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 1.254x10^-6/ano

## *Componente Ru (risco de ferimentos a seres vivos 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 x Ll | 40000 m² |

|  |  |
| --- | --- |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 5.27/km² 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 |
| Nl = Ng x Al 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 m² |
| 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) | 1x10^-3 |
| 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) | 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 × Lt × (nz / nt) × (tz / 8760) | 2.41x10^-6 |

Ru = (Nl + Ndj) x Pu x Lu

Ru = 1.06x10^-7/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 x Ll | 40000 m² |

|  |  |
| --- | --- |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 5.27/km² 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 |
| Nl = Ng x Al 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 m² |
| 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) |
| 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 x Pld x 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) | 1x10^-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) | 1x10^-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 x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760) | 1.21x10^-3 |

Rv = (Nl + Ndj) x Pv x Lv

Rv = 6.35x10^-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 = 0,189x10^-5/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) | 5x10^-1 |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 5.27/km² x ano |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 2.08x10^-2/ano |

|  |  |
| --- | --- |
| Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos) | 5x10^-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) | 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) | 630 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 630 |
| Lb = rp x rf x Lf x (nz/nt) | 1x10^-3 |

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 1.04x10^-6/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) | 5x10^-1 |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 5.27/km² x ano |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 2.08x10^-2/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 x 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 x Pc x Lc

Rc = 4.16x10^-6/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/km² x ano |
| Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura) | 917398.163 m² |
| Nm = Ng × Am × 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 |

Rm = Nm x Pm x Lm

Rm = 3.21x10^-4/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 x Ll | 40000 m² |

|  |  |
| --- | --- |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 5.27/km² 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 |
| Nl = Ng x Al 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 m² |
| 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) |
| 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) | 0.02 |
| Pv = Peb x Pld 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) | 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) | 630 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 630 |
| Lv = rp x rf x Lf x (nz/nt) | 1x10^-3 |

Rv = (Nl + Ndj) x Pv x Lv

Rv = 2.11x10^-7/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) |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m |
| Al = 40 x Ll | 4000 m² |

|  |  |
| --- | --- |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 5.27/km² 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 |
| Nl = Ng x Al 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 m² |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.5 |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 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 x Pld x 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) | 1x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 630 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 630 |
| Lw = Lo x (nz/nt) | 1x10^-2 |

Rw = (Nl + Ndj) x Pw x Lw

Rw = 2.11x10^-6/ano

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

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

|  |  |
| --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m |
| Al = 4000 x Ll | 4000000 m² |

|  |  |
| --- | --- |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 5.27/km² 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 x Ai x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 1.05x10^-1/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 x Pli x 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) | 1x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 630 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 630 |
| Lz = Lo x (nz/nt) | 1x10^-2 |

Rz = Ni x Pz x Lz

Rz = 2.11x10^-4/ano

## 

## *Resultado de R2*

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

R2 = 53,9x10^-5/ano

# 

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

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

R1 = 0,189x10^-5/ano

Portanto, R1 < 10^-5,

## *R2: risco de perdas de serviço ao público*

R2 = 53,9x10^-5/ano

Portanto, R2 < 10^-3

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