

Cliente:

Município de Limoeiro

Documento:

PML-SPDA-MD-01

Página: 1/51

Rev.: 00

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE..

MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

00	01/08/2023	Inicial	Juliano	Ítalo Roberto	Interpolo Engenharia	PML	
Rev.:	Data	Descrição da revisão	Por	Verificado	Aprovado	AP Cliente	Cód Emissão

Códigos de emissão – CE

AP Para aprovação**PR** Preliminar/estudo**OR** Para orçamento**AN** Para análise/comentário**FA** Fabricação/Construção**CO** Para conhecimento**CF** Como fabricado**CC** Para análise/comentário**PD** Para detalhamento

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:

Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01

2/51

Sumário

1. Finalidade.....	3
2. Verificação da necessidade do SPDA - Gerenciamento de risco.....	3
3. Componentes do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas.....	4
4. Conformidade com as normas técnicas da ABNT e da concessionária de energia elétrica.	8
5. Documentos complementares.....	8
6. Responsável Técnico.	9
Anexo A – Análise de risco do Pavilhão.	10
Anexo B – Análise de risco do Restaurante.	16
Anexo C – Análise de risco dos Módulos: comerciais tipo A e B, banheiro, posto Policial.....	22
Anexo D – Análise de risco do gás e lixo.	28
Anexo E – Análise de risco do Mirante A.	34
Anexo F – Análise de risco do Espaço ciência.	40
Anexo G – Análise de risco da edificação Administração.	46

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:

Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01**3/51**

1. Finalidade

Este memorial descritivo, tem por finalidade apresentar os conceitos, cálculo e eficiência considerados no projeto do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) da área do complexo cultural e turístico do cristo redentor, no Município de Limoeiro/PE.

O complexo conta com diversas edificações, as edificações contempladas com o SPDA nesse projeto são:

- Pavilhão;
- Restaurante;
- Módulo comercial I;
- Módulo comercial II;
- Mirante coberto;
- Posto policial;
- Banheiros;
- Bloco gás e lixo;
- Espaço Ciência;
- Administrativo.

As áreas abertas e de estacionamento terão todas as partes metálicas aterradas a malhas de aterramento geral. Portanto serão aterrados os postes metálicos, corrimão metálico, tubulações metálicas de gás.

2. Verificação da necessidade do SPDA - Gerenciamento de risco.

Os cálculos, considerações e resultados referentes a verificação das condições de gerenciamento de risco do Projeto de Proteção contra Descarga Atmosférica serão apresentados nos anexos desse documento de forma individualizada para cada edificação.

Os índices para cálculo foram extraídos em conformidade com as recomendações da norma ABNT NBR 5419: 2. Frequência de raios (N_g) = 0,3684328284 por km²/ano (dado consultado do sitio eletrônico <http://www.inpe.br/webelat/homepage/>. Acessado em 01/08/2023).

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

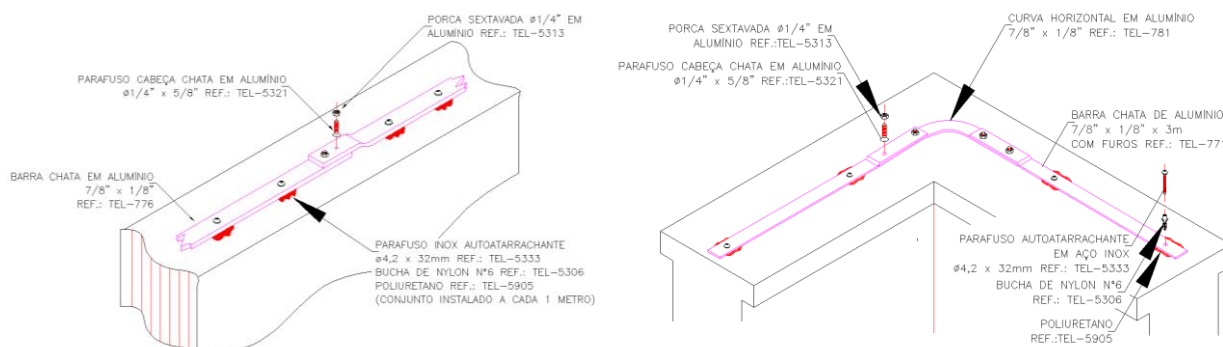
Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
4/51

3. Componentes do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas.

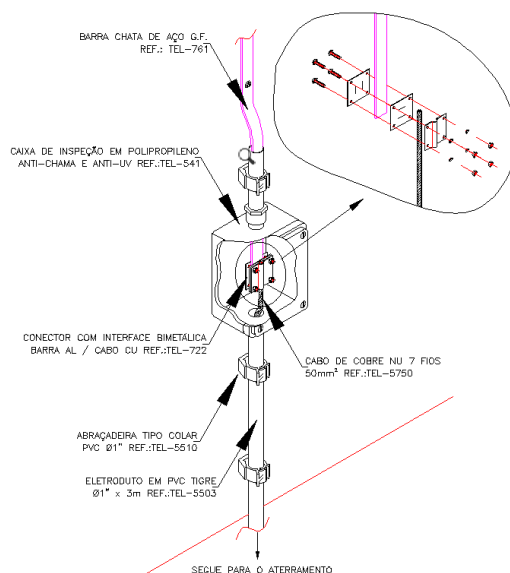
Será utilizado barra chata de alumínio com furos Ø7 mm, nas dimensões 7/8" x 1/8" x 3 m (70 mm²) fixado sobre a platibanda. Sua fixação será feita por meio de parafusos e buchas.

Figura 1 - Método ilustrativo da instalação da barra chata de alumínio sobre a platibanda.



Nas descidas a barra de alumínio é fixada na parede até a caixa de inspeção onde haverá a conexão com o cabo de cobre de 50 mm² do anel de aterramento.

Figura 2 - Detalha da barra de alumínio e fixação e conexão com o cabo de cobre de 50 mm² do anel de aterramento.



Para o anel de aterramento será executada a vala em solo a uma profundidade média de 50 cm, onde será lançado diretamente no solo o cabo de nu de 50 mm² (7 fios) e realizado o reaterro da

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:

Página

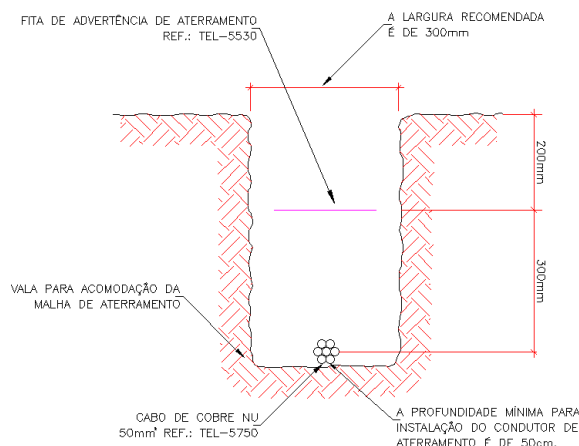
Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01

5/51

vala com o mesmo material proveniente da escavação. O cabo de cobre nu deve ficar a distanciando da fundação da edificação em 1 (um) metro, conforme projeto.

Figura 3 - Vala de instalação do cabo de cobre nu de 50 mm².

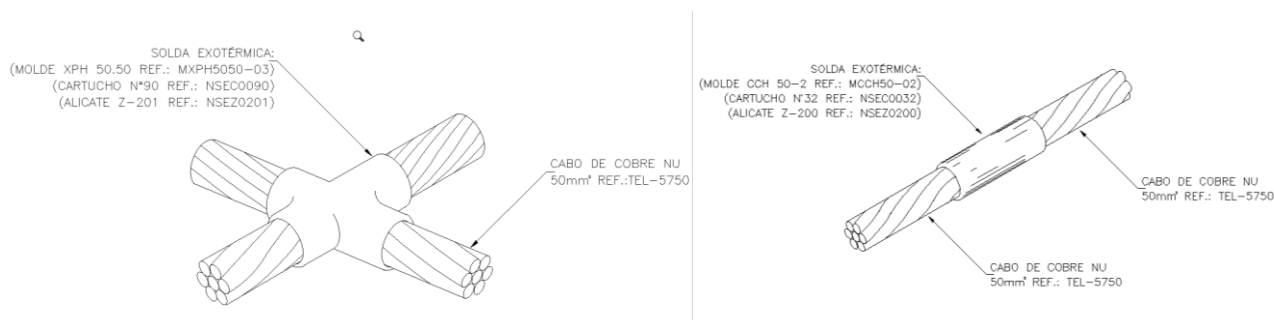


A malha de aterramento deverá possuir uma resistência de aterramento abaixo de 10 Ohms quando de sua instalação e posterior medida em qualquer época do ano. Caso esta resistência não seja alcançada, deverá ser aumentada a superfície de cobre em contato com a terra e realizado tratamento químico nas hastes.

No nível do solo deverão ser equalizados os aterramentos elétricos, eletrônicos, tubulações metálicas de incêndio, etc., na caixa de equipotencialidade, a ser instalada no local indicado em projeto.

Todas as emendas cabo-cabo e cabo haste que estiver enterrada, ou seja, fora de caixa de inspeção, a emenda deve ser feita com solda exotérmica, conforme detalhes do projeto.

Figura 4 - Soldas exotérmicas cabo-cabo.



Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:

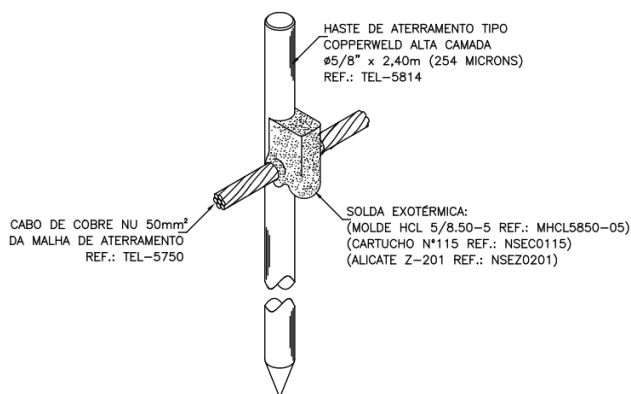
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01

6/51

Figura 5 - Conexão cabo-haste com solda exotérmica.



As hastes de aterramento devem possuir núcleo de aço SAE 1010/1020 com revestimento de Cobre eletrolítico de pureza mínima de 95% sem traços de Zinco. A camada de Cobre de 254 micrômetros que constitui o revestimento do aço é obtida através do processo de eletrodeposição anódica, de modo a assegurar uma união inseparável e homogênea entre os dois metais.

Figura 6 - Haste de aterramento de alta camada.



Nos pontos de aterramento onde terá caixa de inspeção onde terá com haste de aterramento, será utilizada caixa de inspeção em polipropileno preto Ø 300 mm, h=300 mm. Com tampa de ferro fundido com aba estreita Ø 300mm (Carga máxima 140 kg).

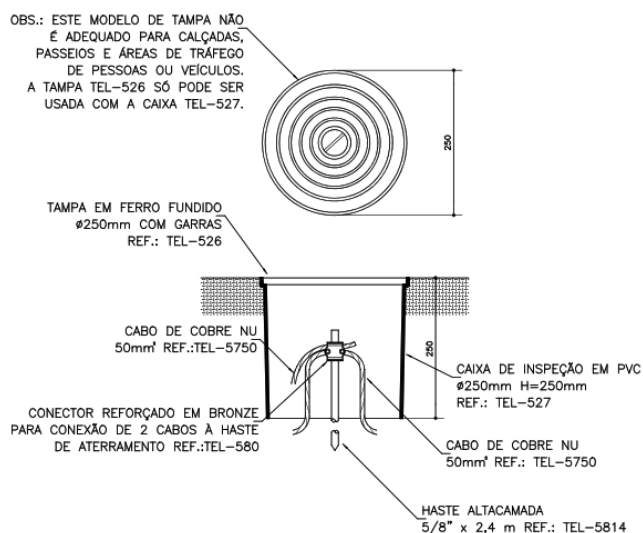
Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

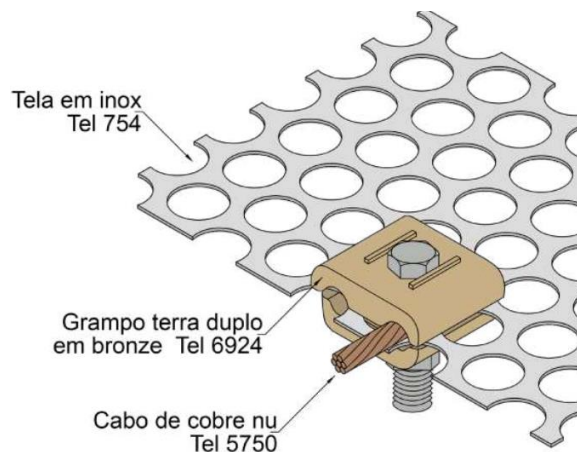
PML-SPDA-MD-01
7/51

Figura 7 - Caixa de inspeção montada com todos os componentes.



Na central de gás, todas as massas metálicas deverão ser equipotencializadas entre si e com o subsistema de aterramento. Na Figura 8 mostra um detalhe ilustrativo da tela de equipotencialização, conforme detalhe do projeto.

Figura 8 - A tela em inox é utilizada para a equipotencialização de botijões em centrais de gás.



O pavilhão por a cobertura com telhas metálicas e estrutura metálica, será utilizado como captor natural. Será conectado barra chata de alumínio com furos Ø7 mm, nas dimensões 7/8" x 1/8" x 3 m (70 mm²) na estrutura lateral das treliças metálicas. Nas descidas a barra de alumínio e fixada na parede até a caixa de inspeção onde haverá a conexão com o cabo de cobre de 50 mm² do anel de aterramento.

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:

Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01

8/51

Todos as edificações (exceto o modulo de gás e lixo) deve ter instalado, no quadro geral de distribuição de energia, o Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) classe II.

4. Conformidade com as normas técnicas da ABNT e da concessionária de energia elétrica.

Declaro, para os devidos fins, que os itens não citados no presente Memorial Descritivo atendem plenamente aos requisitos das normas:

ABNT NBR 5419-1: Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 1: Princípios gerais;

ABNT NBR5419-2: Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de risco;

ABNT NBR5419-3: Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida;

ABNT NBR5419-4: Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura.

E normas complementares relativas à padronização de equipamentos e segurança elétrica, mencionadas ao longo do documento.

5. Documentos complementares.

- Projeto do SPDA do Restaurante-Folha 1 de 10;
- Projeto do SPDA do Pavilhão (Planta baixa)-Folha 2 de 10;
- Projeto do SPDA do Pavilhão (Planta coberta)-Folha 3 de 10;
- Projeto do SPDA do Módulo A-Folha 4 de 10;
- Projeto do SPDA do Módulo B-Folha 5 de 10;
- Projeto do SPDA do Banheiro-Folha 6 de 10;
- Projeto do SPDA do Módulo Lixo e Gás-Folha 7 de 10;
- Projeto do SPDA do Módulo Policial-Folha 8 de 10;
- Projeto do SPDA do Mirante-Folha 9 de 10;
- Projeto do SPDA do Administrativo-Folha 10 de 10;

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:

Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01

9/51

6. Responsável Técnico.

Profissional: Juliano Fernandes Carneiro Cardoso

Habilitação técnica: Engenheiro Eletricista, Engenheiro Civil

Registro Nacional: CREA-PE nº 181114344-0

Registro Regional: PE050045 PE

Fone: (81) 99755-3578

E-mail: Julianoccc Cardoso@gmail.com

INTERPOLO Engenharia Ltda

Rua 15 de Novembro, 315, 2º andar, Sala 01, Centro, Itambé, Pernambuco, CEP: 55920-000. CNPJ:

48.272.815/0001-56

(81) 99405-3256

interpolo.eng@gmail.com

www.interpoloengenharia.com.br/

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
10/51

Anexo A – Análise de risco do Pavilhão.

