

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

PROJETO EXECUTIVO

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS



CONTRATADA

PORSAN ENGENHARIA PROJETOS E CONSULTORIAS

RESPONSÁVEL TÉCNICO
DIEGO DE MORAES CAMILO
Engenheiro Eletricista

Recife – PE
2025

SUMÁRIO

1	GENERALIDADES.....	3
1.1	INTRODUÇÃO	3
1.2	OBJETIVO.....	3
1.3	INSTITUIÇÕES E NORMAS	4
1.3.1	INSTITUIÇÕES.....	4
1.3.2	INSTITUIÇÕES COMPLEMENTARES	4
1.3.3	NORMAS PRINCIPAIS	4
1.4	DESCRIÇÃO E CONCEITO	5
2	SOLUÇÕES ADOTADAS	8
2.1	DESCRIÇÃO	8
2.2	SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO	9
2.3	SUBSISTEMA DE DESCIDA	9
2.4	SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO.....	9
2.5	CAIXA DE EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS (BEP).....	10
2.6	CONDUTORES	11
2.7	INSPEÇÕES DE ATERRAMENTO.....	12
2.8	CONEXÕES	12
2.9	FIXAÇÕES.....	13
2.10	EXECUÇÃO	13
3	ANÁLISE DE RISCO / MEMORIAL DE CÁLCULO	14

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUÇÃO

O presente memorial apresenta a descrição do projeto executivo de instalações Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) para o Mercado público do Município de Escada/PE.

A presente análise se baseia no estabelecido na Norma Técnica da ABNT NBR 5419:2015 e considera a realidade física do local a ser analisado.

De acordo com a ABNT NBR-5419:2015, a corrente da descarga atmosférica é a principal fonte de dano, sendo esta fonte classificada em função do ponto de impacto dessa na estrutura. Consequentemente, os danos causados por estas descargas também irão depender das características da estrutura. Cada tipo de dano, associado ou não a outro, poderá produzir diferentes tipos de perdas nesta estrutura, tais como: perda da vida humana, perda de serviço ao público, perda de patrimônio cultural e perda de valores econômicos.

Salienta-se que devido às suas características, os eventos da natureza como raios não são de ocorrências exatamente previsíveis, mas sim tratados como eventos probabilísticos. Portanto, a instalação de um sistema SPDA não impede a ocorrência de raios, não assegura, ou mesmo garante a proteção de todas as instalações, bens ou pessoas em todos os casos. Porém a aplicação das diretrizes da Norma é realizada no sentido de reduzir, de forma significativa, os danos decorrentes de descarga atmosférica considerando as probabilidades da sua eventual ocorrência.

1.2 OBJETIVO

Este memorial descritivo tem por finalidade descrever de forma técnica detalhada todas as informações necessárias para a implementação das instalações do SPDA do Mercado público do município de Escada localizado no Centro - Escada/PE.

Todo o projeto foi elaborado seguindo as prescrições das normas editadas pela ABNT e atendendo as indicações do projeto arquitetônico, compatibilização com outros projetos complementares,

normas de concessionárias de serviço público, especificações de fabricantes de produtos, disposições e atos legais da União, Estado de Pernambuco e município de Escada.

Os cálculos e soluções de projeto foram feitos de modo a atender as exigências determinadas pelas normas da ABNT e literatura existente sobre o assunto.

1.3 INSTITUIÇÕES E NORMAS

1.3.1 INSTITUIÇÕES

Para o desenvolvimento das soluções apresentadas foram observadas as normas das instituições a seguir relacionadas:

- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NEOENERGIA – Companhia Energética de Pernambuco
- Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho
- Normas do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Pernambuco

1.3.2 INSTITUIÇÕES COMPLEMENTARES

A fim de complementar as normas vigentes da ABNT deverão ser utilizadas as seguintes publicações.

- NFPA – National Fire Protection Association
- IEC – International Electrical Commission
- ANSI – American National Standards Institute
- IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineers

1.3.3 NORMAS PRINCIPAIS

- NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

- NBR 5419-1 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas, Parte 1: Princípios Gerais;
- NBR 5419-2 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas, Parte 2: Gerenciamento de risco;
- NBR 5419-3 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas, Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida;
- NBR 5419-4 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas, Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura;
- NBR 6524 – Fios e cabos de cobre duro e meio duro com ou sem cobertura protetora para instalações aéreas – Especificação;
- NBR 13571:1996 — Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios – Especificação.

Os projetos foram elaborados considerando as normas acima citadas na versão mais atualizada delas.

A instaladora ou construtora deverá efetuar uma verificação criteriosa na época da execução dos serviços para verificação sobre novas normas, alterações das normas vigentes.

Sempre com a aprovação do projetista poderão ser aceitas outras normas de reconhecida autoridade e que garantam a qualidade e segurança da instalação respeitando o que diz o código de defesa do consumidor em seu capítulo V, seção IV, artigo 39, inciso VIII: “É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços, dentre outras práticas abusivas, colocar no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro)”.

1.4 DESCRIÇÃO E CONCEITO

O princípio fundamental na proteção de edificações contra raios é fazer com que uma descarga atmosférica entre ou saia da terra sem passar através de materiais não condutores das construções (madeira, concreto, pedra etc.). Os danos causados por superaquecimento e tensão mecânica, pela

passagem da descarga em materiais não condutores, podem ser consideravelmente minimizados, se a descarga fluir através de materiais condutores, desde que com conveniente seção transversal.

Uma descarga em uma estrutura tende a atravessar suas partes metálicas em todas as direções. Portanto, se essa estrutura for **aterrada**, adequadamente, os danos serão evitados. No entanto, devido à vasta gama de características para cada descarga, é difícil conseguir uma proteção sob todas as condições, embora o grau de proteção oferecido pelo presente processo seja muito alto, se faz necessária que sua execução seja bem-feita e mantida com manutenção periódica.

A finalidade do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) é proteger edificações, estruturas e pessoas contra os efeitos das descargas atmosféricas, **não implicando isso em uma não ocorrência ou inexistência de descarga**. As condições de proteção requeridas para a edificação são dadas por vários fatores, e a obrigatoriedade de sua instalação é determinada por eventos probabilístico da incidência de raios na região considerada, através da verificação de sua necessidade.

Sua inspeção periódica e registro **são obrigatórios por norma**, sendo a inspeção visual efetuada **semestralmente**, e a inspeção geral a **cada 01 (um) ano** desde que não tenha ocorrido nenhum reparo, modificação ou descarga atmosférica no SPDA, antes deste período, quando deve ser inspecionada novamente, devendo-se inclusive, manter o registro dos valores medidos de resistência de aterramento a fim de acompanhamento.

Segundo os cálculos realizados no item 3 (Análise de Risco), considerando os parâmetros da norma NBR5419:2015, é exigível a instalação de um sistema específico de SPDA para o Mercado Público como mostra a memória de cálculo em anexo, assim, será instalada um sistema baseado no método das Malhas – Gaiola de Faraday. Este método consiste na configuração de uma malha, dentro dos parâmetros observados na tabela 2 da NBR5419. Está malha comumente é formada por cabos de cobre nu ou chapas de alumínio, e ainda conta com o auxílio de mini captadores nos cantos salientes da estrutura, conforme indicado em projeto.