Tabela 1 - Características da Estrutura e do Meio Ambiente

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Densidade de descargas atmosféricas para o local estudado (1/km²/ano)	Consultado em: http://www.inpe.br/webelat/homepage/	Ng	0,368432828	INPE
Dimensões da estrutura	Estudo com formato prismático simples	L	27,1	5.139
		W	14,25	
		H	9,3	
	AD' (somente para construções com formatos complexos)	AD'	-	
Fator de localização da estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	Cd	0,5	Tabela A.1
SPDA instalado	Estrutura com subsistema de captação conforme SPDA classe I e uma estrutura metálica contínua ou de concreto armado atuando como um subsistema de descida natural	Pb	0,01	Tabela B.2
Ligação Equipotencial	II	Peb	0,02	Tabela B.7
Blindagem externa	Não se aplica	Wm1	-	-
		Wm2	-	
	Ks1=0,12*Wm1	Ks1	1	Eq B.5
	Ks2=0,12*Wm2	Ks2	1	Eq B.6

Tabela 2 - Linhas conectadas à estrutura

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Linha de energia	Se aplica	Pli	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Rural	Ce	1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha de energia com neutro multiaterrado, Nenhuma	Cldp	1	Tabela B.4
		Cli	0,2	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	Cdj	2	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Linha de sinal	Se aplica	Pli	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
11/51

Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Rural	Ce	1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha aérea blindada (energia ou sinal), Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	Cldd	1	Tabela B.4
		Cli	0,1	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	Cdj	2	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno (kV)	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Tabela 3 - Características da Zona de Exposição

Parâmetro		Comentário	Id	Valor	Referên- cia
Tipo de piso		Agricultura, concreto	rt	1,00E-02	Tabela C.3
Proteção contra choque (estrutura)		Equipotencialização efetiva do solo	Pta	0,01	Tabela B.1
Proteção contra choque (linha)		Isolação elétrica	Ptu	0,01	Tabela B.6
Risco de incêndio ou explosão		Incêndio, Normal	rf	1,00E-02	Tabela C.5
Proteção contra incêndio		Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	rp	0,5	Tabela C.4
Energia	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3p	1	Tabela B.5
	DPS	II	Pspdp	0,02	Tabela B.3
Dados	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3t	1	Tabela B.5
	DPS coordenado	II	Pspdt	0,02	Tabela B.3
Tipo de perigo especial		Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1 000 pessoas)	hz	5	Tabela C.6

Tabela 4 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Vida Humana - L1

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
12/51

Parâmetro	Id	Valor	Referên cia
Ferimentos	Lt	1,00E-02	Tabela C.2
Danos Físicos	Lf1	5,00E-02	
Falhas de sistemas internos	Lo0	1,00E+00	
Número de pessoas na zona de perigo	nz	500	-
Número de pessoas na estrutura inteira	nt	500	
Horas por dia em que a estrutura se mantém ocupada	Thor	24	
Total de dias por ano em que a edificação se mantém ocupada	Tdia	365	
Tempo, em horas por ano, em que as pessoas estão presentes em um local perigoso	tz	8760	
$LU=LA=rt*lt*nz/nt*tz/8760$	LU=LA	1,00E-04	Eq. C.1
$LB=LV=rp*rf*hz*lf*nz/nt*tz/8760$	LB=LV	1,25E-03	Eq. C.3
$LC1=LM=LW=LZ=Lo0*nz/nt*tz/8760$	LC= LM= LW= LZ	1,00E+00	Eq. C.4

Tabela 5 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Serviço ao Público - L2

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referên cia
D2 - Danos Físicos	Gás, água, fornecimento de energia	Lf2	0,1	Tabela C.8
D3 - Falhas de sistemas interno	Gás, água, fornecimento de energia	Lo2	0,1	
$LB2=LV=rp*rf*LF*nz/nt$		LB=LV	0,0005	Eq. C.7
$LC2=LM=LW=LZ=Lo2*nz/nt$		LC= LM= LW= LZ	0,1	Eq. C.8

Tabela 6 - Tipos de Perdas Inaceitáveis ao Patrimônio Cultural - L3

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referên cia
Perda cultural	Não se aplica	LF3	0	Tabela C.10
Valores	Cz - Valor do patrimônio cultural	Cz	0	Milhões de reais
	Ct - valor total da edificação e conteúdo da estrutura	Ct	50000	
	$LB3=LV=rp*rf*LF*Cz/Ct$	LB=LV	0	Eq. C.12

Tabela 6 - Perda Econômica - L4

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referên cia
Ferimento devido a choque	Não se aplica	Lt	0	Tabela C.12
Danos físicos	Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial	Lf	0,2	Tabela C.12
Falha de sistemas	Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público	Lo	0,001	Tabela C.12
Valor dos animais na zona		ca	0	-
Valor da edificação relevante à zona		cb	50000	
Valor do conteúdo da zona		cc	50000	
Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades		cs	50000	
Valor total da estrutura		ct	50000	
Valores	$LU=LA=rt*lt*ca/ct$	LU=LA	0	Eq. C.10
	$LB=LV=rp*rf*hz*lf*(ca+cb+cc+cs)/ct$	LB=LV	0,015	Eq. C.12

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
13/51

	LC=LM=LW=LZ=Lo*cs/ct	LC= LM= LW= LZ	0,001	Eq. C.13
--	----------------------	----------------	-------	----------

Tabela 7 - Área de Exposição Equivalente

Parâmetro	Equação	Id	Valor	Referência
Estrutura	$Ad=L*W+2*(3*H)*(L+W)+pi*(3*H)^2$	Ad	5,14E+03	Eq. A.2
	$Am=2*500*(L+W)+pi*500^2$	Am	8,27E+05	Eq. A.7
Linha de energia	$Alp=40*L$	Alp	4,00E+04	Eq. A.9
	$Aip=4000*L$	Aip	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adjp=Ljp*Wjp+2*(3*Hjp)*(Ljp+Wjp)+pi*(3*Hjp)^2$	Adjp	0,00E+00	Eq. A.2
Linha de dados	$Ald=40*L$	Ald	4,00E+04	Eq. A.9
	$Aid=4000*L$	Aid	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adjd=Ljd*Wjd+2*(3*Hjd)*(Ljd+Wjd)+pi*(3*Hjd)^2$	Adjd	0,00E+00	Eq. A.2

Tabela 8 - Número esperado Anual de Eventos perigosos

Parâmetro	Equação	Id	Valor (1/ano)	Referência
Estrutura	$Nd=Ng*Ad*Cd*10E-6$	Nd	9,47E-04	Eq. A.4
	$Nm=Ng*Am*10E-6$	Nm	3,05E-01	Eq. A.6
Linha de energia	$Nlp=Ng*Alp*Cip*Cep*Ctp*10E-6$	Nlp	1,47E-02	Eq. A.8
	$Nlp=Ng*Aip*Cip*Cep*Ctp*10E-6$	Nlp	1,47E+00	Eq. A.10
	$Ndjp=Ng*Adjp*Cdjp*Ctp*10E-6$	Ndjp	0,00E+00	Eq. A.5
Linha de dados	$Nld=Ng*Alt*Clit*Cet*Cltd*10E-6$	Nld	1,47E-02	Eq. A.8
	$Nld=Ng*Aid*Cid*Ced*Cltd*10E-6$	Nld	1,47E+00	Eq. A.10
	$Ndjd=Ng*Adjd*Cljd*Cltd*10E-6$	Ndjd	0,00E+00	Eq. A.5

Tabela 9 - Avaliação da Probabilidade Px de Danos

Probabilidade da descarga causar:		Equação	Id	Valor	Referência
Ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico		$Pa=Pta*Pb$	Pa	1,00E-04	Eq. B.1
Probabilidade da descarga na estrutura causar falha nos sistemas interno	Energia	$Pcp=Pspdp*Cl dp$	Pcp	2,00E-02	Eq. B.2
	Dados	$Pcd=Pspdd*Cl dd$	Pcd	2,00E-02	Eq. B.2
	Composição	$Pc=1-(1-Pcp)*(1-Pcd)$	Pc	3,96E-02	Eq. 14
Probabilidade da descarga perto da estrutura causar danos internos	Energia	$Pmp=Pspdp*Pmsp$	Pmp	2,00E-02	Eq. B.3
	Dados	$Pmd=Pspdd*Pmsd$	Pmd	2,00E-02	Eq. B.3
Probabilidade da descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque	Energia	$Pup=Ptu*Peb*Pl dp*Cl dp$	Pup	2,00E-04	Eq. B.8
	Dados	$Pud=Ptu*Peb*Pl dd*Cl dd$	Pud	2,00E-04	Eq. B.8
Probabilidade da descarga na linha causar falhas de sistemas internos	Energia	$Pwp=Pspdp*Pl dp*Cl p$	Pwp	2,00E-02	Eq. B.10
	Dados	$Pwd=Pspdd*Pl dd*Cl d$	Pwd	2,00E-02	Eq. B.10
Probabilidade da descarga perto da linha causar falhas de sistemas internos	Energia	$Pzp=Pspdp*Pl ip*Cl ip$	Pzp	4,00E-03	Eq. B.11
	Dados	$Pzd=Pspdd*Pl id*Cl id$	Pzd	2,00E-03	Eq. B.11
Probabilidade da descarga em uma linha causar danos físicos	Energia	$Pvp=Peb*Pl dp*Cl dp$	Pvp	2,00E-02	Eq. B.9
	Dados	$Pvd=Peb*Pl dd*Cl dd$	Pvd	2,00E-02	Eq. B.9
Energia		$Pmsp=(Ks1*Ks2*Ks3p*Ks4p)^2$	Pmsp	1,00E+00	Eq. B.4
Dados		$Pmst=(Ks1*Ks2*Ks3d*Ks4d)^2$	Pmsd	1,00E+00	Eq. B.4
$Pm=1-(1-Pmp)*(1-Pmd)$			Pm	3,96E-02	Eq. 15

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
14/51
Tabela 10 - Análise das Componentes de Risco para R1

Risco	Id	Valor	Referência
$RA = Nd * Pa * LA$	RA	9,47E-12	Eq. 6
$RB = Nd * Pb * LB$	RB	1,18E-08	Eq. 7
$RC = Nd * Pc * LC$	RC	0,00E+00	Eq. 8
$RM = Nm * Pm * Lm$	RM	0,00E+00	Eq. 9
Energia $RUp = (NLp + Ndjp) * Pup * LU$	RUp	2,95E-10	Eq. 10
Dados $RUD = (NLd + Ndjd) * Pud * LU$	RUD	2,95E-10	Eq. 10
$RU = (NL + Ndj) * Pu * LU$	RU	5,89E-10	Eq. 10
Energia $RVp = (NLp + Ndjp) * Pvp * LV$	Rvp	3,68E-07	Eq. 11
Dados $RVD = (NLd + Ndjd) * Pvd * LV$	Rvd	3,68E-07	Eq. 11
$RV = (NL + Ndj) * Pv * LV$	RV	7,37E-07	Eq. 11
Energia $RWp = (NLp + Ndjp) * Pwp * LW$	RWp	2,95E-04	Eq. 12
Dados $RWD = (NLd + Ndjd) * Pwd * LW$	RWd	2,95E-04	Eq. 12
$RW = (NL + Ndj) * Pw * LW$	RW	0,00E+00	Eq. 12
Energia $RZp = Nlp * Pzp * LZ$	RZp	5,89E-03	Eq. 13
Dados $RZd = Nld * Pzd * LZ$	RZd	2,95E-03	Eq. 13
$RZ = Ni * Pz * LZ$	RZ	0,00E+00	Eq. 13

Tabela 11 - Análise das Componentes de Risco para R4

Risco	Id	Valor	Referência
$RA = Nd * Pa * LA$	RA	0,00E+00	Eq. 6
$RB = Nd * Pb * LB$	RB	1,42E-07	Eq. 7
$RC = Nd * Pc * LC$	RC	3,75E-08	Eq. 8
$RM = Nm * Pm * LM$	RM	1,21E-05	Eq. 9
Energia $Rup = (NLp + Ndjp) * Pup * LU$	RUp	0,00E+00	Eq. 10
Dados $Rud = (NLd + Ndjd) * Pud * LU$	RUD	0,00E+00	Eq. 10
$Ru = (NL + Ndj) * Pu * LU$	RU	0,00E+00	Eq. 10
Energia $Rvp = (NLp + Ndjp) * Pvp * LV$	Rvp	4,42E-06	Eq. 11
Dados $Rvt = (NLt + Ndjt) * Pvt * LV$	Rvt	4,42E-06	Eq. 11
$RV = (NL + Ndj) * Pv * LV$	RV	8,84E-06	Eq. 11
Energia $Rwp = (NLp + Ndjp) * Pwp * LW$	RWp	2,95E-07	Eq. 12
Dados $Rwt = (NLt + Ndjt) * Pwt * LW$	RWd	2,95E-07	Eq. 12
$RW = (NL + Ndj) * Pw * LW$	RW	5,89E-07	Eq. 12
Energia $Rzp = Nlp * Pzp * LZ$	RZp	5,89E-06	Eq. 13
Dados $Rzd = Nld * Pzd * LZ$	RZd	2,95E-06	Eq. 13
$RZ = Ni * Pz * LZ$	RZ	8,84E-06	Eq. 13

Tabela 12 - Análise do Risco

Equação	Id	Valor	Referência	Tolerável	Risco de explosão ou hospital	Não
$R1 = RA + RB + RC + RM + RU + RV + RW + RZ$	R1	7,49E-07	Eq. 1	1,00E-05	Atendimento ao público	Sim
$R2 = RB + RC + RM + RV + RW + RZ$	R2	0,00E+00	Eq. 2	1,00E-03	Perda de patrimônio cultural	Sim
$R3 = RB + RV$	R3	0,00E+00	Eq. 3	1,00E-04	Animais	Não
$R4 = RA + RB + RC + RM + RU + RV + RW + RZ$	R4	3,05E-05	Eq. 4	1,00E-03	Avaliação econômica	Sim
$RA + RB + RU + RV$	-	7,49E-07	-	1,00E-05		

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:

Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01

15/51

Considerando que:

R1: numera o risco de perda de vida humana;

R2: numera o risco de perdas de serviço público;

R3: numera o risco de perdas de patrimônio cultural;

R4: numera o risco de perdas de valor econômico;

RA: numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S1);

RB: numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S1);

RC: numera a componente relacionado à falha de sistemas internos (D3, S1);

RM: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S2);

RU: numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S3);

RV: numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S3);

RW: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S3);

RZ: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S4).

Conclui-se:

Dada a análise de risco e comparando com os valores de risco máximos sugeridos pela ABNT NBR 5410-2 de 2015, a edificação está protegida contra descargas atmosféricas, pois o risco é menor que o risco máximo tolerável.

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
16/51
Anexo B – Análise de risco do Restaurante.
Tabela 1 - Características da Estrutura e do Meio Ambiente

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Densidade de descargas atmosféricas para o local estudado (1/km²/ano)	Consultado em: http://www.inpe.br/webelat/homepage/	Ng	0,368432828	INPE
Dimensões da estrutura	Estudo com formato prismático simples	L	7,8	3.605
		W	31,5	
		H	7,5	
	AD' (somente para construções com formatos complexos)	AD'	-	
Fator de localização da estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	Cd	0,5	Tabela A.1
SPDA instalado	Estrutura protegida por SPDA classe III	Pb	0,1	Tabela B.2
Ligação Equipotencial	II	Peb	0,02	Tabela B.7
Blindagem externa	Não se aplica	Wm1	-	-
		Wm2	-	
	Ks1=0,12*Wm1	Ks1	1	Eq B.5
	Ks2=0,12*Wm2	Ks2	1	Eq B.6

Tabela 2 - Linhas conectadas à estrutura

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Linha de energia	Se aplica	Pli	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Rural	Ce	1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha de energia com neutro multiterrado, Nenhuma	Cldp	1	Tabela B.4
		Cli	0,2	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	Cdj	2	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Linha de sinal	Se aplica	Pli	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
17/51

Fator ambiental	Rural	Ce	1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha aérea blindada (energia ou sinal), Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	Cldd	1	Tabela B.4
		Cli	0,1	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	Cdj	2	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno (kV)	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Tabela 3 - Características da Zona de Exposição

Parâmetro		Comentário	Id	Valor	Referência
Tipo de piso		Agricultura, concreto	rt	1,00E-02	Tabela C.3
Proteção contra choque (estrutura)		Equipotencialização efetiva do solo	Pta	0,01	Tabela B.1
Proteção contra choque (linha)		Isolação elétrica	Ptu	0,01	Tabela B.6
Risco de incêndio ou explosão		Incêndio, Normal	rf	1,00E-02	Tabela C.5
Proteção contra incêndio		Nenhuma providência	rp	1	Tabela C.4
Energia	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3p	1	Tabela B.5
	DPS	II	Pspdp	0,02	Tabela B.3
Dados	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3t	1	Tabela B.5
	DPS coordenado	II	Pspdt	0,02	Tabela B.3
Tipo de perigo especial		Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1 000 pessoas)	hz	5	Tabela C.6

Tabela 4 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Vida Humana - L1

Parâmetro		Id	Valor	Referência
Ferimentos	Todos os tipos	Lt	1,00E-02	Tabela C.2
Danos Físicos	Outros	Lf1	1,00E-02	
Falhas de sistemas internos	Outros	Lo0	1,00E+00	
Número de pessoas na zona de perigo		nz	50	-
Número de pessoas na estrutura inteira		nt	50	
Horas por dia em que a estrutura se mantém ocupada		Thor	24	
Total de dias por ano em que a edificação se mantém ocupada		Tdia	365	
Tempo, em horas por ano, em que as pessoas estão presentes em um local perigoso		tz	8760	
LU=LA=rt*Lt*nz/nt*tz/8760		LU=LA	1,00E-04	Eq. C.1
LB=LV=rp*rf*hz*Lf*nz/nt*tz/8760		LB=LV	5,00E-04	Eq C.3

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
18/51

$$LC1=LM=LW=LZ=Lo0*nz/nt*tz/8760$$

$$LC= LM= LW= LZ$$

1,00E+00

Eq C.4

Tabela 5 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Serviço ao Público - L2

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
D2 - Danos Físicos	Gás, água, fornecimento de energia	Lf2	0,1	Tabela C.8
D3 - Falhas de sistemas interno	Gás, água, fornecimento de energia	Lo2	0,1	
$LB2=LV=rp*rf*LF*nz/nt$		LB=LV	0,001	Eq. C.7
$LC2=LM=LW=LZ=Lo2*nz/nt$		LC= LM= LW= LZ	0,1	Eq. C.8

Tabela 6 - Tipos de Perdas Inaceitáveis ao Patrimônio Cultural - L3

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Perda cultural	Não se aplica	LF3	0	Tabela C.10
Valores	Cz - Valor do patrimônio cultural	Cz	0	Milhões de reais
	Ct - valor total da edificação e conteúdo da estrutura	Ct	50000	
	$LB3=LV=rp*rf*LF*Cz/Ct$	LB=LV	0	Eq. C.12

Tabela 6 - Perda Econômica - L4

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Ferimento devido a choque	Não se aplica	Lt	0	Tabela C.12
Danos físicos	Outros	Lf	0,1	Tabela C.12
Falha de sistemas	Outros	Lo	0,0001	Tabela C.12
Valor dos animais na zona		ca	0	-
Valor da edificação relevante à zona		cb	50000	
Valor do conteúdo da zona		cc	50000	
Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades		cs	50000	
Valor total da estrutura		ct	50000	
Valores	$LU=LA=rt*Lt*ca/ct$	LU=LA	0	Eq. C.10
	$LB=LV=rp*rf*hz*Lf*(ca+cb+cc+cs)/ct$	LB=LV	0,015	Eq. C.12
	$LC=LM=LW=LZ=Lo*cs/ct$	LC= LM= LW= LZ	0,0001	Eq. C.13

Tabela 7 - Área de Exposição Equivalente

Parâmetro	Equação	Id	Valor	Referência
Estrutura	$Ad=L*W+2*(3*H)*(L+W)+pi*(3*H)^2$	Ad	3,60E+03	Eq. A.2
	$Am=2*500*(L+W)+pi*500^2$	Am	8,25E+05	Eq. A.7
Linha de energia	$Alp=40*LI$	Alp	4,00E+04	Eq. A.9
	$Aip=4000*LI$	Aip	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adjp=Ljp*Wjp+2*(3*Hjp)*(Ljp+Wjp)+pi*(3*Hjp)^2$	Adjp	0,00E+00	Eq. A.2
Linha de dados	$Ald=40*LI$	Ald	4,00E+04	Eq. A.9
	$Aid=4000*LI$	Aid	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adjd=Ljd*Wjd+2*(3*Hjd)*(Ljd+Wjd)+pi*(3*Hjd)^2$	Adjd	0,00E+00	Eq. A.2

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
19/51
Tabela 8 - Número esperado Anual de Eventos perigosos

Parâmetro	Equação	Id	Valor (1/ano)	Referência
Estrutura	$Nd = Ng \cdot Ad \cdot Cd \cdot 10E-6$	Nd	6,64E-04	Eq. A.4
	$Nm = Ng \cdot Am \cdot 10E-6$	Nm	3,04E-01	Eq. A.6
Linha de energia	$NLp = Ng \cdot Alp \cdot Cip \cdot Cep \cdot Ctp \cdot 10E-6$	NLp	1,47E-02	Eq. A.8
	$Nlp = Ng \cdot Aip \cdot Cip \cdot Cep \cdot Ctp \cdot 10E-6$	Nlp	1,47E+00	Eq. A.10
	$Ndjp = Ng \cdot Adj \cdot Cdj \cdot Ctp \cdot 10E-6$	Ndjp	0,00E+00	Eq. A.5
Linha de dados	$NLd = Ng \cdot Alt \cdot Clt \cdot Cet \cdot Ctt \cdot 10E-6$	NLd	1,47E-02	Eq. A.8
	$Nld = Ng \cdot Aid \cdot Cid \cdot Ced \cdot Ctd \cdot 10E-6$	Nld	1,47E+00	Eq. A.10
	$Nldj = Ng \cdot Adj \cdot Cdj \cdot Ctd \cdot 10E-6$	Nldj	0,00E+00	Eq. A.5

Tabela 9 - Avaliação da Probabilidade Px de Danos

Probabilidade da descarga causar:		Equação	Id	Valor	Referência
Ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico		$Pa = Pta \cdot Pb$	Pa	1,00E-03	Eq. B.1
Probabilidade da descarga na estrutura causar falha nos sistemas interno	Energia	$Pcp = Pspdp \cdot Cl dp$	Pcp	2,00E-02	Eq. B.2
	Dados	$Pcd = Pspdd \cdot Cl dd$	Pcd	2,00E-02	Eq. B.2
	Composição	$Pc = 1 - (1 - Pcp) \cdot (1 - Pcd)$	Pc	3,96E-02	Eq. 14
Probabilidade da descarga perto da estrutura causar danos internos	Energia	$Pmp = Pspdp \cdot Pmsp$	Pmp	2,00E-02	Eq. B.3
	Dados	$Pmd = Pspdd \cdot Pmsd$	Pmd	2,00E-02	Eq. B.3
Probabilidade da descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque	Energia	$Pup = Ptu \cdot Peb \cdot Pl dp \cdot Cl dp$	Pup	2,00E-04	Eq. B.8
	Dados	$Pud = Ptu \cdot Peb \cdot Pl dd \cdot Cl dd$	Pud	2,00E-04	Eq. B.8
Probabilidade da descarga na linha causar falhas de sistemas internos	Energia	$Pwp = Pspdp \cdot Pl dp \cdot Cl p$	Pwp	2,00E-02	Eq. B.10
	Dados	$Pwd = Pspdd \cdot Pl dd \cdot Cl d$	Pwd	2,00E-02	Eq. B.10
Probabilidade da descarga perto da linha causar falhas de sistemas internos	Energia	$Pzp = Pspdp \cdot Pl ip \cdot Cl ip$	Pzp	4,00E-03	Eq. B.11
	Dados	$Pzd = Pspdd \cdot Pl id \cdot Cl id$	Pzd	2,00E-03	Eq. B.11
Probabilidade da descarga em uma linha causar danos físicos	Energia	$Pvp = Peb \cdot Pl dp \cdot Cl dp$	Pvp	2,00E-02	Eq. B.9
	Dados	$Pvd = Peb \cdot Pl dd \cdot Cl dd$	Pvd	2,00E-02	Eq. B.9
Energia		$Pmsp = (Ks1 \cdot Ks2 \cdot Ks3 \cdot Ks4)^2$	Pmsp	1,00E+00	Eq. B.4
Dados		$Pmst = (Ks1 \cdot Ks2 \cdot Ks3 \cdot Ks4)^2$	Pmst	1,00E+00	Eq. B.4
$Pm = 1 - (1 - Pmp) \cdot (1 - Pmd)$			Pm	3,96E-02	Eq. 15

Tabela 10 - Análise das Componentes de Risco para R1

Risco		Id	Valor	Referência
$RA = Nd \cdot Pa \cdot LA$		RA	6,64E-11	Eq. 6
$RB = Nd \cdot Pb \cdot LB$		RB	3,32E-08	Eq. 7
$RC = Nd \cdot Pc \cdot LC$		RC	0,00E+00	Eq. 8
$RM = Nm \cdot Pm \cdot Lm$		RM	0,00E+00	Eq. 9
Energia	$RU_p = (NL_p + Nd_j) \cdot P_u \cdot L_U$	RU _p	2,95E-10	Eq. 10
Dados	$RU_d = (NL_d + Nd_j) \cdot P_u \cdot L_U$	RU _d	2,95E-10	Eq. 10
$RU = (NL + Nd_j) \cdot P_u \cdot L_U$		RU	5,89E-10	Eq. 10
Energia	$RV_p = (NL_p + Nd_j) \cdot P_v \cdot L_V$	RV _p	1,47E-07	Eq. 11
Dados	$RV_d = (NL_d + Nd_j) \cdot P_v \cdot L_V$	RV _d	1,47E-07	Eq. 11
$RV = (NL + Nd_j) \cdot P_v \cdot L_V$		RV	2,95E-07	Eq. 11
Energia	$RW_p = (NL_p + Nd_j) \cdot P_w \cdot L_W$	RW _p	2,95E-04	Eq. 12
Dados	$RW_d = (NL_d + Nd_j) \cdot P_w \cdot L_W$	RW _d	2,95E-04	Eq. 12
$RW = (NL + Nd_j) \cdot P_w \cdot L_W$		RW	0,00E+00	Eq. 12
Energia	$RZ_p = Nl_p \cdot P_z \cdot L_z$	RZ _p	5,89E-03	Eq. 13
Dados	$RZ_d = Nl_d \cdot P_z \cdot L_z$	RZ _d	2,95E-03	Eq. 13
$RZ = Nl \cdot P_z \cdot L_z$		RZ	0,00E+00	Eq. 13

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
20/51
Tabela 11 - Análise das Componentes de Risco para R4

Risco	Id	Valor	Referência
$RA = Nd * Pa * LA$	RA	0,00E+00	Eq. 6
$RB = Nd * Pb * LB$	RB	9,96E-07	Eq. 7
$RC = Nd * Pc * LC$	RC	2,63E-09	Eq. 8
$RM = Nm * Pm * LM$	RM	1,20E-06	Eq. 9
Energia $Rup = (Nlp + Ndjp) * Pup * LU$	RU _p	0,00E+00	Eq. 10
Dados $Rud = (Nld + Ndjd) * Pud * LU$	RU _d	0,00E+00	Eq. 10
$Ru = (NL + Ndj) * Pu * LU$	RU	0,00E+00	Eq. 10
Energia $Rvp = (Nlp + Ndjp) * Pvp * LV$	RV _p	4,42E-06	Eq. 11
Dados $Rvt = (Nlt + Ndjt) * Pvt * LV$	RV _t	4,42E-06	Eq. 11
$RV = (NL + Ndj) * Pv * LV$	RV	8,84E-06	Eq. 11
Energia $Rwp = (Nlp + Ndjp) * Pwp * LW$	RW _p	2,95E-08	Eq. 12
Dados $Rwt = (Nlt + Ndjt) * Pwt * LW$	RW _d	2,95E-08	Eq. 12
$RW = (NL + Ndj) * Pw * LW$	RW	5,89E-08	Eq. 12
Energia $Rzp = Nlp * Pzp * LZ$	RZ _p	5,89E-07	Eq. 13
Dados $Rzd = Nld * Pzd * LZ$	RZ _d	2,95E-07	Eq. 13
$RZ = Ni * Pz * LZ$	RZ	8,84E-07	Eq. 13

Tabela 12 - Análise do Risco

Equação	Id	Valor	Referência	Tolerável	Risco de explosão ou hospital	Não
$R1 = RA + RB + RC + RM + RU + RV + RW + RZ$	R1	3,29E-07	Eq. 1	1,00E-05	Atendimento ao público	Sim
$R2 = RB + RC + RM + RV + RW + RZ$	R2	0,00E+00	Eq. 2	1,00E-03	Perda de patrimônio cultural	Não
$R3 = RB + RV$	R3	0,00E+00	Eq. 3	1,00E-04	Animais	Não
$R4 = RA + RB + RC + RM + RU + RV + RW + RZ$	R4	1,20E-05	Eq. 4	1,00E-03	Avaliação econômica	Sim
$RA + RB + RU + RV$	-	3,29E-07	-	1,00E-05		

Considerando que:

R1: numera o risco de perda de vida humana;

R2: numera o risco de perdas de serviço público;

R3: numera o risco de perdas de patrimônio cultural;

R4: numera o risco de perdas de valor econômico;

RA: numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S1);

RB: numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S1);

RC: numera a componente relacionado à falha de sistemas internos (D3, S1);

RM: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S2);

RU: numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S3);

RV: numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S3);

RW: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S3);

RZ: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S4).