TABELA 2 - VALORES MÁXIMOS DOS RAIOS DA ESFERA ROLANTE, TAMANHO DA MALHA E ÂNGULO DE PROTEÇÃO CORRESPONDENTE A CLASSE DO SPDA			
METODO DE PROTEÇÃO			
CLASSE DO SPDA	RAIO DA ESFERA ROLANTE - R (m)	MÁXIMO AFASTAMENTO DOS CONDUTORES DA MALHA (m)	ÂNGULO DE PROTEÇÃO α°
I	20	5 x 5	VER FIGURA 1 NBR 5419
II	30	10 x 10	
III	45	15 x 15	
IV	60	20 x 20	

Fonte: Adaptado de NBR 5419-3 (2025).

Não é permitida emendas nos cabos condutores de descida. Nos quadros elétricos principais dentro da edificação serão instalados dispositivos DPS no barramento, no sentido de minimizar a possibilidade de danos causados aos equipamentos mais sensíveis, por surtos de tensão nos circuitos elétricos.

A NBR 5419 determina quatro níveis de proteção, com base nos quais devem ser tomadas decisões de projeto mais ou menos severas. Esses níveis de proteção estão assim definidos:

- Nível I: é o nível mais severo quanto à perda de patrimônio. Refere-se às construções protegidas, cuja falha no sistema de para-raios pode provocar danos às estruturas adjacentes, tais como as indústrias petroquímicas, de materiais explosivos etc.
- Nível II: refere-se às construções protegidas, cuja falha no sistema de para-raios pode ocasionar a perda de bens de estimável valor ou provocar pânico aos presentes, porém sem nenhuma consequência para as construções adjacentes. Enquadram-se neste nível os museus, teatros, estádios, hospitais etc.
- Nível III: refere-se às construções de uso comum, tais como prédios residenciais, comerciais e industriais de manufaturas simples.
- Nível IV: refere-se às construções onde não é rotineira a presença de pessoas. São feitas de material não inflamável, sendo o produto armazenado nelas de material não-combustível, tais como armazéns de concreto para produtos de construção.

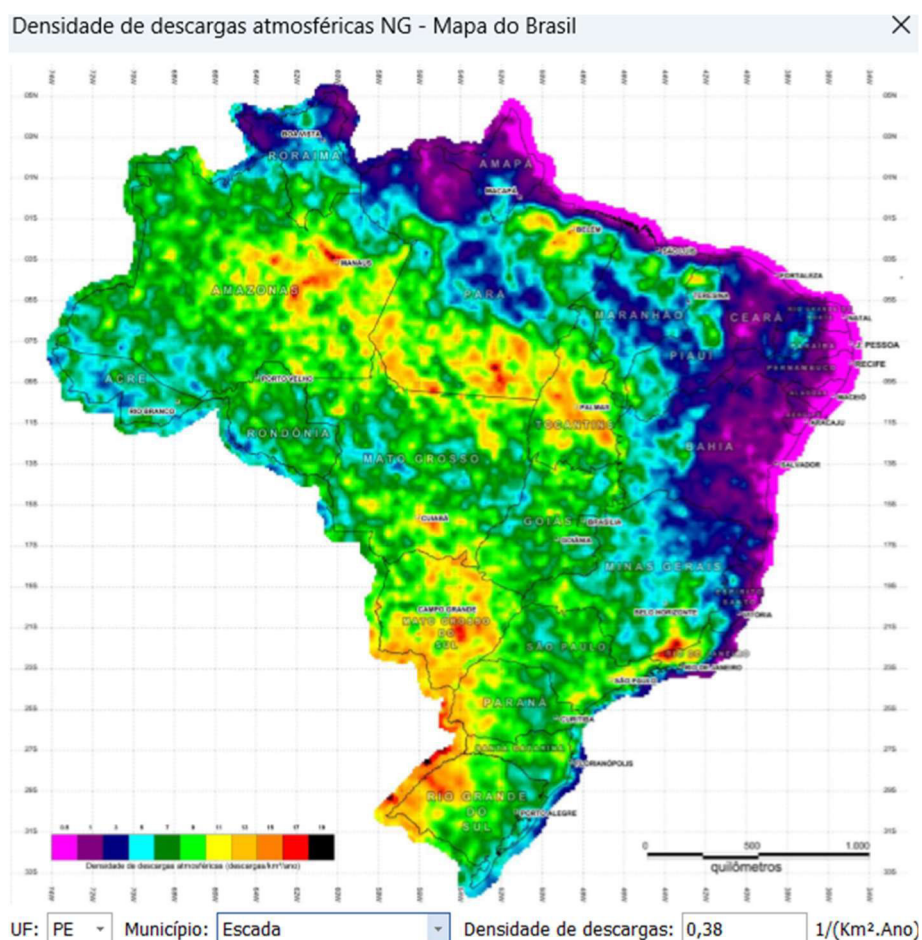
DENSIDADE DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS NA REGIÃO

Para a região de Escada – PE, por meio da consulta ao site do INPE (<http://www.inpe.br/webelat/homepage/>), temos:

Ng = Densidade de Descargas Atmosféricas Ano

Ng = 0,38 (1/km²/ano)

Ng de Escada-PE no Mapa de Raios do INPE, ver figura abaixo



Fonte: Software Qibuilder (2025).

2 SOLUÇÕES ADOTADAS

2.1 DESCRIÇÃO

O nível de proteção adequado e consolidado através da análise de risco para a estrutura é o nível de proteção III.

Os cálculos provenientes da análise de risco e os métodos utilizados para o SPDA são mostrados no item 3 deste documento.

Todos os elementos metálicos, presentes na cobertura do prédio, não destinados à condução de corrente, devem ser conectados à malha de captação com a finalidade de equipotencialização.

2.2 SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO

A malha de captação será instalada ao longo da cobertura do prédio, será feita com o uso de barras chatas de alumínio na medida de 7/8" x 1/8" e mini captadores de 600 mm de comprimento com distanciamento em acordo com a tabela 2 da NBR5419/2015.

2.3 SUBSISTEMA DE DESCIDA

As descidas serão em barra chata de alumínio 7/8" x 1/8". Estas serão conectadas à malha de aterramento por meio de cabos de cobre nu #35mm² no nível do piso acabado.

As descidas devem estar distanciadas no mínimo 0,5m de qualquer porta, janela ou outra abertura existente.

De acordo com as orientações da norma NBR5419/2015, há uma lista de requisitos dos quais se ao menos um dos mesmos for atendido, será considerado que os riscos relacionados à tensão de passo e toque serão tolerados para a vida humana. Consequentemente, os riscos relacionados à tensão de passo e toque deste projeto é tido como tolerável, em vista que, há dois requisitos que são atendidos, que são:

- (I) A probabilidade de aproximação de pessoas, ou a duração da presença delas fora da estrutura e próximas aos condutores de descida, for muito baixa;
- (II) O subsistema de descida consistir em pelo menos 10 caminhos naturais de descida interconectados.

2.4 SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

O subsistema de aterramento tem o objetivo de dispersar a corrente da descarga atmosférica e minimizar as sobretensões potencialmente perigosas. A malha de aterramento deve ser comum para todos os sistemas da estrutura.

As barras chatas de descida levarão as descargas atmosféricas até a malha de aterramento, constituída de cabos de cobre nu de $\#50\text{mm}^2$ enterrados horizontalmente no solo a uma profundidade de 60cm da superfície do piso, opcionalmente pode ser revestido com concreto magro, como forma de proteção antifurto.

Junto a cada descida recomenda-se ser instalada uma caixa de inspeção de aterramento de dimensões $\varnothing 300 \times 400\text{mm}$ em PVC com tampa em ferro fundido de $\varnothing 300\text{mm}$ e uma haste de aço revestida de cobre tipo Copperweld 5/8" x 2,4m de alta camada. Em projeto foram considerada caixa de inspeção apenas em trechos estratégico e haste de aço em todas as descidas.

Todas as conexões entre a malha de aterramento, hastes de aço-cobreado, e condutores deverão ser preferencialmente feitas através de soldas exotérmicas. A interligação das descidas em barra chata ao subsistema de aterramento se dará através de fixador universal no nível do pavimento térreo, seguindo para a caixa de inspeção em condutor cobre nu de $\#35\text{mm}^2$. A resistência máxima permitida por norma é de 10 ohms para todo o sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

Recomenda-se a medição periódica da resistência da malha de terra para acompanhamento do seu desempenho ao longo do tempo. Esta feita através de caixa de medição instalada em cada descida.

2.5 CAIXA DE EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS (BEP)

Para a equalização de potenciais do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, é necessária a interligação de todas as massas metálicas não energizadas, ou seja, não projetadas para a condução de corrente elétrica (tubulações, armaduras, elevadores, e todas as prumadas etc.) à malha de aterramento. Esta interligação deverá ser executada à nível de solo, conectando a caixa de equipotencialização principal (BEP) à malha de aterramento projetada.

A cada inspeção programada deverá ser realizada uma verificação das ligações de equipotencialização dos elementos externos sujeitos às descargas atmosféricas (principalmente

os localizados sobre as coberturas ou que façam parte da própria cobertura como estruturas metálicas, telhas metálicas, etc.). Ligações deterioradas pelo tempo deverão ser substituídas.

A caixa do BEP é composta por um barramento de cobre com dimensões mínimas de 210 mm de comprimento, 210 mm de largura e 90 mm de espessura, 9 terminais para cabo de cobre até 25mm² e 1 terminal para cabo de cobre nu de #35mm².

Todas massas metálicas devem ser equipotencializadas com a malha de aterramento.

Conectar os aterramentos telefônicos, elétricos, massas metálicas, prumadas de incêndio, recalque, tubos de gás, tubulações metálicas, guias de elevadores na caixa de equalização de potenciais com cabo de cobre isolado bitola até 25 mm².

O sistema externo de captação de raios (para-raios, captadores etc.) garante a proteção das pessoas e do patrimônio (construção). Para a proteção adicional dos circuitos elétricos e equipamentos de telefonia contra sobretensões oriundas de surtos atmosféricos, recomenda-se o uso de supressores de surto Tipo 1 ou classe “B” nos quadros elétricos (proteção de todos os componentes da entrada de energia), opcionalmente poderão ser utilizados DPSs Tipo 1/2 que atendem as classes B e C no mesmo produto. Para os quadros de distribuição dentro da edificação/estrutura, recomenda-se a instalação de DPS’s Tipo 2 ou classe “C” junto aos alimentadores que chegam aos quadros de distribuição.

Todo e qualquer material considerado neste projeto deve ser de primeira linha.

2.6 CONDUTORES

Todo e qualquer material considerado neste projeto deve ser de primeira linha.

- TIPO: CABO DE COBRE NU #50,0mm²

Caracterização: Deverá ser formada por fios de cobre eletrolítico nu, têmpera mole, meio duro, bitola de #50,0mm², cada fio da cordoalha deve ter diâmetro mínimo de 3 mm.

Normas aplicáveis: NBR 6524 e NBR 5419:2015

Aplicação: Condutores de descida e de aterramento de SPDA

- TIPO: BARRA CHATA DE ALUMÍNIO
Caracterização: Barra chata em alumínio 7/8"x1/8"x3m (#70mm²) com furos de Ø7mm. Normas aplicáveis: NBR 5419:2015
Aplicação: Malha de captação e descidas de SPDA.
- TIPO: MINICAPTOR EM BARRA CHATA DE ALUMÍNIO
Caracterização: Mini captor em barra chata de alumínio de dimensões 1/8" x 7/8" com altura de 60cm. Normas aplicáveis: NBR 5419:2015
Aplicação: Malha de captação de SPDA.
- TIPO: HASTE DE ATERRAMENTO
Caracterização: Haste de aterramento de alta camada, com núcleo de aço SAE 1010/1020 com revestimento de cobre eletrolítico de pureza mínima de 95% sem traços de zinco. Camada de cobre obtida através de eletrodeposição anódica. Conforme NBR 13571. De dimensões Ø5/8" x 2400 mm (Ø14,3mm efetivo).
Aplicação: Aterramento de SPDA.

2.7 INSPEÇÕES DE ATERRAMENTO

- TIPO: CAIXA DE INSPEÇÃO PVC
Caracterização: Caixa em PVC para inspeção do subsistema de aterramento.
Medidas: Ø300 x 400 mm.
Aplicação: Inspeção do subsistema de aterramento.
- TIPO: TAMPA REFORÇADA Ø300mm
Caracterização: Tampa reforçada em ferro fundido com escotilha Ø300mm. Suporta tráfego de veículos leves, e pode ser utilizada com qualquer caixa de inspeção Ø300mm.
Aplicação: Inspeção do subsistema de aterramento.

2.8 CONEXÕES

- TIPO: CONEXÃO EXOTÉRMICA
Caracterização: Deverão ser feitas com solda exotérmica, utilizando-se as formas adequadas para cada tipo de solda.

Aplicação: Conexão entre cabos de aterramento enterrados.

2.9 FIXAÇÕES

- TIPO: FIXADOR UNIVERSAL

Caracterização: Fabricado em latão estanhado para cabos de cobre de #16,0mm² a #35,0mm².

Aplicação: Fixação de cabos no concreto e nas derivações de cabos de barras chatas.

- TIPO: PARAFUSO AUTOPERFURANTE SEXTAVADO

Caracterização: Parafuso autoperfurante sextavado com vedação $\varnothing 1/4'' \times 7/8''$.

Aplicação: Fixação das barras chatas nas telhas metálicas.

- TIPO: PARAFUSO CABEÇA CHATA EM ALUMÍNIO

Caracterização: Parafuso cabeça chata para emenda de barras chatas em alumínio Fenda Philips $\varnothing 1/4'' \times 5/8''$.

Aplicação: Emendas entre barras chatas.

- TIPO: PORCA SEXTAVADA EM ALUMÍNIO

Caracterização: Porca sextavada em alumínio $\varnothing 1/4''$.

Aplicação: Emendas entre barras chatas.

- TIPO: PRESILHA DE ALUMÍNIO PARA BARRAS CHATAS

Caracterização: Alumínio furo $\varnothing 8\text{mm}$ para barras chatas de alumínio $7/8'' \times 1/8''$.

Aplicação: Fixação da barra chata de alumínio na platibanda e descidas.

2.10 EXECUÇÃO

O instalador do sistema de proteção contra descargas elétricas atmosféricas e demais sistemas de aterramentos elétricos que compõem o projeto deverão ter pleno conhecimento do local e dos tipos de solos existentes.

A instaladora deverá executar a prospecção de resistividade aparente do solo visando consolidar o dimensionamento das malhas de aterramento, para oferecer plenas condições de dissipação às correntes elétricas resultantes de descargas elétricas atmosféricas, absorvidas pelo sistema de captação do empreendimento.

A contratada deverá apresentar à fiscalização da obra relatórios completos contendo os resultados obtidos na prospecção, a estratificação do solo, o memorial de cálculo e, o dimensionamento de todos os cabos e malhas de aterramento.