Conclui-se:

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:

Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01

21/51

Dada a análise de risco e comparando com os valores de risco máximos sugeridos pela ABNT NBR 5410-2 de 2015, a edificação está protegida contra descargas atmosféricas, pois o risco é menor que o risco máximo tolerável.

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
22/51

Anexo C – Análise de risco dos Módulos: comerciais tipo A e B, banheiro, posto Policial.

Tabela 1 - Características da Estrutura e do Meio Ambiente

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Densidade de descargas atmosféricas para o local estudado (1/km²/ano)	Consultado em: http://www.inpe.br/webelat/homepage/	Ng	0,368432828	INPE
Dimensões da estrutura	Estudo com formato prismático simples	L	7	505
		W	5	
		H	3	
	AD' (somente para construções com formatos complexos)	AD'	-	
Fator de localização da estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	Cd	0,5	Tabela A.1
SPDA instalado	Estrutura protegida por SPDA classe III	Pb	0,1	Tabela B.2
Ligação Equipotencial	II	Peb	0,02	Tabela B.7
Blindagem externa	Não se aplica	Wm1	-	-
		Wm2	-	
	Ks1=0,12*Wm1	Ks1	1	Eq B.5
	Ks2=0,12*Wm2	Ks2	1	Eq B.6

Tabela 2 - Linhas conectadas à estrutura

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Linha de energia	Se aplica	Pli	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Rural	Ce	1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha de energia com neutro multiaterrado, Nenhuma	Cldp	1	Tabela B.4
		Cli	0,2	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	Cdj	2	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Linha de sinal	Se aplica	Pli	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
23/51

Fator ambiental	Rural	Ce	1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha aérea blindada (energia ou sinal), Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	Cldd	1	Tabela B.4
		Cli	0,1	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	Cdj	2	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno (kV)	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Tabela 3 - Características da Zona de Exposição

Parâmetro		Comentário	Id	Valor	Referência
Tipo de piso		Agricultura, concreto	rt	1,00E-02	Tabela C.3
Proteção contra choque (estrutura)		Equipotencialização efetiva do solo	Pta	0,01	Tabela B.1
Proteção contra choque (linha)		Isolação elétrica	Ptu	0,01	Tabela B.6
Risco de incêndio ou explosão		Incêndio, Normal	rf	1,00E-02	Tabela C.5
Proteção contra incêndio		Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	rp	0,5	Tabela C.4
Energia	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3p	1	Tabela B.5
	DPS	II	Pspdp	0,02	Tabela B.3
Dados	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3t	1	Tabela B.5
	DPS coordenado	II	Pspdt	0,02	Tabela B.3
Tipo de perigo especial		Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)	hz	2	Tabela C.6

Tabela 4 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Vida Humana - L1

Parâmetro	Id	Valor	Referência
Ferimentos	Lt	1,00E-02	Tabela C.2
Danos Físicos	Lf1	1,00E-02	
Falhas de sistemas internos	Lo0	1,00E+00	
Número de pessoas na zona de perigo	nz	10	-
Número de pessoas na estrutura inteira	nt	10	
Horas por dia em que a estrutura se mantém ocupada	Thor	24	
Total de dias por ano em que a edificação se mantém ocupada	Tdia	365	
Tempo, em horas por ano, em que as pessoas estão presentes em um local perigoso	tz	8760	

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
24/51

$LU=LA=rt*lt*nz/nt*tz/8760$	$LU=LA$	1,00E-04	Eq. C.1
$LB=LV=rp*rf*hz*lf*nz/nt*tz/8760$	$LB=LV$	1,00E-04	Eq. C.3
$LC1=LM=LW=LZ=Lo0*nz/nt*tz/8760$	$LC=LM=LW=LZ$	1,00E+00	Eq. C.4

Tabela 5 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Serviço ao Público - L2

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
D2 - Danos Físicos	Gás, água, fornecimento de energia	Lf2	0,1	Tabela C.8
D3 - Falhas de sistemas interno	Gás, água, fornecimento de energia	Lo2	0,1	
$LB2=LV=rp*rf*lf*nz/nt$		$LB=LV$	0,0005	Eq. C.7
$LC2=LM=LW=LZ=Lo2*nz/nt$		$LC=LM=LW=LZ$	0,1	Eq. C.8

Tabela 6 - Tipos de Perdas Inaceitáveis ao Patrimônio Cultural - L3

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Perda cultural	Não se aplica	LF3	0	Tabela C.10
Valores	Cz - Valor do patrimônio cultural	Cz	0	Milhões de reais
	Ct - valor total da edificação e conteúdo da estrutura	Ct	50000	
	$LB3=LV=rp*rf*lf*Cz/Ct$	$LB=LV$	0	Eq. C.12

Tabela 6 - Perda Econômica - L4

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Ferimento devido a choque	Não se aplica	Lt	0	Tabela C.12
Danos físicos	Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial	Lf	0,2	Tabela C.12
Falha de sistemas	Outros	Lo	0,0001	Tabela C.12
Valor dos animais na zona		ca	0	-
Valor da edificação relevante à zona		cb	50000	
Valor do conteúdo da zona		cc	50000	
Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades		cs	50000	
Valor total da estrutura		ct	50000	
Valores	$LU=LA=rt*lt*ca/ct$	$LU=LA$	0	Eq. C.10
	$LB=LV=rp*rf*hz*lf*(ca+cb+cc+cs)/ct$	$LB=LV$	0,006	Eq. C.12
	$LC=LM=LW=LZ=Lo*cs/ct$	$LC=LM=LW=LZ$	0,0001	Eq. C.13

Tabela 7 - Área de Exposição Equivalente

Parâmetro	Equação	Id	Valor	Referência
Estrutura	$Ad=L*W+2*(3*H)*(L+W)+pi*(3*H)^2$	Ad	5,05E+02	Eq. A.2
	$Am=2*500*(L+W)+pi*500^2$	Am	7,97E+05	Eq. A.7
Linha de energia	$Alp=40*LI$	Alp	4,00E+04	Eq. A.9
	$Aip=4000*LI$	Aip	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adjp=Ljp*Wjp+2*(3*Hjp)*(Ljp+Wjp)+pi*(3*Hjp)^2$	Adjp	0,00E+00	Eq. A.2
Linha de dados	$Ald=40*LI$	Ald	4,00E+04	Eq. A.9

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
25/51

	$Aid=4000*LI$	Aid	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adj d=Lj d*Wj d+2*(3*Hj d)*(Lj d+Wj d)+\pi*(3*Hj d)^2$	Adj d	0,00E+00	Eq. A.2

Tabela 8 - Número esperado Anual de Eventos perigosos

Parâmetro	Equação	Id	Valor (1/ano)	Referência
Estrutura	$Nd=Ng*Ad*Cd*10E-6$	Nd	9,31E-05	Eq. A.4
	$Nm=Ng*Am*10E-6$	Nm	2,94E-01	Eq. A.6
Linha de energia	$Nlp=Ng*Alp*Cip*Cep*10E-6$	Nlp	1,47E-02	Eq. A.8
	$Nlp=Ng*Alp*Cip*Cep*10E-6$	Nlp	1,47E+00	Eq. A.10
	$Ndjp=Ng*Adj p*Cdj p*10E-6$	Ndjp	0,00E+00	Eq. A.5
Linha de dados	$Nld=Ng*Alt*Cl t*Cet*10E-6$	Nld	1,47E-02	Eq. A.8
	$Nld=Ng*Alt*Cl t*Cet*10E-6$	Nld	1,47E+00	Eq. A.10
	$Ndjd=Ng*Adj d*Cdj d*10E-6$	Ndjd	0,00E+00	Eq. A.5

Tabela 9 - Avaliação da Probabilidade Px de Danos

Probabilidade da descarga causar:	Equação	Id	Valor	Referência
Ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico	$Pa=Pta*Pb$	Pa	1,00E-03	Eq. B.1
Probabilidade da descarga na estrutura causar falha nos sistemas interno	Energia $Pcp=Pspdp*Cl dp$	Pcp	2,00E-02	Eq. B.2
	Dados $Pcd=Pspdd*Cl dd$	Pcd	2,00E-02	Eq. B.2
	Composição $Pc=1-(1-Pcp)*(1-Pcd)$	Pc	3,96E-02	Eq. 14
Probabilidade da descarga perto da estrutura causar danos internos	Energia $Pmp=Pspdp*Pmsp$	Pmp	2,00E-02	Eq. B.3
	Dados $Pmd=Pspdd*Pmsd$	Pmd	2,00E-02	Eq. B.3
Probabilidade da descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque	Energia $Pup=Ptu*Peb*Pl dp*Cl dp$	Pup	2,00E-04	Eq. B.8
	Dados $Pud=Ptu*Peb*Pl dd*Cl dd$	Pud	2,00E-04	Eq. B.8
Probabilidade da descarga na linha causar falhas de sistemas internos	Energia $Pwp=Pspdp*Pl dp*Cl p$	Pwp	2,00E-02	Eq. B.10
	Dados $Pwd=Pspdd*Pl dd*Cl d$	Pwd	2,00E-02	Eq. B.10
Probabilidade da descarga perto da linha causar falhas de sistemas internos	Energia $Pzp=Pspdp*Pl ip*Cl ip$	Pzp	4,00E-03	Eq. B.11
	Dados $Pzd=Pspdd*Pl id*Cl id$	Pzd	2,00E-03	Eq. B.11
Probabilidade da descarga em uma linha causar danos físicos	Energia $Pvp=Peb*Pl dp*Cl dp$	Pvp	2,00E-02	Eq. B.9
	Dados $Pvd=Peb*Pl dd*Cl dd$	Pvd	2,00E-02	Eq. B.9
Energia	$Pmsp=(Ks1*Ks2*Ks3p*Ks4p)^2$	Pmsp	1,00E+00	Eq. B.4
Dados	$Pmst=(Ks1*Ks2*Ks3d*Ks4d)^2$	Pmsd	1,00E+00	Eq. B.4
$Pm=1-(1-Pmp)*(1-Pmd)$		Pm	3,96E-02	Eq. 15

Tabela 10 - Análise das Componentes de Risco para R1

Risco	Id	Valor	Referência
$RA=Nd*Pa*LA$	RA	9,31E-12	Eq. 6
$RB=Nd*Pb*LB$	RB	9,31E-10	Eq. 7
$RC=Nd*Pc*LC$	RC	0,00E+00	Eq. 8
$RM=Nm*Pm*Lm$	RM	0,00E+00	Eq. 9
Energia $RUp=(Nlp+Ndjp)*Pup*LU$	RUp	2,95E-10	Eq. 10
Dados $RUd=(Nld+Ndjd)*Pud*LU$	RUd	2,95E-10	Eq. 10
$RU=(Nl+Ndj)*Pu*LU$	RU	5,89E-10	Eq. 10
Energia $RVp=(Nlp+Ndjp)*Pvp*LV$	RVp	2,95E-08	Eq. 11
Dados $RVd=(Nld+Ndjd)*Pvd*LV$	RVd	2,95E-08	Eq. 11
$RV=(Nl+Ndj)*Pv*LV$	RV	5,89E-08	Eq. 11
Energia $RWp=(Nlp+Ndjp)*Pwp*LW$	RWp	2,95E-04	Eq. 12
Dados $RWd=(Nld+Ndjd)*Pwd*LW$	RWd	2,95E-04	Eq. 12
$RW=(Nl+Ndj)*Pw*LW$	RW	0,00E+00	Eq. 12
Energia $RZp=Nlp*Pzp*Lz$	RZp	5,89E-03	Eq. 13

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
26/51

Dados	$RZd = NId * Pzd * LZ$	RZd	2,95E-03	Eq. 13
$RZ = Ni * Pz * LZ$		RZ	0,00E+00	Eq. 13

Tabela 11 - Análise das Componentes de Risco para R4

Risco	Id	Valor	Referência
$RA = Nd * Pa * LA$	RA	0,00E+00	Eq. 6
$RB = Nd * Pb * LB$	RB	5,59E-08	Eq. 7
$RC = Nd * Pc * LC$	RC	3,69E-10	Eq. 8
$RM = Nm * Pm * LM$	RM	1,16E-06	Eq. 9
Energia $Rup = (Nlp + Ndjp) * Pup * LU$	RUp	0,00E+00	Eq. 10
Dados $Rud = (Nld + Ndjd) * Pud * LU$	RUD	0,00E+00	Eq. 10
$Ru = (Nl + Ndj) * Pu * LU$	RU	0,00E+00	Eq. 10
Energia $Rvp = (Nlp + Ndjp) * Pvp * LV$	Rvp	1,77E-06	Eq. 11
Dados $Rvt = (Nlt + Ndjt) * Pvt * LV$	Rvt	1,77E-06	Eq. 11
$RV = (Nl + Ndj) * Pv * LV$	RV	3,54E-06	Eq. 11
Energia $Rwp = (Nlp + Ndjp) * Pwp * LW$	RWp	2,95E-08	Eq. 12
Dados $Rwt = (Nlt + Ndjt) * Pwt * LW$	RWd	2,95E-08	Eq. 12
$RW = (Nl + Ndj) * Pw * LW$	RW	5,89E-08	Eq. 12
Energia $Rzp = Nlp * Pzp * LZ$	RZp	5,89E-07	Eq. 13
Dados $Rzd = Nld * Pzd * LZ$	RZd	2,95E-07	Eq. 13
$RZ = Ni * Pz * LZ$	RZ	8,84E-07	Eq. 13

Tabela 12 - Análise do Risco

Equação	Id	Valor	Referência	Tolerável	Risco de explosão ou hospital	Não
$R1 = RA + RB + RC + RM + RU + RV + RW + RZ$	R1	6,05E-08	Eq. 1	1,00E-05	Atendimento ao público	Sim
$R2 = RB + RC + RM + RV + RW + RZ$	R2	0,00E+00	Eq. 2	1,00E-03	Perda de patrimônio cultural	Sim
$R3 = RB + RV$	R3	0,00E+00	Eq. 3	1,00E-04	Animais	Não
$R4 = RA + RB + RC + RM + RU + RV + RW + RZ$	R4	5,70E-06	Eq. 4	1,00E-03	Avaliação econômica	Sim
$RA + RB + RU + RV$	-	6,05E-08	-	1,00E-05		

Considerando que:

R1: numera o risco de perda de vida humana;

R2: numera o risco de perdas de serviço público;

R3: numera o risco de perdas de patrimônio cultural;

R4: numera o risco de perdas de valor econômico;

RA: numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S1);

RB: numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S1);

RC: numera a componente relacionado à falha de sistemas internos (D3, S1);

RM: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S2);

RU: numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S3);

RV: numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S3);

RW: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S3);

RZ: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S4).