3 ANÁLISE DE RISCO / MEMORIAL DE CÁLCULO

O presente documento tem por finalidade descrever o projeto de construção de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), elaborado de acordo com a norma NBR 5419/2015

Dados da edificação

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
6.20 m	65.00 m	46.00 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.

$$A_d = 8206.07 \text{ m}^2$$

Dados do projeto

Classificação da estrutura

Nível de proteção: III

Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: $3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$

Risco de perda de vida humana (R1) - Padrão

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)	2.5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$7.8 \times 10^{-4} / \text{ano}$

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 a seres vivos devido a tensões de toque e de passo)	1×10^{-1}
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1×10^{-1}
$Pa = Pta \times Pb$	1×10^{-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)	1000
nt (Número total de pessoas na estrutura)	1000
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1×10^{-5}

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

$$Ra = 7.8 \times 10^{-11} / \text{ano}$$

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)	2.5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$7.8 \times 10^{-4} / \text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-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)	1
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	2×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	1000
nt (Número total de pessoas na estrutura)	1000
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1×10^{-4}

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

$$Rb = 7.8 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

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)	2.5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$7.8 \times 10^{-4} / \text{ano}$

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)	5×10^{-2}	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$, $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	5×10^{-2}	1
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	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)	1×10^{-3}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	1000
nt (Número total de pessoas na estrutura)	1000

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$L_c = L_o \times (n_z/nt) \times (tz/8760)$	1×10^{-3}

$$R_c = N_d \times P_c \times L_c$$

$$R_c = 7.8 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

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)	$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	896398.16 m ²
$N_m = N_g \times A_m \times 10^{-6}$	$3.41 \times 10^{-1} / \text{ano}$

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)	5×10^{-2}	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)	1	1
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	1	1
$P_{ms} = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	1	1
$P_{m.E} = P_{spd.E} \times P_{ms.E}$, $P_{m.T} = P_{spd.T} \times P_{ms.T}$	5×10^{-2}	1
$P_m = 1 - [(1 - P_{m.E}) \times (1 - P_{m.T})]$	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)	1×10^{-3}
---	--------------------

nz (Número de pessoas na zona considerada)	1000
nt (Número total de pessoas na estrutura)	1000
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lm = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1×10^{-3}

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 3.41 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

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)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Al = 40 \times LI$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$	

NI (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
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.52 \times 10^{-3} / \text{ano}$	$1.52 \times 10^{-3} / \text{ano}$

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)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	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)	0.1	
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	1	

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
$P_u = P_{tu} \times P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$	1×10^{-1}	1×10^{-1}

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)	1000
nt (Número total de pessoas na estrutura)	1000
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$L_u = r_t \times L_t \times (n_z / n_t) \times (t_z / 8760)$	1×10^{-5}

$$R_u = R_{u.E} + R_{u.T}$$

$$R_u = [(N_{l.E} + N_{dj.E}) \times P_{u.E} \times L_u] + [(N_{l.T} + N_{dj.T}) \times P_{u.T} \times L_u]$$

$$R_u = 3.04 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

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)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$A_l = 40 \times LI$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$	

NI (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
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.52 \times 10^{-3}/\text{ano}$	$1.52 \times 10^{-3}/\text{ano}$

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)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)		1

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
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	1	1

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-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)	1
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	2×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	1000
nt (Número total de pessoas na estrutura)	1000
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lv = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1×10^{-4}

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(Nl.E + Ndj.E) \times P_{v.E} \times L_v] + [(Nl.T + Ndj.T) \times P_{v.T} \times L_v]$$

$$R_v = 3.04 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

Componente R_w (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)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Al = 40 \times LI$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	3.8x10 ⁻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
$Nl = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	1.52x10 ⁻³ /ano	1.52x10 ⁻³ /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)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	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)	5×10^{-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
$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$	5×10^{-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)	1×10^{-3}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	1000
nt (Número total de pessoas na estrutura)	1000
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lw = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1×10^{-3}

$$Rw = Rw.E + Rw.T$$

$$Rw = [(NI.E + Ndj.E) \times Pw.E \times Lw] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pw.T \times Lw]$$

$$Rw = 1.6 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Ai = 4000 \times LI$	4000000 m ²	4000000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$	

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
$Ni = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.52 \times 10^{-1}/ano$	$1.52 \times 10^{-1}/ano$

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)	5×10^{-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)	1	1
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	5×10^{-2}	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)	1×10^{-3}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	1000
nt (Número total de pessoas na estrutura)	1000
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lz = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1×10^{-3}

$$Rz = Rz.E + Rz.T$$

$$Rz = (Ni.E \times Pz.E \times Lz) + (Ni.T \times Pz.T \times Lz)$$

$$Rz = 1.6 \times 10^{-4}/ano$$

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.

$$R1 = Ra + Rb + Rc + Rm + Ru + Rv + Rw + Rz$$

$$R1 = 5.03 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

Risco de perdas de serviço ao público (R2) - Padrão

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)	2.5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$7.8 \times 10^{-4} / \text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-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)	1000
nt (Número total de pessoas na estrutura)	1000
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	5×10^{-4}

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

$$Rb = 3.9 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

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)	2.5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$	$7.8 \times 10^{-4} / \text{ano}$

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)	5×10^{-2}	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$P_{c.E} = P_{spd.E} \times C_{ld.E}$, $P_{c.T} = P_{spd.T} \times C_{ld.T}$	5×10^{-2}	1
$P_c = 1 - [(1 - P_{c.E}) \times (1 - P_{c.T})]$	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)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	1000
nt (Número total de pessoas na estrutura)	1000
$L_c = L_o \times (n_z / n_t)$	1×10^{-2}

$$R_c = N_d \times P_c \times L_c$$

$$R_c = 7.8 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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)	$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	896398.16 m ²
$N_m = N_g \times A_m \times 10^{-6}$	$3.41 \times 10^{-1} / \text{ano}$

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)	5×10^{-2}	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)	1	1
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	1	1
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	1	1
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$, $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	5×10^{-2}	1
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$	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)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	1000
nt (Número total de pessoas na estrutura)	1000
$Lm = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 3.41 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

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.

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$AI = 40 \times LI$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$	

NI (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
$NI = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.52 \times 10^{-3}/ano$	$1.52 \times 10^{-3}/ano$

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)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)		1

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
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	1	1

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-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)	1000
nt (Número total de pessoas na estrutura)	1000
$Lv = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	5×10^{-4}

$$Rv = Rv.E + Rv.T$$

$$Rv = [(NI.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$Rv = 1.52 \times 10^{-6}/ano$$

Componente R_w (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.

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$AI = 40 \times LI$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	3.8x10 ⁻¹ /km ² x ano	

NI (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
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	1.52x10 ⁻³ /ano	1.52x10 ⁻³ /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)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	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 R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1

$P_w = P_{spd} \times P_{ld} \times C_{ld}$	5×10^{-2}	1
---	--------------------	---

L_w (valores de perda na zona considerada)

L_o (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
n_z (Número de pessoas na zona considerada)	1000
n_t (Número total de pessoas na estrutura)	1000
$L_w = L_o \times (n_z/n_t)$	1×10^{-2}

$$R_w = R_{w.E} + R_{w.T}$$

$$R_w = [(N_{l.E} + N_{dj.E}) \times P_{w.E} \times L_w] + [(N_{l.T} + N_{dj.T}) \times P_{w.T} \times L_w]$$

$$R_w = 1.6 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

Componente R_z (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.

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
L_i (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$A_i = 4000 \times L_i$	4000000 m ²	4000000 m ²
N_g (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
C_i (Fator de instalação da linha)	1	1
C_t (Fator do tipo de linha)	1	1
C_e (Fator ambiental)	0.1	0.1
$N_i = N_g \times A_i \times C_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6}$	$1.52 \times 10^{-1} / \text{ano}$	$1.52 \times 10^{-1} / \text{ano}$

P_z (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)	5×10^{-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)	1	1
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	5×10^{-2}	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)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	1000
nt (Número total de pessoas na estrutura)	1000
$Lz = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

$$Rz = Rz.E + Rz.T$$

$$Rz = (Ni.E \times Pz.E \times Lz) + (Ni.T \times Pz.T \times Lz)$$

$$Rz = 1.6 \times 10^{-3}/ano$$

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.

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

$$R2 = 5.03 \times 10^{-3}/ano$$

Risco de perdas de patrimônio cultural (R3) - Padrão

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.

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)	2.5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$3.8 \times 10^{-1}/km^2 \times ano$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$7.8 \times 10^{-4}/ano$

Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1×10^{-1}
--	--------------------

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-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}
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$	0

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

$$Rb = 0/\text{ano}$$

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
$Al = 40 \times Ll$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$3.8 \times 10^{-1}/\text{km}^2 \times \text{ano}$	

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
$Nl = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.52 \times 10^{-3}/\text{ano}$	$1.52 \times 10^{-3}/\text{ano}$

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)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	1	

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
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	1	1

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-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}
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
$Lv = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$	0

$$Rv = Rv.E + Rv.T$$

$$Rv = [(NI.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$Rv = 0/\text{ano}$$

Resultado de R3

O risco R3 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R3 = Rb + Rv$$

$$R3 = 0/\text{ano}$$

Risco de perda de valores econômicos (R4) - Padrão

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.

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)	2.5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$7.8 \times 10^{-4} / \text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	2×10^{-1}
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lb = rp \times rf \times Lf \times ((ca+cb+cc+cs)/CT)$	1×10^{-3}

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

$$Rb = 7.8 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

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)	2.5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$7.8 \times 10^{-4} / \text{ano}$

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)	5×10^{-2}	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$, $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	5×10^{-2}	1
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	1	

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lc = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-2}

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

$$Rc = 7.8 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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)	$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	896398.16 m ²
$Nm = Ng \times Am \times 10^{-6}$	$3.41 \times 10^{-1} / \text{ano}$

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)	5×10^{-2}	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)	1	1
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	1	1
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	1	1
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$, $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	5×10^{-2}	1
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$	1	

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lm = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-2}

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 3.41 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

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)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Al = 40 \times LI$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$

NI (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
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.52 \times 10^{-3} / \text{ano}$	$1.52 \times 10^{-3} / \text{ano}$

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)	0.5	0.5
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)		1

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	1	1

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 (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	2x10 ⁻¹
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
Lv = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT)	1x10 ⁻³

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(Nl.E + Ndj.E) \times P_{v.E} \times L_v] + [(Nl.T + Ndj.T) \times P_{v.T} \times L_v]$$

$$R_v = 3.04 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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.

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		3.8x10 ⁻¹ /km ² x ano

NI (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
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	1.52x10 ⁻³ /ano	1.52x10 ⁻³ /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)	0.5	0.5
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
Plid (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 Plid x Cld	5x10 ⁻²	1

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lw = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-2}

$$Rw = Rw.E + Rw.T$$

$$Rw = [(NI.E + Ndj.E) \times Pw.E \times Lw] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pw.T \times Lw]$$

$$Rw = 1.6 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

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)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Ai = 4000 \times LI$	4000000 m ²	4000000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$3.8 \times 10^{-1} / \text{km}^2 \times \text{ano}$	

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
$Ni = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$1.52 \times 10^{-1} / \text{ano}$	$1.52 \times 10^{-1} / \text{ano}$

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-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)	1	1
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	5×10^{-2}	1

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lz = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-2}

$$Rz = Rz.E + Rz.T$$

$$Rz = (Ni.E \times Pz.E \times Lz) + (Ni.T \times Pz.T \times Lz)$$

$$Rz = 1.6 \times 10^{-3}/ano$$

Resultado de R4

O risco R4 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R4 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

$$R4 = 5.03 \times 10^{-3}/ano$$

Avaliação do custo de perdas do valor econômico - Padrão

Resultado das perdas de valor econômico

As perdas de valor econômico são afetadas diretamente pelas características de cada tipo de perda da zona. O custo total de perdas da estrutura (CT) é o somatório dos valores estabelecidos para cada tipo de perda da estrutura e quando multiplicado pelo risco (R4) obtêm-se o custo anual de perdas (CL).

Custo total de perdas (ct)

O custo total de perdas (ct) é a somatória dos valores de perdas na zona, compreendendo o valor dos animais na zona (ca), o valor da edificação relevante à zona (cb), o valor do conteúdo da zona (cc) e o valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona (cs). O seu valor calculado é monetário.

$$ct = ca + cb + cc + cs$$

$$ct = 0$$

Custo total de perdas da estrutura (CT)

O custo total de perdas da estrutura (CT) é a somatória dos valores de perdas de todas as zonas da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

$$CT = ct(z1) + \dots ct(zn)$$

$$CT = 0$$

Custo anual de perdas (CL)

O custo anual de perdas (CL) é a multiplicação entre o custo total de perdas (CT) e o risco (R4), na qual contribui para análise do risco econômico total da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

$$CL = CT \times R4$$

$$CL = 0$$

Avaliação final do 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	50.33×10^{-5}	5.03×10^{-3}	0	5.03×10^{-3}

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

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

$$R1 = 50.33 \times 10^{-5}/\text{ano}$$

Status: O risco de perda de vida humana ou ferimentos permanentes está acima do risco tolerável 10^{-5}

R2: risco de perdas de serviço ao público

$$R2 = 5.03 \times 10^{-3}/\text{ano}$$

Status: O risco de perda de serviço ao público está acima do risco tolerável 10^{-3}

R3: risco de perdas de patrimônio cultural

$$R3 = 0/\text{ano}$$

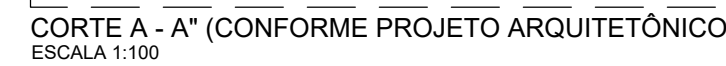
Status: O risco de perda de patrimônio cultural está abaixo do risco tolerável 10^{-4}