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:

Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01

27/51

Conclui-se:

Dada a análise de risco e comparando com os valores de risco máximos sugeridos pela ABNT NBR 5410-2 de 2015, a edificação está protegida contra descargas atmosféricas, pois o risco é menor que o risco máximo tolerável.

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
28/51

Anexo D – Análise de risco do gás e lixo.

Tabela 1 - Características da Estrutura e do Meio Ambiente

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Densidade de descargas atmosféricas para o local estudado (1/km²/ano)	Consultado em: http://www.inpe.br/webelat/homepage/	Ng	0,368432828	INPE
Dimensões da estrutura	Estudo com formato prismático simples	L	5,25	513
		W	7,05	
		H	3	
	AD' (somente para construções com formatos complexos)	AD'	-	
Fator de localização da estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	Cd	0,5	Tabela A.1
SPDA instalado	Estrutura protegida por SPDA classe I	Pb	0,02	Tabela B.2
Ligação Equipotencial	I	Peb	0,01	Tabela B.7
Blindagem externa	Não se aplica	Wm1	-	-
		Wm2	-	
	Ks1=0,12*Wm1	Ks1	1	Eq B.5
	Ks2=0,12*Wm2	Ks2	1	Eq B.6

Tabela 2 - Linhas conectadas à estrutura

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Linha de energia	Se aplica	Pli	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Rural	Ce	1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha de energia com neutro multiterrado, Nenhuma	Cldp	1	Tabela B.4
		Cli	0,2	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	Cdj	2	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Linha de sinal	Não se aplica	Pli	0	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
29/51

Fator ambiental	Rural	Ce	1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha aérea blindada (energia ou sinal), Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	Cldd	1	Tabela B.4
		Cli	0,1	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	Cdj	2	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno (kV)	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Tabela 3 - Características da Zona de Exposição

Parâmetro		Comentário	Id	Valor	Referência
Tipo de piso		Agricultura, concreto	rt	1,00E-02	Tabela C.3
Proteção contra choque (estrutura)		Equipotencialização efetiva do solo	Pta	0,01	Tabela B.1
Proteção contra choque (linha)		Restrições físicas	Ptu	0	Tabela B.6
Risco de incêndio ou explosão		Explosão ou incêndio	rf	0,00E+00	Tabela C.5
Proteção contra incêndio		Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	rp	0,5	Tabela C.4
Energia	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3p	1	Tabela B.5
	DPS	II	Pspdp	0,02	Tabela B.3
Dados	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3t	1	Tabela B.5
	DPS coordenado	II	Pspdt	0,02	Tabela B.3
Tipo de perigo especial		Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)	hz	2	Tabela C.6

Tabela 4 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Vida Humana - L1

Parâmetro	Id	Valor	Referência
Ferimentos	Lt	1,00E-02	Tabela C.2
Danos Físicos	Lf1	1,00E-01	
Falhas de sistemas internos	Lo0	1,00E-01	
Número de pessoas na zona de perigo	nz	5	-
Número de pessoas na estrutura inteira	nt	5	
Horas por dia em que a estrutura se mantém ocupada	Thor	24	
Total de dias por ano em que a edificação se mantém ocupada	Tdia	365	
Tempo, em horas por ano, em que as pessoas estão presentes em um local perigoso	tz	8760	

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
30/51

$LU=LA=rt*lt*nz/nt*tz/8760$	$LU=LA$	1,00E-04	Eq. C.1
$LB=LV=rp*rf*hz*lf*nz/nt*tz/8760$	$LB=LV$	0,00E+00	Eq. C.3
$LC1=LM=LW=LZ=Lo*nt/nz/8760$	$LC=LM=LW=LZ$	1,00E-01	Eq. C.4

Tabela 5 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Serviço ao Público - L2

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
D2 - Danos Físicos	Gás, água, fornecimento de energia	Lf2	0,1	Tabela C.8
D3 - Falhas de sistemas interno	Gás, água, fornecimento de energia	Lo2	0,1	
$LB2=LV=rp*rf*lf*nz/nt$		$LB=LV$	0	Eq. C.7
$LC2=LM=LW=LZ=Lo2*nz/nt$		$LC=LM=LW=LZ$	0,1	Eq. C.8

Tabela 6 - Tipos de Perdas Inaceitáveis ao Patrimônio Cultural - L3

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Perda cultural	Não se aplica	LF3	0	Tabela C.10
Valores	Cz - Valor do patrimônio cultural	Cz	0	Milhões de reais
	Ct - valor total da edificação e conteúdo da estrutura	Ct	30000	
	$LB3=LV=rp*rf*lf*Cz/Ct$	$LB=LV$	0	Eq. C.12

Tabela 6 - Perda Econômica - L4

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Ferimento devido a choque	Não se aplica	Lt	0	Tabela C.12
Danos físicos	Risco de explosão	Lf	1	Tabela C.12
Falha de sistemas	Risco de explosão	Lo	0,1	Tabela C.12
Valor dos animais na zona		ca	0	-
Valor da edificação relevante à zona		cb	30000	
Valor do conteúdo da zona		cc	30000	
Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades		cs	30000	
Valor total da estrutura		ct	30000	
Valores	$LU=LA=rt*lt*ca/ct$	$LU=LA$	0	Eq. C.10
	$LB=LV=rp*rf*hz*lf*(ca+cb+cc+cs)/ct$	$LB=LV$	0	Eq. C.12
	$LC=LM=LW=LZ=Lo*cs/ct$	$LC=LM=LW=LZ$	0,1	Eq. C.13

Tabela 7 - Área de Exposição Equivalente

Parâmetro	Equação	Id	Valor	Referência
Estrutura	$Ad=L*W+2*(3*H)*(L+W)+pi*(3*H)^2$	Ad	5,13E+02	Eq. A.2
	$Am=2*500*(L+W)+pi*500^2$	Am	7,98E+05	Eq. A.7
Linha de energia	$Alp=40*L$	Alp	4,00E+04	Eq. A.9
	$Aip=4000*L$	Aip	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adjp=Ljp*Wjp+2*(3*Hjp)*(Ljp+Wjp)+pi*(3*Hjp)^2$	Adjp	0,00E+00	Eq. A.2
Linha de dados	$Ald=40*L$	Ald	4,00E+04	Eq. A.9

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
31/51

	$Aid=4000*LI$	Aid	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adj d=Ljd*Wjd+2*(3*Hjd)*(Ljd+Wjd)+pi*(3*Hjd)^2$	Adj d	0,00E+00	Eq. A.2

Tabela 8 - Número esperado Anual de Eventos perigosos

Parâmetro	Equação	Id	Valor (1/ano)	Referência
Estrutura	$Nd=Ng*Ad*Cd*10E-6$	Nd	9,45E-05	Eq. A.4
	$Nm=Ng*Am*10E-6$	Nm	2,94E-01	Eq. A.6
Linha de energia	$NLp=Ng*Alp*Cip*Cep*Ctp*10E-6$	NLp	1,47E-02	Eq. A.8
	$Nlp=Ng*Aip*Cip*Cep*Ctp*10E-6$	Nlp	1,47E+00	Eq. A.10
	$Ndjp=Ng*Adj p*Cdj p*Ctp*10E-6$	Ndjp	0,00E+00	Eq. A.5
Linha de dados	$NLd=Ng*Alt*Cl t*Cet*Cl t*10E-6$	NLd	1,47E-02	Eq. A.8
	$Nld=Ng*Aid*Cl d*Ced*Cl d*10E-6$	Nld	1,47E+00	Eq. A.10
	$Ndjd=Ng*Adj d*Cl dj*Cl d*10E-6$	Ndjd	0,00E+00	Eq. A.5

Tabela 9 - Avaliação da Probabilidade Px de Danos

Probabilidade da descarga causar:	Equação	Id	Valor	Referência
Ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico	$Pa=Pta*Pb$	Pa	2,00E-04	Eq. B.1
Probabilidade da descarga na estrutura causar falha nos sistemas interno	Energia $Pcp=Pspdp*Cl dp$	Pcp	2,00E-02	Eq. B.2
	Dados $Pcd=Pspdd*Cl dd$	Pcd	2,00E-02	Eq. B.2
	Composição $Pc=1-(1-Pcp)*(1-Pcd)$	Pc	3,96E-02	Eq. 14
Probabilidade da descarga perto da estrutura causar danos internos	Energia $Pmp=Pspdp*Pmsp$	Pmp	2,00E-02	Eq. B.3
	Dados $Pmd=Pspdd*Pmsd$	Pmd	2,00E-02	Eq. B.3
Probabilidade da descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque	Energia $Pup=Ptu*Peb*Pl dp*Cl dp$	Pup	0,00E+00	Eq. B.8
	Dados $Pud=Ptu*Peb*Pl dd*Cl dd$	Pud	0,00E+00	Eq. B.8
Probabilidade da descarga na linha causar falhas de sistemas internos	Energia $Pwp=Pspdp*Pl dp*Cl p$	Pwp	2,00E-02	Eq. B.10
	Dados $Pwd=Pspdd*Pl dd*Cl d$	Pwd	2,00E-02	Eq. B.10
Probabilidade da descarga perto da linha causar falhas de sistemas internos	Energia $Pzp=Pspdp*Pl ip*Cl ip$	Pzp	4,00E-03	Eq. B.11
	Dados $Pzd=Pspdd*Pl id*Cl id$	Pzd	0,00E+00	Eq. B.11
Probabilidade da descarga em uma linha causar danos físicos	Energia $Pvp=Peb*Pl dp*Cl dp$	Pvp	1,00E-02	Eq. B.9
	Dados $Pvd=Peb*Pl dd*Cl dd$	Pvd	1,00E-02	Eq. B.9
Energia	$Pmsp=(Ks1*Ks2*Ks3p*Ks4p)^2$	Pmsp	1,00E+00	Eq. B.4
Dados	$Pmst=(Ks1*Ks2*Ks3d*Ks4d)^2$	Pmst	1,00E+00	Eq. B.4
$Pm=1-(1-Pmp)*(1-Pmd)$		Pm	3,96E-02	Eq. 15

Tabela 10 - Análise das Componentes de Risco para R1

Risco	Id	Valor	Referência
$RA=Nd*Pa*LA$	RA	1,89E-12	Eq. 6
$RB=Nd*Pb*LB$	RB	0,00E+00	Eq. 7
$RC=Nd*Pc*LC$	RC	0,00E+00	Eq. 8
$RM=Nm*Pm*Lm$	RM	0,00E+00	Eq. 9
Energia $RUp=(NLp+Ndjp)*Pup*LU$	RUp	0,00E+00	Eq. 10
Dados $RUd=(NLd+Ndjd)*Pud*LU$	RUd	0,00E+00	Eq. 10
$RU=(NL+Ndj)*Pu*LU$	RU	0,00E+00	Eq. 10
Energia $RVp=(NLp+Ndjp)*Pvp*LV$	RVp	0,00E+00	Eq. 11
Dados $RVd=(NLd+Ndjd)*Pvd*LV$	RVd	0,00E+00	Eq. 11
$RV=(NL+Ndj)*Pv*LV$	RV	0,00E+00	Eq. 11
Energia $RWp=(NLp+Ndjp)*Pwp*LW$	RWp	2,95E-05	Eq. 12
Dados $RWd=(NLd+Ndjd)*Pwd*LW$	RWd	2,95E-05	Eq. 12
$RW=(NL+Ndj)*Pw*LW$	RW	0,00E+00	Eq. 12
Energia $RZp=Nlp*Pzp*Lz$	RZp	5,89E-04	Eq. 13

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
32/51

Dados	$RZd = NId * Pzd * LZ$	RZd	0,00E+00	Eq. 13
$RZ = Ni * Pz * LZ$		RZ	0,00E+00	Eq. 13

Tabela 11 - Análise das Componentes de Risco para R4

Risco	Id	Valor	Referência
$RA = Nd * Pa * LA$	RA	0,00E+00	Eq. 6
$RB = Nd * Pb * LB$	RB	0,00E+00	Eq. 7
$RC = Nd * Pc * LC$	RC	3,74E-07	Eq. 8
$RM = Nm * Pm * LM$	RM	1,16E-03	Eq. 9
Energia $Rup = (Nlp + Ndjp) * Pup * LU$	RU _p	0,00E+00	Eq. 10
Dados $Rud = (Nld + Ndjd) * Pud * LU$	RU _d	0,00E+00	Eq. 10
$Ru = (Nl + Ndj) * Pu * LU$	RU	0,00E+00	Eq. 10
Energia $Rvp = (Nlp + Ndjp) * Pvp * LV$	Rv _p	0,00E+00	Eq. 11
Dados $Rvt = (Nlt + Ndjt) * Pvt * LV$	Rv _t	0,00E+00	Eq. 11
$RV = (Nl + Ndj) * Pv * LV$	RV	0,00E+00	Eq. 11
Energia $Rwp = (Nlp + Ndjp) * Pwp * LW$	RW _p	2,95E-05	Eq. 12
Dados $Rwt = (Nlt + Ndjt) * Pwt * LW$	RW _d	2,95E-05	Eq. 12
$RW = (Nl + Ndj) * Pw * LW$	RW	5,89E-05	Eq. 12
Energia $Rzp = Nlp * Pzp * LZ$	RZ _p	5,89E-04	Eq. 13
Dados $Rzd = Nld * Pzd * LZ$	RZ _d	0,00E+00	Eq. 13
$RZ = Ni * Pz * LZ$	RZ	5,89E-04	Eq. 13

Tabela 12 - Análise do Risco

Equação	Id	Valor	Referência	Tolerável	Risco de explosão ou hospital	Não
$R1 = RA + RB + RC + RM + RU + RV + RW + RZ$	R1	1,89E-12	Eq. 1	1,00E-05	Atendimento ao público	Não
$R2 = RB + RC + RM + RV + RW + RZ$	R2	0,00E+00	Eq. 2	1,00E-03	Perda de patrimônio cultural	Não
$R3 = RB + RV$	R3	0,00E+00	Eq. 3	1,00E-04	Animais	Não
$R4 = RA + RB + RC + RM + RU + RV + RW + RZ$	R4	0,00E+00	Eq. 4	1,00E-03	Avaliação econômica	Não
$RA + RB + RU + RV$	-	1,89E-12	-	1,00E-05		

Considerando que:

R1: numera o risco de perda de vida humana;

R2: numera o risco de perdas de serviço público;

R3: numera o risco de perdas de patrimônio cultural;

R4: numera o risco de perdas de valor econômico;

RA: numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S1);

RB: numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S1);

RC: numera a componente relacionado à falha de sistemas internos (D3, S1);

RM: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S2);

RU: numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S3);

RV: numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S3);

RW: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S3);

RZ: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S4).

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:

Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01

33/51

Conclui-se:

Dada a análise de risco e comparando com os valores de risco máximos sugeridos pela ABNT NBR 5410-2 de 2015, a edificação está protegida contra descargas atmosféricas, pois o risco é menor que o risco máximo tolerável.

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
34/51

Anexo E – Análise de risco do Mirante A.