R4: risco de perda de valor econômico

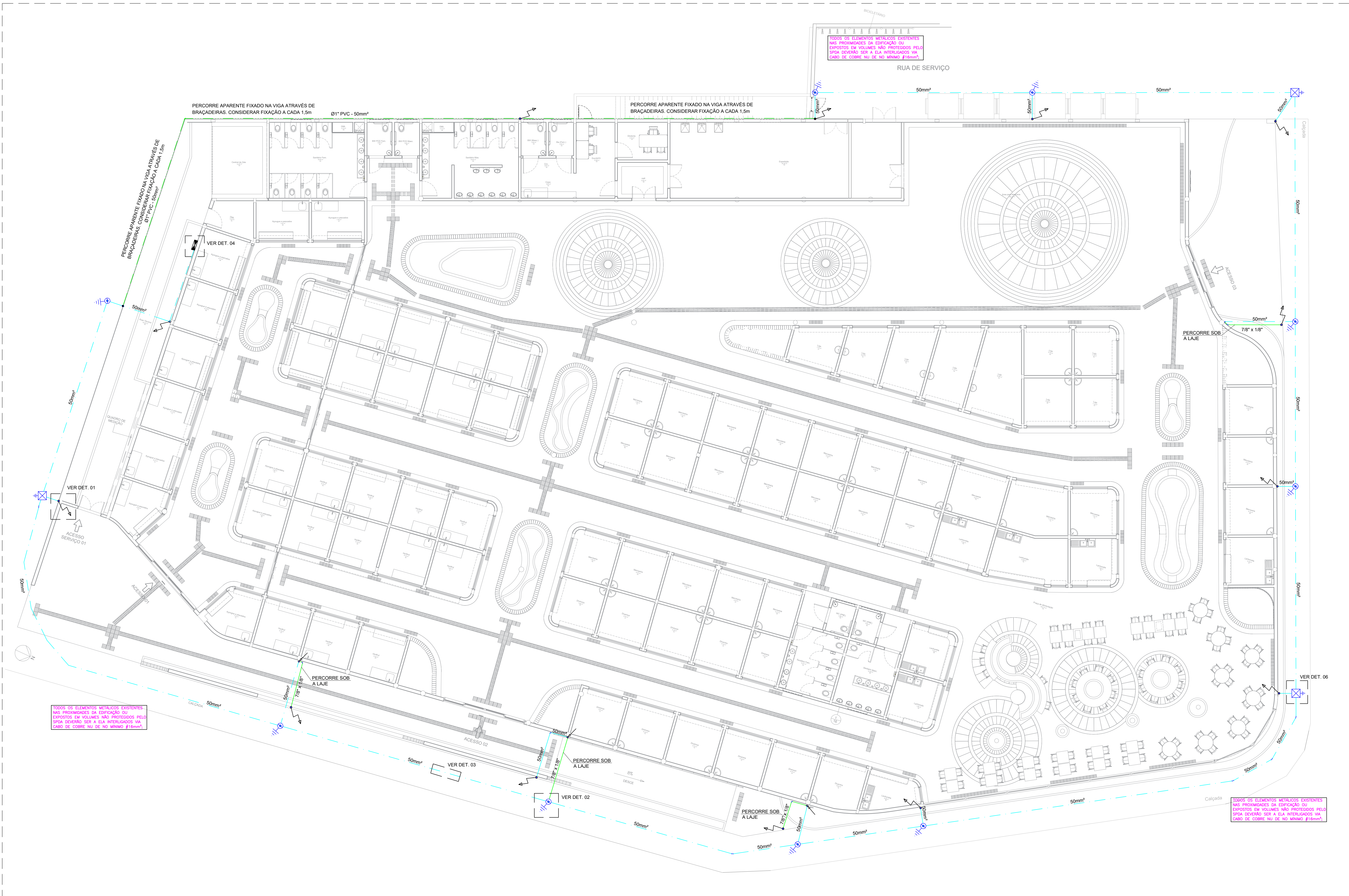
$$R4 = 5.03 \times 10^{-3}/\text{ano}$$



Diego de Moraes Camilo
Engenheiro Eletricista
CREA 1822876222



ROO	EMISSÃO INICIAL	21/03/2025	
NOME DO PROJETO: PROJETO DE RENOVAÇÃO DO MERCADO PÚBLICO LOCAL: Centro, Escada - PE, 55600-000 CONTRATANTE: PREFEITURA MUNICIPAL DA ESCADA - PE CNPJ: 11.294.303/0001-80 TIPO DE PROJETO: PROJETO EXECUTIVO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA) CARACTERÍSTICA: CORTES ZONA DE PROTEÇÃO / DETALHES CONSTRUTIVOS		DEPARTAMENTO AUTORIZADO PARA RESERVAÇÃO, PROTEÇÃO, TROCA E REPRODUÇÃO DO TRANSPARENCIA EM TODO OU EM PARTE SEM PREVISÃO AUTORIZADA.  PORSAN Engenharia e Projetos CNPJ: 13.923.606/0001-40 Rua da Penambubaca, 252 - Sala 005 CEP: 55600-000 www.porsanengenharia.com porsan@porsan-eng.com Fone: (81) 3114 1427 Cel: (81) 96323 5053 96564 1933	
		FRASCADA Nº: 03/03 ELE	
RESPONSAVEIS TÉCNICOS: FRANCISCO PONCIANO DE SOUSA DIEGO DE MORAES CAMILO		CREA/CONFEA: 160.666.136-1 182.287.622-2	
		DATA DA REVISÃO: 21/03/2025 DESENHO: Diego Camilo REVISÃO: 008	



LEGENDA	
	PRUMADA SISTEMA PROTEÇÃO DESCARGAS ATMOSFÉRICAS, BARRA CHATA DE ALUMÍNIO 7/8"x1/8"
	HASTE DE ATERRAMENTO EM AÇO COBRADO - #5/8"x2,40m
	CABO DE COBRE NU N° 50mm² (7 FIOS x Ø3,00mm)
	BARRA CHATA DE ALUMÍNIO 7/8"x1/8"
	CABO DE COBRE NU N° 50mm² (7 FIOS x Ø3,00mm) ABRIGADO NO INTERIOR DE ELETRODUTO EM PVC RÍGIDO Ø1", FIXADO NA VIGA ATRAVÉS DE BRAÇADEIRAS, CONSIDERAR FIXAÇÃO A CADA 1,5 METROS.
	INFRA QUE SOBRE / DESCE
	CAIXA DE EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS (BEL E BEP)
	SOLDA EXTERNA, CONECTOR OU TERMINAL DE COMPRESSÃO
	CAIXA DE INSPEÇÃO EM CONCRETO 300x300mm COM HASTE HASTE DE ATERRAMENTO EM AÇO COBRADO - #5/8"x2,40m
	MINICAPTOR VERTICAL (TERMINAL AEREO) ALT. 600mm