Tabela 1 - Características da Estrutura e do Meio Ambiente

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Densidade de descargas atmosféricas para o local estudado (1/km²/ano)	Consultado em: http://www.inpe.br/webelat/homepage/	Ng	0,368432828	INPE
Dimensões da estrutura	Estudo com formato prismático simples	L	5	459
		W	5	
		H	3	
	AD' (somente para construções com formatos complexos)	AD'	-	
Fator de localização da estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	Cd	0,5	Tabela A.1
SPDA instalado	Estrutura protegida por SPDA classe III	Pb	0,1	Tabela B.2
Ligação Equipotencial	II	Peb	0,02	Tabela B.7
Blindagem externa	Não se aplica	Wm1	-	-
		Wm2	-	
	Ks1=0,12*Wm1	Ks1	1	Eq B.5
	Ks2=0,12*Wm2	Ks2	1	Eq B.6

Tabela 2 - Linhas conectadas à estrutura

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Linha de energia	Se aplica	Pli	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Rural	Ce	1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolação	Linha de energia com neutro multiaterrado, Nenhuma	Cldp	1	Tabela B.4
		Cli	0,2	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	Cdj	2	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Linha de sinal	Se aplica	Pli	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
35/51

Fator ambiental	Rural	Ce	1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha aérea blindada (energia ou sinal), Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	Cldd	1	Tabela B.4
		Cli	0,1	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	Cdj	2	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno (kV)	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Tabela 3 - Características da Zona de Exposição

Parâmetro		Comentário	Id	Valor	Referência
Tipo de piso		Agricultura, concreto	rt	1,00E-02	Tabela C.3
Proteção contra choque (estrutura)		Equipotencialização efetiva do solo	Pta	0,01	Tabela B.1
Proteção contra choque (linha)		Isolação elétrica	Ptu	0,01	Tabela B.6
Risco de incêndio ou explosão		Incêndio, Normal	rf	1,00E-02	Tabela C.5
Proteção contra incêndio		Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	rp	0,5	Tabela C.4
Energia	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3p	1	Tabela B.5
	DPS	II	Pspdp	0,02	Tabela B.3
Dados	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3t	1	Tabela B.5
	DPS coordenado	II	Pspdt	0,02	Tabela B.3
Tipo de perigo especial		Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)	hz	2	Tabela C.6

Tabela 4 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Vida Humana - L1

Parâmetro	Id	Valor	Referência
Ferimentos	Lt	1,00E-02	Tabela C.2
Danos Físicos	Lf1	1,00E-02	
Falhas de sistemas internos	Lo0	1,00E+00	
Número de pessoas na zona de perigo	nz	10	-
Número de pessoas na estrutura inteira	nt	10	
Horas por dia em que a estrutura se mantém ocupada	Thor	24	
Total de dias por ano em que a edificação se mantém ocupada	Tdia	365	
Tempo, em horas por ano, em que as pessoas estão presentes em um local perigoso	tz	8760	

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
36/51

$LU=LA=rt*lt*nz/nt*tz/8760$	$LU=LA$	1,00E-04	Eq. C.1
$LB=LV=rp*rf*hz*lf*nz/nt*tz/8760$	$LB=LV$	1,00E-04	Eq C.3
$LC1=LM=LW=LZ=Lo0*nz/nt*tz/8760$	$LC= LM= LW= LZ$	1,00E+00	Eq C.4

Tabela 5 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Serviço ao Público - L2

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
D2 - Danos Físicos	Gás, água, fornecimento de energia	Lf2	0,1	Tabela C.8
D3 - Falhas de sistemas interno	Gás, água, fornecimento de energia	Lo2	0,1	
$LB2=LV=rp*rf*lf*nz/nt$		$LB=LV$	0,0005	Eq. C.7
$LC2=LM=LW=LZ=Lo2*nz/nt$		$LC= LM= LW= LZ$	0,1	Eq. C.8

Tabela 6 - Tipos de Perdas Inaceitáveis ao Patrimônio Cultural - L3

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Perda cultural	Não se aplica	LF3	0	Tabela C.10
Valores	Cz - Valor do patrimônio cultural	Cz	0	Milhões de reais
	Ct - valor total da edificação e conteúdo da estrutura	Ct	50000	
	$LB3=LV=rp*rf*lf*Cz/Ct$	$LB=LV$	0	Eq. C.12

Tabela 6 - Perda Econômica - L4

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Ferimento devido a choque	Não se aplica	Lt	0	Tabela C.12
Danos físicos	Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial	Lf	0,2	Tabela C.12
Falha de sistemas	Outros	Lo	0,0001	Tabela C.12
Valor dos animais na zona		ca	0	-
Valor da edificação relevante à zona		cb	50000	
Valor do conteúdo da zona		cc	50000	
Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades		cs	50000	
Valor total da estrutura		ct	50000	
Valores	$LU=LA=rt*lt*ca/ct$	$LU=LA$	0	Eq. C.10
	$LB=LV=rp*rf*hz*lf*(ca+cb+cc+cs)/ct$	$LB=LV$	0,006	Eq. C.12
	$LC=LM=LW=LZ=Lo*cs/ct$	$LC= LM= LW= LZ$	0,0001	Eq. C.13

Tabela 7 - Área de Exposição Equivalente

Parâmetro	Equação	Id	Valor	Referência
Estrutura	$Ad=L*W+2*(3*H)*(L+W)+pi*(3*H)^2$	Ad	4,59E+02	Eq. A.2
	$Am=2*500*(L+W)+pi*500^2$	Am	7,95E+05	Eq. A.7
Linha de energia	$Alp=40*L$	Alp	4,00E+04	Eq. A.9
	$Aip=4000*L$	Aip	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adjp=Ljp*Wjp+2*(3*Hjp)*(Ljp+Wjp)+pi*(3*Hjp)^2$	Adjp	0,00E+00	Eq. A.2
Linha de dados	$Ald=40*L$	Ald	4,00E+04	Eq. A.9

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
37/51

	$Aid=4000*LI$	Aid	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adj d=Lj d*Wj d+2*(3*Hj d)*(Lj d+Wj d)+\pi*(3*Hj d)^2$	Adj d	0,00E+00	Eq. A.2

Tabela 8 - Número esperado Anual de Eventos perigosos

Parâmetro	Equação	Id	Valor (1/ano)	Referência
Estrutura	$Nd=Ng*Ad*Cd*10E-6$	Nd	8,46E-05	Eq. A.4
	$Nm=Ng*Am*10E-6$	Nm	2,93E-01	Eq. A.6
Linha de energia	$NLp=Ng*Alp*Cip*Cep*CTp*10E-6$	NLp	1,47E-02	Eq. A.8
	$Nlp=Ng*Aip*Cip*Cep*CTp*10E-6$	Nlp	1,47E+00	Eq. A.10
	$Ndjp=Ng*Adj p*Cdjp*CTp*10E-6$	Ndjp	0,00E+00	Eq. A.5
Linha de dados	$NLd=Ng*Alt*Cl t*Ce t*Ct t*10E-6$	NLd	1,47E-02	Eq. A.8
	$Nld=Ng*Aid*Cl d*Ce d*Ct d*10E-6$	Nld	1,47E+00	Eq. A.10
	$Nldj d=Ng*Adj d*Cl d*Ce d*Ct d*10E-6$	Nldj d	0,00E+00	Eq. A.5

Tabela 9 - Avaliação da Probabilidade Px de Danos

Probabilidade da descarga causar:		Equação	Id	Valor	Referência
Ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico		$Pa=Pta*Pb$	Pa	1,00E-03	Eq. B.1
Probabilidade da descarga na estrutura causar falha nos sistemas interno	Energia	$Pcp=Pspdp*Cl dp$	Pcp	2,00E-02	Eq. B.2
	Dados	$Pcd=Pspdd*Cl dd$	Pcd	2,00E-02	Eq. B.2
	Composição	$Pc=1-(1-Pcp)*(1-Pcd)$	Pc	3,96E-02	Eq. 14
Probabilidade da descarga perto da estrutura causar danos internos	Energia	$Pmp=Pspdp*Pmsp$	Pmp	2,00E-02	Eq. B.3
	Dados	$Pmd=Pspdd*Pmsd$	Pmd	2,00E-02	Eq. B.3
Probabilidade da descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque	Energia	$Pup=Ptu*Peb*Pl dp*Cl dp$	Pup	2,00E-04	Eq. B.8
	Dados	$Pud=Ptu*Peb*Pl dd*Cl dd$	Pud	2,00E-04	Eq. B.8
Probabilidade da descarga na linha causar falhas de sistemas internos	Energia	$Pwp=Pspdp*Pl dp*Cl p$	Pwp	2,00E-02	Eq. B.10
	Dados	$Pwd=Pspdd*Pl dd*Cl d$	Pwd	2,00E-02	Eq. B.10
Probabilidade da descarga perto da linha causar falhas de sistemas internos	Energia	$Pzp=Pspdp*Pl ip*Cl ip$	Pzp	4,00E-03	Eq. B.11
	Dados	$Pzd=Pspdd*Pl id*Cl id$	Pzd	2,00E-03	Eq. B.11
Probabilidade da descarga em uma linha causar danos físicos	Energia	$Pvp=Peb*Pl dp*Cl dp$	Pvp	2,00E-02	Eq. B.9
	Dados	$Pvd=Peb*Pl dd*Cl dd$	Pvd	2,00E-02	Eq. B.9
Energia		$Pmsp=(Ks1*Ks2*Ks3p*Ks4p)^2$	Pmsp	1,00E+00	Eq. B.4
Dados		$Pmst=(Ks1*Ks2*Ks3d*Ks4d)^2$	Pmsd	1,00E+00	Eq. B.4
$Pm=1-(1-Pmp)*(1-Pmd)$			Pm	3,96E-02	Eq. 15

Tabela 10 - Análise das Componentes de Risco para R1

Risco		Id	Valor	Referência
$RA=Nd*Pa*LA$		RA	8,46E-12	Eq. 6
$RB=Nd*Pb*LB$		RB	8,46E-10	Eq. 7
$RC=Nd*Pc*LC$		RC	0,00E+00	Eq. 8
$RM=Nm*Pm*Lm$		RM	0,00E+00	Eq. 9
Energia	$RUp=(NLp+Ndjp)*Pup*LU$	RUp	2,95E-10	Eq. 10
Dados	$RUd=(NLd+Nldj d)*Pud*LU$	RUd	2,95E-10	Eq. 10
$RU=(NL+Ndj)*Pu*LU$		RU	5,89E-10	Eq. 10
Energia	$RVp=(NLp+Ndjp)*Pvp*LV$	Rvp	2,95E-08	Eq. 11
Dados	$RVd=(NLd+Nldj d)*Pvd*LV$	Rvd	2,95E-08	Eq. 11
$RV=(NL+Ndj)*Pv*LV$		RV	5,89E-08	Eq. 11
Energia	$RWp=(NLp+Ndjp)*Pwp*LW$	RWp	2,95E-04	Eq. 12
Dados	$RWd=(NLd+Nldj d)*Pwd*LW$	RWd	2,95E-04	Eq. 12
$RW=(NL+Ndj)*Pw*LW$		RW	0,00E+00	Eq. 12
Energia	$RZp=Nlp*Pzp*Lz$	RZp	5,89E-03	Eq. 13

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
38/51

Dados	$RZd = NId * Pzd * LZ$	RZd	2,95E-03	Eq. 13
	$RZ = Ni * Pz * LZ$	RZ	0,00E+00	Eq. 13

Tabela 11 - Análise das Componentes de Risco para R4

Risco	Id	Valor	Referência
$RA = Nd * Pa * LA$	RA	0,00E+00	Eq. 6
$RB = Nd * Pb * LB$	RB	5,08E-08	Eq. 7
$RC = Nd * Pc * LC$	RC	3,35E-10	Eq. 8
$RM = Nm * Pm * LM$	RM	1,16E-06	Eq. 9
Energia $Rup = (Nlp + Ndjp) * Pup * LU$	RU _p	0,00E+00	Eq. 10
Dados $Rud = (Nld + Ndjd) * Pud * LU$	RU _d	0,00E+00	Eq. 10
$Ru = (NL + Ndj) * Pu * LU$	RU	0,00E+00	Eq. 10
Energia $Rvp = (Nlp + Ndjp) * Pvp * LV$	Rv _p	1,77E-06	Eq. 11
Dados $Rvt = (Nlt + Ndjt) * Pvt * LV$	Rv _t	1,77E-06	Eq. 11
$RV = (NL + Ndj) * Pv * LV$	RV	3,54E-06	Eq. 11
Energia $Rwp = (Nlp + Ndjp) * Pwp * LW$	RW _p	2,95E-08	Eq. 12
Dados $Rwt = (Nlt + Ndjt) * Pwt * LW$	RW _d	2,95E-08	Eq. 12
$RW = (NL + Ndj) * Pw * LW$	RW	5,89E-08	Eq. 12
Energia $Rzp = Nlp * Pzp * LZ$	RZ _p	5,89E-07	Eq. 13
Dados $Rzd = Nld * Pzd * LZ$	RZ _d	2,95E-07	Eq. 13
$RZ = Ni * Pz * LZ$	RZ	8,84E-07	Eq. 13

Tabela 12 - Análise do Risco

Equação	Id	Valor	Referência	Tolerável	Risco de explosão ou hospital	Não
$R1 = RA + RB + RC + RM + RU + RV + RW + RZ$	R1	6,04E-08	Eq. 1	1,00E-05	Atendimento ao público	Sim
$R2 = RB + RC + RM + RV + RW + RZ$	R2	0,00E+00	Eq. 2	1,00E-03	Perda de patrimônio cultural	Sim
$R3 = RB + RV$	R3	0,00E+00	Eq. 3	1,00E-04	Animais	Não
$R4 = RA + RB + RC + RM + RU + RV + RW + RZ$	R4	5,69E-06	Eq. 4	1,00E-03	Avaliação econômica	Sim
$RA + RB + RU + RV$	-	6,04E-08	-	1,00E-05		

Considerando que:

R1: numera o risco de perda de vida humana;

R2: numera o risco de perdas de serviço público;

R3: numera o risco de perdas de patrimônio cultural;

R4: numera o risco de perdas de valor econômico;

RA: numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S1);

RB: numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S1);

RC: numera a componente relacionado à falha de sistemas internos (D3, S1);

RM: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S2);

RU: numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S3);

RV: numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S3);

RW: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S3);

RZ: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S4).

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:

Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01

39/51

Conclui-se:

Dada a análise de risco e comparando com os valores de risco máximos sugeridos pela ABNT NBR 5410-2 de 2015, a edificação está protegida contra descargas atmosféricas, pois o risco é menor que o risco máximo tolerável.

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
40/51

Anexo F – Análise de risco do Espaço ciência.