PREMISSAS	
1.	PROJETO ELABORADO CONFORME NORMA TÉCNICA REGULADORA 5419:2015, O MÉTODO ADOPTADO PARA ELABORAÇÃO DO SISTEMA FOI OS DAS MALHAS, CONFORME ANÁLISE DE RISCO FOI ADOPTADO NÍVEL DE PROTEÇÃO III.
2.	CONFORME ACRÉDITO COM A CONDIÇÃO FOI CONSIDERADO QUE OS CONDUTORES DE DESCIDA NÃO-NATURAIS SERÃO BARRAS CHATAS DE ALUMÍNIO 7/8"x1/8" FIXADAS NAS FACHADAS, PROTEGIDAS POR ELETRODUTOS EM PVC RÍGIDO Ø1" ATE NO MÍNIMO 3,00 METROS DE ALTURA.
3.	A MALHA DE ATERRAMENTO DEVERÁ SER ÚNICA FORMANDO UM ANEL PARA TODO O SISTEMA, TORNANDO-O EQUIPOTENCIAL.
4.	A MALHA PRINCIPAL ESTÁ A 500mm SOB O SOLO E COM AFASTAMENTO DE 1,0m DO VOLUME A SER PROTEGIDO, SEMPRE QUE POSSÍVEL.
5.	TODOS OS ELEMENTOS METÁLICOS EXISTENTES NAS PROXIMIDADES DA EDIFICAÇÃO OU EXPOSTOS EM VOLUMES NÃO PROTEGIDOS PELO SPDA DEVERÃO SER A ELA INTERLIGADOS VIA CABO DE COBRE NU DE NO MÍNIMO #16mm².
6.	A MEDIÇÃO DA EQUIPOTENCIALIZAÇÃO DO ATERRAMENTO DEVERÁ SER REALIZADA IMEDIATAMENTE APÓS A CONCLUSÃO DE CADA TRECHO DA MALHA, SENDO AS EVENTUAIS COMPLEMENTAÇÕES FEITAS ANTES DA EXECUÇÃO DO PISO E DE EVENTUAL DRENAGEM SUB-SUPERFICIAL.
7.	PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO: OS MATERIAIS FERROSOS EXPOSTOS DEVEM SER GALVANIZADOS A QUENTE.
8.	O NÚMERO DE CONEXÕES AO LONGO DOS CONDUTORES DEVE SER O MENOR POSSÍVEL, CONEXÕES DEVEM SER FEITAS DE FORMA SEGURA E POR MEIO DE SOLDA ELÉTRICA OU EXTERNA OU CONDIÇÕES MECÂNICAS DE PRESSÃO OU COMPRESSÃO.
9.	ELEMENTOS DEVEM SER FIRMEMENTE FIXADOS DE FORMA QUE AS FORÇAS ELETRODINÂMICAS OU MECÂNICAS ACIDENTAIS (POR EXEMPLO, VIBRAÇÕES, EXPANSÃO TÉRMICA ETC) NÃO CAUSEM AFLOUTAMENTO OU QUEBRA DE CONDUTORES.
10.	PARA CADA DESCIDA DEVERÁ SER INSTALADA UMA HASTE DE ATERRAMENTO EM AÇO COBRADO 5/8"x2,40m (ALTA CANADA);
11.	O SISTEMA DEVERÁ TER UMA MANUTENÇÃO PREVENTIVA ANUAL E SEMPRE QUE ATINGIDO POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS, PARA VERIFICAR EVENTUAIS IRREGULARIDADES E GARANTIR A EFICIÊNCIA DO SPDA.
12.	A INSTALADORA DEVERÁ GARANTIR A EQUIPOTENCIALIZAÇÃO DE TODOS OS SISTEMAS.
13.	A RESISTÊNCIA DA MALHA DE ATERRAMENTO SERÁ A MENOR RESISTÊNCIA POSSÍVEL, COMPATÍVEL COM O ARRANJO DO ELETRODO, A TOPOLOGIA E A RESISTIVIDADE DO SOLO NO LOCAL.
14.	TODAS AS PARTES METÁLICAS E ELEMENTOS DE CAPTAÇÃO DEVEM SER INTERLIGADOS A MALHA DE CAPTAÇÃO ATRAVÉS DE CABOS DE COBRE NU #25mm².
15.	NÃO É FUNÇÃO DO SPDA A PROTEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS, PARA TAL, DEVERÃO SER INSTALADOS DPS (DISPOSITIVOS DE SUPRESSOR DE SURTOS).
16.	A ÁREA DE ATUAÇÃO DA PROTEÇÃO INDICADA NESTE PROJETO NÃO SE APLICA A TUBULAÇÕES SUBTERRÂNEAS DE ALTA PRESSÃO, TUBULAÇÕES E LINHAS DE ENERGIA E DE SINAIS COLOCADOS FORA DA ESTRUTURA.

PLANTA BAIXA - PAVTO TÉRREO

ESCALA 1:100

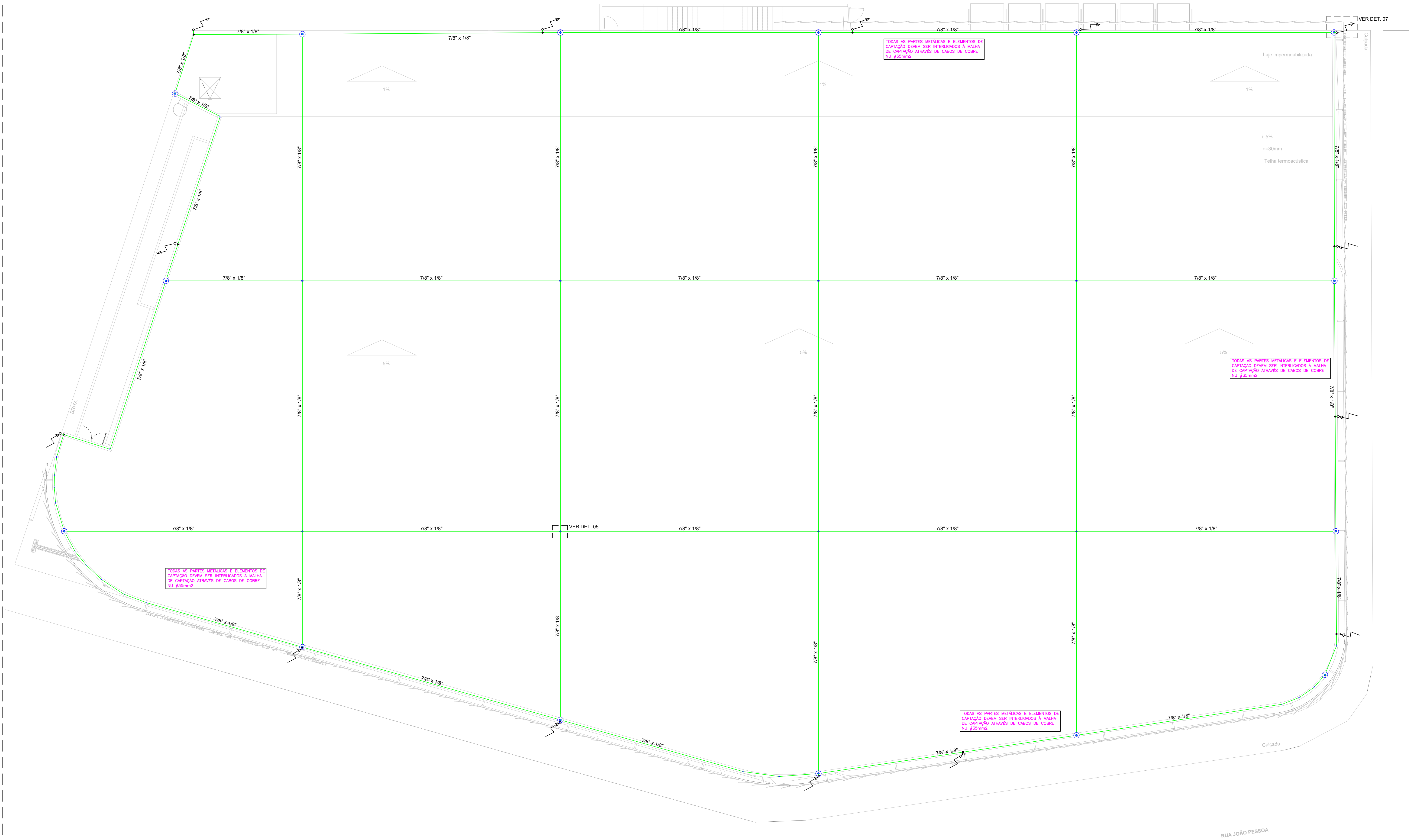
R01	AJUSTES DE COMPATIBILIZAÇÃO	02/04/2025
R00	EMISSION INICIAL	21/03/2025

ORIENTADOR AUTORIZADO RESPONSABILIZANDO PELA TITULARIDADE DO PROJETO E DA TRANSMISSÃO DE TODOS OS DADOS PARA A EMPRESA AUTORIZADA

PORSAN
Engenharia e Projetos
CNPJ: 13.923.606/0001-40

Rua das Penitenciárias, 282 - Sala 505
Cidade - Recife/PE
www.porsaneng.com.br
contato@porsaneng.com
Fone: (81) 3154-1427 Cel: (81) 96333-5053/5054/1933