Tabela 1 - Características da Estrutura e do Meio Ambiente

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Densidade de descargas atmosféricas para o local estudado (1/km²/ano)	Consultado em: http://www.inpe.br/webelat/homepage/	Ng	0,3684328 28	INPE
Dimensões da estrutura	Estudo com formato prismático simples AD' (somente para construções com formatos complexos)	L	36,5	6.513
		W	15,5	
		H	10	
		AD'	-	
Fator de localização da estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	Cd	0,5	Tabela A.1
SPDA instalado	Estrutura protegida por SPDA classe III	Pb	0,1	Tabela B.2
Ligação Equipotencial	II	Peb	0,02	Tabela B.7
Blindagem externa	Não se aplica	Wm1	-	-
		Wm2	-	
	Ks1=0,12*Wm1	Ks1	1	Eq B.5
	Ks2=0,12*Wm2	Ks2	1	Eq B.6

Tabela 2 - Linhas conectadas à estrutura

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Linha de energia	Se aplica	Pli	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Rural	Ce	1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha de energia com neutro multiaterrado, Nenhuma	Cldp	1	Tabela B.4
		Cli	0,2	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	Cdj	2	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Linha de sinal	Se aplica	Pli	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
41/51

Fator ambiental	Rural	Ce	1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha aérea blindada (energia ou sinal), Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	Cldd	1	Tabela B.4
		Cli	0,1	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	Cdj	2	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno (kV)	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Tabela 3 - Características da Zona de Exposição

Parâmetro		Comentário	Id	Valor	Referência
Tipo de piso		Agricultura, concreto	rt	1,00E-02	Tabela C.3
Proteção contra choque (estrutura)		Equipotencialização efetiva do solo	Pta	0,01	Tabela B.1
Proteção contra choque (linha)		Isolação elétrica	Ptu	0,01	Tabela B.6
Risco de incêndio ou explosão		Incêndio, Normal	rf	1,00E-02	Tabela C.5
Proteção contra incêndio		Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	rp	0,5	Tabela C.4
Energia	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3p	1	Tabela B.5
	DPS	II	Pspdp	0,02	Tabela B.3
Dados	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3t	1	Tabela B.5
	DPS coordenado	II	Pspdt	0,02	Tabela B.3
Tipo de perigo especial		Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)	hz	2	Tabela C.6

Tabela 4 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Vida Humana - L1

Tabela 4 - Tipos de Feridas Moleculares de Vida Humana				
Parâmetro		Id	Valor	Referência
Ferimentos	Todos os tipos	Lt	1,00E-02	Tabela C.2
Danos Físicos	Outros	Lf1	1,00E-02	

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
42/51

Falhas de sistemas internos	Outros	Lo0	1,00E+00	
Número de pessoas na zona de perigo		nz	100	-
Número de pessoas na estrutura inteira		nt	100	
Horas por dia em que a estrutura se mantém ocupada		Thor	24	
Total de dias por ano em que a edificação se mantém ocupada		Tdia	365	
Tempo, em horas por ano, em que as pessoas estão presentes em um local perigoso		tz	8760	
$LU=LA=rt*lt*nz/nt*tz/8760$		LU=LA	1,00E-04	Eq. C.1
$LB=LV=rp*rf*hz*lf*nz/nt*tz/8760$		LB=LV	1,00E-04	Eq. C.3
$LC1=LM=LW=LZ=Lo0*nz/nt*tz/8760$		LC= LM= LW= LZ	1,00E+00	Eq. C.4

Tabela 5 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Serviço ao Público - L2

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
D2 - Danos Físicos	Gás, água, fornecimento de energia	Lf2	0,1	Tabela C.8
D3 - Falhas de sistemas interno	Gás, água, fornecimento de energia	Lo2	0,1	
	$LB2=LV=rp*rf*LF*nz/nt$	LB=LV	0,0005	Eq. C.7
	$LC2=LM=LW=LZ=Lo2*nz/nt$	LC= LM= LW= LZ	0,1	Eq. C.8

Tabela 6 - Tipos de Perdas Inaceitáveis ao Patrimônio Cultural - L3

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Perda cultural	Museus, galerias	LF3	0,1	Tabela C.10
Valores	Cz - Valor do patrimônio cultural	Cz	0	Milhões de reais
	Ct - valor total da edificação e conteúdo da estrutura	Ct	200000	
	$LB3=LV=rp*rf*LF*Cz/Ct$	LB=LV	0	Eq. C.12

Tabela 6 - Perda Econômica - L4

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Ferimento devido a choque	Não se aplica	Lt	0	Tabela C.12
Danos físicos	Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial	Lf	0,2	Tabela C.12
Falha de sistemas	Outros	Lo	0,0001	Tabela C.12
	Valor dos animais na zona	ca	0	-
	Valor da edificação relevante à zona	cb	50000	
	Valor do conteúdo da zona	cc	50000	
	Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades	cs	50000	
	Valor total da estrutura	ct	50000	
Valores	$LU=LA=rt*lt*ca/ct$	LU=LA	0	Eq. C.10
	$LB=LV=rp*rf*hz*lf*(ca+cb+cc+cs)/ct$	LB=LV	0,006	Eq. C.12
	$LC=LM=LW=LZ=Lo*cs/ct$	LC= LM= LW= LZ	0,0001	Eq. C.13

Tabela 7 - Área de Exposição Equivalente

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
43/51

Parâmetro	Equação	Id	Valor	Referência
Estrutura	$Ad = L \cdot W + 2 \cdot (3 \cdot H) \cdot (L + W) + \pi \cdot (3 \cdot H)^2$	Ad	6,51E+03	Eq. A.2
	$Am = 2 \cdot 500 \cdot (L + W) + \pi \cdot 500^2$	Am	8,37E+05	Eq. A.7
Linha de energia	$Alp = 40 \cdot LI$	Alp	4,00E+04	Eq. A.9
	$Aip = 4000 \cdot LI$	Aip	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adjp = Ljp \cdot Wjp + 2 \cdot (3 \cdot Hjp) \cdot (Ljp + Wjp) + \pi \cdot (3 \cdot Hjp)^2$	Adjp	0,00E+00	Eq. A.2
Linha de dados	$Ald = 40 \cdot LI$	Ald	4,00E+04	Eq. A.9
	$Aid = 4000 \cdot LI$	Aid	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adjd = Ljd \cdot Wjd + 2 \cdot (3 \cdot Hjd) \cdot (Ljd + Wjd) + \pi \cdot (3 \cdot Hjd)^2$	Adjd	0,00E+00	Eq. A.2

Tabela 8 - Número esperado Anual de Eventos perigosos

Parâmetro	Equação	Id	Valor (1/ano)	Referência
Estrutura	$Nd = Ng \cdot Ad \cdot Cd \cdot 10E-6$	Nd	1,20E-03	Eq. A.4
	$Nm = Ng \cdot Am \cdot 10E-6$	Nm	3,09E-01	Eq. A.6
Linha de energia	$NLp = Ng \cdot Alp \cdot Cip \cdot Cep \cdot Ctp \cdot 10E-6$	NLp	1,47E-02	Eq. A.8
	$Nlp = Ng \cdot Aip \cdot Cip \cdot Cep \cdot Ctp \cdot 10E-6$	Nlp	1,47E+00	Eq. A.10
	$Ndjp = Ng \cdot Adjp \cdot Cdj \cdot Ctp \cdot 10E-6$	Ndjp	0,00E+00	Eq. A.5
Linha de dados	$NLd = Ng \cdot Ald \cdot Cld \cdot Ctd \cdot 10E-6$	NLd	1,47E-02	Eq. A.8
	$Nld = Ng \cdot Aid \cdot Cld \cdot Ctd \cdot 10E-6$	Nld	1,47E+00	Eq. A.10
	$Ndjd = Ng \cdot Adjd \cdot Cdj \cdot Ctd \cdot 10E-6$	Ndjd	0,00E+00	Eq. A.5

Tabela 9 - Avaliação da Probabilidade Px de Danos

Probabilidade da descarga causar:		Equação	Id	Valor	Referência
Ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico		$Pa=Pta \cdot Pb$	Pa	1,00E-03	Eq. B.1
Probabilidade da descarga na estrutura causar falha nos sistemas interno	Energia	$Pcp=Pspdp \cdot Cl dp$	Pcp	2,00E-02	Eq. B.2
	Dados	$Pcd=Pspdd \cdot Cl dd$	Pcd	2,00E-02	Eq. B.2
	Composição	$Pc=1-(1-Pcp) \cdot (1-Pcd)$	Pc	3,96E-02	Eq. 14
Probabilidade da descarga perto da estrutura causar danos internos	Energia	$Pmp=Pspdp \cdot Pmsp$	Pmp	2,00E-02	Eq. B.3
	Dados	$Pmd=Pspdd \cdot Pmsd$	Pmd	2,00E-02	Eq. B.3
Probabilidade da descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque	Energia	$Pup=Ptu \cdot Peb \cdot Pl dp \cdot Cl dp$	Pup	2,00E-04	Eq. B.8
	Dados	$Pud=Ptu \cdot Peb \cdot Pl dd \cdot Cl dd$	Pud	2,00E-04	Eq. B.8
Probabilidade da descarga na linha causar falhas de sistemas internos	Energia	$Pwp=Pspdp \cdot Pl dp \cdot Cl p$	Pwp	2,00E-02	Eq. B.10
	Dados	$Pwd=Pspdd \cdot Pl dd \cdot Cl d$	Pwd	2,00E-02	Eq. B.10
Probabilidade da descarga perto da linha causar falhas de sistemas internos	Energia	$Pzp=Pspdp \cdot Pl ip \cdot Cl ip$	Pzp	4,00E-03	Eq. B.11
	Dados	$Pzd=Pspdd \cdot Pl id \cdot Cl id$	Pzd	2,00E-03	Eq. B.11
Probabilidade da descarga em uma linha causar danos físicos	Energia	$Pvp=Peb \cdot Pl dp \cdot Cl dp$	Pvp	2,00E-02	Eq. B.9
	Dados	$Pvd=Peb \cdot Pl dd \cdot Cl dd$	Pvd	2,00E-02	Eq. B.9
Energia	$Pmsp=(Ks1 \cdot Ks2 \cdot Ks3p \cdot Ks4p)^2$		Pmsp	1,00E+00	Eq. B.4
Dados	$Pmst=(Ks1 \cdot Ks2 \cdot Ks3d \cdot Ks4d)^2$		Pmsd	1,00E+00	Eq. B.4
$Pm=1-(1-Pmp) \cdot (1-Pmd)$			Pm	3,96E-02	Eq. 15

Tabela 10 - Análise das Componentes de Risco para R1

Risco		Id	Valor	Referência
$RA = Nd \cdot Pa \cdot LA$		RA	1,20E-10	Eq. 6
$RB = Nd \cdot Pb \cdot LB$		RB	1,20E-08	Eq. 7
$RC = Nd \cdot Pc \cdot LC$		RC	0,00E+00	Eq. 8
$RM = Nm \cdot Pm \cdot Lm$		RM	0,00E+00	Eq. 9
Energia	$RU p = (NL p + Ndjp) \cdot Pup \cdot LU$	RU p	2,95E-10	Eq. 10
Dados	$RU d = (NL d + Ndjd) \cdot Pud \cdot LU$	RU d	2,95E-10	Eq. 10

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
44/51

$RU=(NL+Ndj)*Pu*LU$		RU	5,89E-10	Eq. 10
Energia	$RVp=(NLp+Ndj)*Pvp*LV$	Rvp	2,95E-08	Eq. 11
Dados	$RVd=(Nld+Njd)*Pvd*LV$	Rvd	2,95E-08	Eq. 11
$RV=(NL+Ndj)*Pv*LV$		RV	5,89E-08	Eq. 11
Energia	$RWp=(NLp+Ndj)*Pwp*LW$	RWp	2,95E-04	Eq. 12
Dados	$RWd=(Nld+Njd)*Pwd*LW$	RWd	2,95E-04	Eq. 12
$RW=(NL+Ndj)*Pw*LW$		RW	0,00E+00	Eq. 12
Energia	$RZp=Nlp*Pzp*Lz$	RZp	5,89E-03	Eq. 13
Dados	$RZd=Nld*Pzd*Lz$	RZd	2,95E-03	Eq. 13
$RZ=Ni*Pz*Lz$		RZ	0,00E+00	Eq. 13

Tabela 11 - Análise das Componentes de Risco para R4

Risco		Id	Valor	Referência
RA=Nd*Pa*LA		RA	0,00E+00	Eq. 6
RB=Nd*Pb*LB		RB	7,20E-07	Eq. 7
RC=Nd*Pc*LC		RC	4,75E-09	Eq. 8
RM=Nm*Pm*LM		RM	1,22E-06	Eq. 9
Energia	Rup=(NLp+Ndjp)*Pup*LU	RUp	0,00E+00	Eq. 10
Dados	Rud=(NLd+Ndjd)*Pud*LU	RUd	0,00E+00	Eq. 10
Ru=(NL+Ndj)*Pu*LU		RU	0,00E+00	Eq. 10
Energia	Rvp=(NLp+Ndjp)*Pvp*LV	Rvp	1,77E-06	Eq. 11
Dados	Rvt=(NLt+Ndjt)*Pvt*LV	Rvt	1,77E-06	Eq. 11
RV=(NL+Ndj)*Pv*LV		RV	3,54E-06	Eq. 11
Energia	Rwp=(NLp+Ndjp)*Pwp*LW	RWp	2,95E-08	Eq. 12
Dados	Rwt=(NLt+Ndjt)*Pwt*LW	RWd	2,95E-08	Eq. 12
RW=(NL+Ndj)*Pw*Lw		RW	5,89E-08	Eq. 12
Energia	Rzp=Nlp*Pzp*LZ	RZp	5,89E-07	Eq. 13
Dados	Rzd=Nld*Pzd*LZ	RZd	2,95E-07	Eq. 13
RZ=Ni*Pz*Lz		RZ	8,84E-07	Eq. 13

Tabela 12 - Análise do Risco

Equação	Id	Valor	Referência	Tolerável	Risco de explosão ou hospital	Não
$R1=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ$	R1	7,17E-08	Eq. 1	1,00E-05	Atendimento ao público	Sim
$R2=RB+RC+RM+RV+RW+RZ$	R2	0,00E+00	Eq. 2	1,00E-03	Perda de patrimônio cultural	Sim
$R3=RB+RV$	R3	0,00E+00	Eq. 3	1,00E-04	Animais	Não
$R4=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ$	R4	6,43E-06	Eq. 4	1,00E-03	Avaliação econômica	Sim
$RA+RB+RU+RV$	-	7,17E-08	-	1,00E-05		

Considerando que:

R1: numera o risco de perda de vida humana;

R2: numera o risco de perdas de serviço público;

R3: numera o risco de perdas de patrimônio cultural;

R4: numera o risco de perdas de valor econômico;

RA: numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S1);

RB: numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S1);

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:

Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01

45/51

RC: numera a componente relacionado à falha de sistemas internos (D3, S1);

RM: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S2);

RU: numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S3);

RV: numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S3);

RW: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S3);

RZ: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S4).

Conclui-se:

Dada a análise de risco e comparando com os valores de risco máximos sugeridos pela ABNT NBR 5410-2 de 2015, a edificação está protegida contra descargas atmosféricas, pois o risco é menor que o risco máximo tolerável.

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
46/51

Anexo G – Análise de risco da edificação Adminsitração.