NOME DO PROJETO: PROJETO DE RENOVAÇÃO DO MERCADO PÚBLICO	FRANQUIA Nº: 01/03 ELE
LOCAL: Centro, Escada - PE, 55500-000	ESCALA: Como Indicado
CONTRATANTE: PREFEITURA MUNICIPAL DA ESCADA - PE CNPJ: 11.294.363/0001-80	DATA DA REVISÃO: 02/04/2025
TIPO DE PROJETO: PROJETO EXECUTIVO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)	REVISÃO: R01
CARACTERÍSTICA: PLANTA BAIXA - PAVTO TÉRREO	
RESPONSÁVEL TÉCNICO: FRANCISCO PONCIANO DE SOUSA DIEGO DE MORAES CAMILO	CREA/CONFECA: 160.666.136-1 182.287.622-2
	DESENHO: Diego Camilo



PLANTA DE COBERTA

ESCALA 1: 100

LEGENDA	
	PRUMADA SISTEMA PROTEÇÃO DESCARGAS ATMOSFÉRICAS, BARRA CHATA DE ALUMÍNIO 7/8"x1/8"
	HASTE DE ATERRAMENTO EM AÇO COBRADO - ø5/8"x2,40m
	CABO DE COBRE NU Nº 50mm² (7 FIOS x ø3,05mm)
	BARRA CHATA DE ALUMÍNIO 7/8"x1/8"
	INTRA QUE SOBRE / DESCE
	CAIXA DE EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS (BEL E BEP)
	SOLDA EXTERMINICA, CONECTOR OU TERMINAL DE COMPRESSÃO
	CAIXA DE INSPEÇÃO EM CONCRETO 300x300mm COM HASTE HASTE DE ATERRAMENTO EM AÇO COBRADO - ø5/8"x2,40m
	MINICAPTOR VERTICAL (TERMINAL AEREO) ALT. 600mm

PREMISSAS	
1. PROJETO ELABORADO CONFORME NORMA TÉCNICA REGULADORA 5419:2015, O MÉTODO ADOPTADO PARA ELABORAÇÃO DO SISTEMA FOI OS DAS MALHAS, CONFORME ANÁLISE DE RISCO FOI ADOPTADO NÍVEL DE PROTEÇÃO II.	2. CONFORME ACORDADO COM A COORDENAÇÃO FOI CONSIDERADO QUE OS CONDUTORES DE DESCIDA NÃO-NATURAIS SERÃO BARRAS CHATAS DE ALUMÍNIO 7/8"x1/8" FIXADAS NAS FACHADAS, PROTEGIDAS POR ELETRODUTOS EM PVC RÍGIDO Ø1" ATÉ NO MÍNIMO 3,00 METROS DE ALTURA. 3. A MALHA DE ATERRAMENTO DEVERÁ SER ÚNICA FORMANDO UM ANEL PARA TODO O SISTEMA, TORNANDO-O EQUIPOTENCIAL. 4. A MALHA PRINCIPAL ESTÁ A 600mm SOB O SOLO E COM AFASTAMENTO DE 1,0m DO VOLUME A SER PROTEGIDO, SEMPRE QUE POSSÍVEL. 5. TODOS OS ELEMENTOS METÁLICOS EXISTENTES NAS PROXIMIDADES DA EDIFICAÇÃO OU EXPOSTOS EM VOLUMES NÃO PROTEGIDOS PELO SPDA DEVERÃO SER A ELA INTERLIGADOS VIA CABO DE COBRE NU DE NO MÍNIMO Ø16mm². 6. A MEDIÇÃO DA EQUIPOTENCIALIZAÇÃO DO ATERRAMENTO DEVERÁ SER REALIZADA IMEDIATAMENTE APÓS A CONCLUSÃO DE CADA TRECHO DA MALHA, SENDO AS EVENTUAIS COMPLEMENTAÇÕES FEITAS ANTES DA EXECUÇÃO DO PISO E DE EVENTUAL DRENAGEM SUB-SUPERFICIAL. 7. PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO: OS MATERIAIS FERROSOS EXPOSTOS DEVEM SER GALVANIZADOS A QUENTE. 8. O NÚMERO DE CONEXÕES AO LONGO DOS CONDUTORES DEVE SER O MENOR POSSÍVEL. CONEXÕES DEVEM SER FEITAS DE FORMA SEGURA E POR MEIO DE SOLDA ELÉTRICA OU EXTERMINICA OU CONEXÕES MECÂNICAS DE PRESSÃO OU COMPRESSÃO. 9. ELEMENTOS DEVEM SER FIRMEMENTE FIXADOS DE FORMA QUE AS FORÇAS ELETRODINÂMICAS OU MECÂNICAS ACIDENTAIS (POR EXEMPLO, VIBRAÇÕES, EXPANSÃO TÉRMICA ETC) NÃO CAUSEM AFLOUTAMENTO OU QUEBRA DE CONDUTORES. 10. PARA CADA DESCIDA DEVERÁ SER INSTALADA UMA HASTE DE ATERRAMENTO EM AÇO COBRADO 5/8"x2,40m (ALTA CANADA). 11. O SISTEMA DEVERÁ TER UMA MANUTENÇÃO PREVENTIVA ANUAL E SEMPRE QUE ATINGIDO POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS, PARA VERIFICAR EVENTUAIS IRREGULARIDADES E GARANTIR A EFICIÊNCIA DO SPDA. 12. A INSTALADORA DEVERÁ GARANTIR A EQUIPOTENCIALIZAÇÃO DE TODOS OS SISTEMAS. 13. A RESISTÊNCIA DA MALHA DE ATERRAMENTO SEERÁ A MENOR RESISTÊNCIA POSSÍVEL, COMPATÍVEL COM O ARRANJO DO ELETRODO, A TOPOLOGIA E A RESISTIVIDADE DO SOLO NO LOCAL. 14. TODAS AS PARTES METÁLICAS E ELEMENTOS DE CAPTAÇÃO DEVEM SER INTERLIGADOS A MALHA DE CAPTAÇÃO ATRAVÉS DE CABOS DE COBRE NU Ø35mm². 15. NÃO É FUNÇÃO DO SPDA A PROTEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS, PARA TAL, DEVERÃO SER INSTALADOS DPS (DISPOSITIVOS DE SUPRESSOR DE SURTOS). 16. A ÁREA DE ATUAÇÃO DA PROTEÇÃO INDICADA NESTE PROJETO NÃO SE APLICA A TUBULAÇÕES SUBTERRÂNEAS DE ALTA PRESSÃO, TUBULAÇÕES E LINHAS DE ENERGIA E DE SINAIS COLOCADOS FORA DA ESTRUTURA.

R00		EMISSÃO INICIAL		21/03/2025	
PROJETO DE RENOVAÇÃO DO MERCADO PÚBLICO Engenharia e Projetos CNPJ: 13.923.606/0001-40 Rua das Penambouras, 282 - Sala 505 Cidade - Recife www.porsanengenharia.com contato@porsaneng.com Fone: (81) 3514.1427 Cel: (81) 96333.5053 99504.1933				FRANQUIA Nº: 02/03 ELE	
NOME DO PROJETO: PROJETO DE RENOVAÇÃO DO MERCADO PÚBLICO LOCAL: Centro, Escada - PE, 55500-000 CONTRATANTE: PREFEITURA MUNICIPAL DA ESCADA - PE TIPO DE PROJETO: PROJETO EXECUTIVO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA) CARACTERÍSTICA: PLANTA DE COBERTA RESPONSÁVEL TÉCNICO: FRANCISCO PONCIANO DE SOUSA DIEGO DE MORAES CAMILO				CNPJ 11.294.363/0001-80 CREA/CONFEA: 160.666.136-1 182.287.622-2 REVISÃO: R09	