Tabela 1 - Características da Estrutura e do Meio Ambiente

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Densidade de descargas atmosféricas para o local estudado (1/km²/ano)	Consultado em: http://www.inpe.br/webelat/homepage/	Ng	0,3684328 28	INPE
Dimensões da estrutura	Estudo com formato prismático simples AD' (somente para construções com formatos complexos)	L	17	1.560
		W	12	
		H	4,5	
		AD'	-	
Fator de localização da estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	Cd	0,5	Tabela A.1
SPDA instalado	Estrutura protegida por SPDA classe III	Pb	0,1	Tabela B.2
Ligação Equipotencial	II	Peb	0,02	Tabela B.7
Blindagem externa	Não se aplica	Wm1	-	-
		Wm2	-	
	Ks1=0,12*Wm1	Ks1	1	Eq B.5
	Ks2=0,12*Wm2	Ks2	1	Eq B.6

Tabela 2 - Linhas conectadas à estrutura

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Linha de energia	Se aplica	Pli	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Rural	Ce	1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha de energia com neutro multiaterrado, Nenhuma	Cldp	1	Tabela B.4
		Cli	0,2	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	Cdj	2	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Linha de sinal	Se aplica	Pli	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
47/51

Fator ambiental	Rural	Ce	1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha aérea blindada (energia ou sinal), Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	Cldd	1	Tabela B.4
		Cli	0,1	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	Cdj	2	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno (kV)	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Tabela 3 - Características da Zona de Exposição

Parâmetro		Comentário	Id	Valor	Referência
Tipo de piso		Agricultura, concreto	rt	1,00E-02	Tabela C.3
Proteção contra choque (estrutura)		Equipotencialização efetiva do solo	Pta	0,01	Tabela B.1
Proteção contra choque (linha)		Isolação elétrica	Ptu	0,01	Tabela B.6
Risco de incêndio ou explosão		Incêndio, Normal	rf	1,00E-02	Tabela C.5
Proteção contra incêndio		Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	rp	0,5	Tabela C.4
Energia	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3p	1	Tabela B.5
	DPS	II	Pspdp	0,02	Tabela B.3
Dados	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3t	1	Tabela B.5
	DPS coordenado	II	Pspdt	0,02	Tabela B.3
Tipo de perigo especial		Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)	hz	2	Tabela C.6

Tabela 4 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Vida Humana - L1

Tabela 4 - Tipos de Feridas Moleculares de Vida Humana				
Parâmetro		Id	Valor	Referência
Ferimentos	Todos os tipos	Lt	1,00E-02	Tabela C.2
Danos Físicos	Outros	Lf1	1,00E-02	

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
48/51

Falhas de sistemas internos	Outros	Lo0	1,00E+00	
Número de pessoas na zona de perigo		nz	10	-
Número de pessoas na estrutura inteira		nt	10	
Horas por dia em que a estrutura se mantém ocupada		Thor	24	
Total de dias por ano em que a edificação se mantém ocupada		Tdia	365	
Tempo, em horas por ano, em que as pessoas estão presentes em um local perigoso		tz	8760	
$LU=LA=rt*lt*nz/nt*tz/8760$		LU=LA	1,00E-04	Eq. C.1
$LB=LV=rp*rf*hz*lf*nz/nt*tz/8760$		LB=LV	1,00E-04	Eq. C.3
$LC1=LM=LW=LZ=Lo0*nz/nt*tz/8760$		LC= LM= LW= LZ	1,00E+00	Eq. C.4

Tabela 5 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Serviço ao Público - L2

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
D2 - Danos Físicos	Gás, água, fornecimento de energia	Lf2	0,1	Tabela C.8
D3 - Falhas de sistemas interno	Gás, água, fornecimento de energia	Lo2	0,1	
	$LB2=LV=rp*rf*LF*nz/nt$	LB=LV	0,0005	Eq. C.7
	$LC2=LM=LW=LZ=Lo2*nz/nt$	LC= LM= LW= LZ	0,1	Eq. C.8

Tabela 6 - Tipos de Perdas Inaceitáveis ao Patrimônio Cultural - L3

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Perda cultural	Não se aplica	LF3	0	Tabela C.10
Valores	Cz - Valor do patrimônio cultural	Cz	0	Milhões de reais
	Ct - valor total da edificação e conteúdo da estrutura	Ct	50000	
	$LB3=LV=rp*rf*LF*Cz/Ct$	LB=LV	0	Eq. C.12

Tabela 6 - Perda Econômica - L4

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Ferimento devido a choque	Não se aplica	Lt	0	Tabela C.12
Danos físicos	Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial	Lf	0,2	Tabela C.12
Falha de sistemas	Outros	Lo	0,0001	Tabela C.12
	Valor dos animais na zona	ca	0	-
	Valor da edificação relevante à zona	cb	50000	
	Valor do conteúdo da zona	cc	50000	
	Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades	cs	50000	
	Valor total da estrutura	ct	50000	
Valores	$LU=LA=rt*lt*ca/ct$	LU=LA	0	Eq. C.10
	$LB=LV=rp*rf*hz*lf*(ca+cb+cc+cs)/ct$	LB=LV	0,006	Eq. C.12
	$LC=LM=LW=LZ=Lo*cs/ct$	LC= LM= LW= LZ	0,0001	Eq. C.13

Tabela 7 - Área de Exposição Equivalente

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
49/51

Parâmetro	Equação	Id	Valor	Referência
Estrutura	$Ad=L*W+2*(3*H)*(L+W)+\pi*(3*H)^2$	Ad	1,56E+03	Eq. A.2
	$Am=2*500*(L+W)+\pi*500^2$	Am	8,14E+05	Eq. A.7
Linha de energia	$Alp=40*LI$	Alp	4,00E+04	Eq. A.9
	$Aip=4000*LI$	Aip	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adjp=Ljp*Wjp+2*(3*Hjp)*(Ljp+Wjp)+\pi*(3*Hjp)^2$	Adjp	0,00E+00	Eq. A.2
Linha de dados	$Ald=40*LI$	Ald	4,00E+04	Eq. A.9
	$Aid=4000*LI$	Aid	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adjd=Ljd*Wjd+2*(3*Hjd)*(Ljd+Wjd)+\pi*(3*Hjd)^2$	Adjd	0,00E+00	Eq. A.2

Tabela 8 - Número esperado Anual de Eventos perigosos

Parâmetro	Equação	Id	Valor (1/ano)	Referência
Estrutura	$Nd=Ng*Ad*Cd*10E-6$	Nd	2,87E-04	Eq. A.4
	$Nm=Ng*Am*10E-6$	Nm	3,00E-01	Eq. A.6
Linha de energia	$NLp=Ng*Alp*Cip*Cep*CTp*10E-6$	NLp	1,47E-02	Eq. A.8
	$Nlp=Ng*Aip*Cip*Cep*CTp*10E-6$	Nlp	1,47E+00	Eq. A.10
	$Ndjp=Ng*Adjp*Cdj*CTp*10E-6$	Ndjp	0,00E+00	Eq. A.5
Linha de dados	$NLd=Ng*Alt*Cl*CTt*10E-6$	NLd	1,47E-02	Eq. A.8
	$Nld=Ng*Aid*Cid*CTd*10E-6$	Nld	1,47E+00	Eq. A.10
	$Ndjd=Ng*Adjd*Cdjd*CTd*10E-6$	Ndjd	0,00E+00	Eq. A.5

Tabela 9 - Avaliação da Probabilidade Px de Danos

Probabilidade da descarga causar:		Equação	Id	Valor	Referência
Ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico		$Pa=P_{ta} \cdot P_b$	P_a	1,00E-03	Eq. B.1
Probabilidade da descarga na estrutura causar falha nos sistemas interno	Energia	$P_{cp}=P_{spdp} \cdot C_{ldp}$	P_{cp}	2,00E-02	Eq. B.2
	Dados	$P_{cd}=P_{spdd} \cdot C_{ldd}$	P_{cd}	2,00E-02	Eq. B.2
	Composição	$P_c=1-(1-P_{cp}) \cdot (1-P_{cd})$	P_c	3,96E-02	Eq. 14
Probabilidade da descarga perto da estrutura causar danos internos	Energia	$P_{mp}=P_{spdp} \cdot P_{msp}$	P_{mp}	2,00E-02	Eq. B.3
	Dados	$P_{md}=P_{spdd} \cdot P_{msd}$	P_{md}	2,00E-02	Eq. B.3
Probabilidade da descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque	Energia	$P_{up}=P_{tu} \cdot P_{eb} \cdot P_{ldp} \cdot C_{ldp}$	P_{up}	2,00E-04	Eq. B.8
	Dados	$P_{ud}=P_{tu} \cdot P_{eb} \cdot P_{ldd} \cdot C_{ldd}$	P_{ud}	2,00E-04	Eq. B.8
Probabilidade da descarga na linha causar falhas de sistemas internos	Energia	$P_{wp}=P_{spdp} \cdot P_{ldp} \cdot C_{lp}$	P_{wp}	2,00E-02	Eq. B.10
	Dados	$P_{wd}=P_{spdd} \cdot P_{ldd} \cdot C_{ld}$	P_{wd}	2,00E-02	Eq. B.10
Probabilidade da descarga perto da linha causar falhas de sistemas internos	Energia	$P_{zp}=P_{spdp} \cdot P_{lip} \cdot C_{lip}$	P_{zp}	4,00E-03	Eq. B.11
	Dados	$P_{zd}=P_{spdd} \cdot P_{lid} \cdot C_{lid}$	P_{zd}	2,00E-03	Eq. B.11
Probabilidade da descarga em uma linha causar danos físicos	Energia	$P_{vp}=P_{eb} \cdot P_{ldp} \cdot C_{ldp}$	P_{vp}	2,00E-02	Eq. B.9
	Dados	$P_{vd}=P_{eb} \cdot P_{ldd} \cdot C_{ldd}$	P_{vd}	2,00E-02	Eq. B.9
Energia	$P_{msp}=(K_{s1} \cdot K_{s2} \cdot K_{s3p} \cdot K_{s4p})^2$		P_{msp}	1,00E+00	Eq. B.4
Dados	$P_{mst}=(K_{s1} \cdot K_{s2} \cdot K_{s3d} \cdot K_{s4d})^2$		P_{msd}	1,00E+00	Eq. B.4
$P_m=1-(1-P_{mp}) \cdot (1-P_{md})$			P_m	3,96E-02	Eq. 15

Tabela 10 - Análise das Componentes de Risco para R1

Risco		Id	Valor	Referência
$RA=Nd*Pa*LA$		RA	2,87E-11	Eq. 6
$RB=Nd*Pb*LB$		RB	2,87E-09	Eq. 7
$RC=Nd*Pc*LC$		RC	0,00E+00	Eq. 8
$RM=Nm*Pm*Lm$		RM	0,00E+00	Eq. 9
Energia	$RUp=(NLp+Ndjp)*Pup*LU$	RUUp	2,95E-10	Eq. 10
Dados	$RUD=(NLd+Ndjd)*Pud*LU$	RUD	2,95E-10	Eq. 10

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:
Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01
50/51

$RU=(NL+Ndj)*Pu*LU$		RU	5,89E-10	Eq. 10
Energia	$RVp=(NLp+Ndj)*Pvp*LV$	Rvp	2,95E-08	Eq. 11
Dados	$RVd=(Nld+Njd)*Pvd*LV$	Rvd	2,95E-08	Eq. 11
$RV=(NL+Ndj)*Pv*LV$		RV	5,89E-08	Eq. 11
Energia	$RWp=(NLp+Ndj)*Pwp*LV$	RWp	2,95E-04	Eq. 12
Dados	$RWd=(Nld+Njd)*Pwd*LV$	RWd	2,95E-04	Eq. 12
$RW=(NL+Ndj)*Pw*LV$		RW	0,00E+00	Eq. 12
Energia	$RZp=Nlp*Pzp*Lz$	RZp	5,89E-03	Eq. 13
Dados	$RZd=Nld*Pzd*Lz$	RZd	2,95E-03	Eq. 13
$RZ=Ni*Pz*Lz$		RZ	0,00E+00	Eq. 13

Tabela 11 - Análise das Componentes de Risco para R4

Risco		Id	Valor	Referência
RA=Nd*Pa*LA		RA	0,00E+00	Eq. 6
RB=Nd*Pb*LB		RB	1,72E-07	Eq. 7
RC=Nd*Pc*LC		RC	1,14E-09	Eq. 8
RM=Nm*Pm*LM		RM	1,19E-06	Eq. 9
Energia	Rup=(NLp+Ndjp)*Pup*LU	RUp	0,00E+00	Eq. 10
Dados	Rud=(NLd+Njdj)*Pud*LU	RUd	0,00E+00	Eq. 10
Ru=(NL+Ndj)*Pu*LU		RU	0,00E+00	Eq. 10
Energia	Rvp=(NLp+Ndjp)*Pvp*LV	Rvp	1,77E-06	Eq. 11
Dados	Rvt=(NLt+Ndj)t)*Pvt*LV	Rvt	1,77E-06	Eq. 11
RV=(NL+Ndj)*Pv*LV		RV	3,54E-06	Eq. 11
Energia	Rwp=(NLp+Ndjp)*Pwp*LW	RWp	2,95E-08	Eq. 12
Dados	Rwt=(NLt+Ndj)t)*Pwt*LW	RWd	2,95E-08	Eq. 12
RW=(NL+Ndj)*Pw*Lw		RW	5,89E-08	Eq. 12
Energia	Rzp=Nlp*Pzp*LZ	RZp	5,89E-07	Eq. 13
Dados	Rzd=Nld*Pzd*LZ	RZd	2,95E-07	Eq. 13
RZ=Ni*Pz*Lz		RZ	8,84E-07	Eq. 13

Tabela 12 - Análise do Risco

Equação	Id	Valor	Referência	Tolerável	Risco de explosão ou hospital	Não
$R1=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ$	R1	6,24E-08	Eq. 1	1,00E-05	Atendimento ao público	Sim
$R2=RB+RC+RM+RV+RW+RZ$	R2	0,00E+00	Eq. 2	1,00E-03	Perda de patrimônio cultural	Não
$R3=RB+RV$	R3	0,00E+00	Eq. 3	1,00E-04	Animais	Não
$R4=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ$	R4	5,84E-06	Eq. 4	1,00E-03	Avaliação econômica	Sim
$RA+RB+RU+RV$	-	6,24E-08	-	1,00E-05		

Considerando que:

R1: numera o risco de perda de vida humana;

R2: numera o risco de perdas de serviço público;

R3: numera o risco de perdas de patrimônio cultural;

R4: numera o risco de perdas de valor econômico;

RA: numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S1);

RB: numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S1);

Cliente: Município de Limoeiro

Nº Documento:

Página

Elaboração do projeto de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), do contrato de repasse MTUR 914390/2021 - operação 1078396-72, que tem como objeto: reforma e construção de infraestrutura do acesso e do mirante cristo redentor no município de Limoeiro/PE.

PML-SPDA-MD-01

51/51

RC: numera a componente relacionado à falha de sistemas internos (D3, S1);

RM: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S2);

RU: numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S3);

RV: numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S3);

RW: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S3);

RZ: numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S4).

Conclui-se:

Dada a análise de risco e comparando com os valores de risco máximos sugeridos pela ABNT NBR 5410-2 de 2015, a edificação está protegida contra descargas atmosféricas, pois o risco é menor que o risco máximo tolerável.