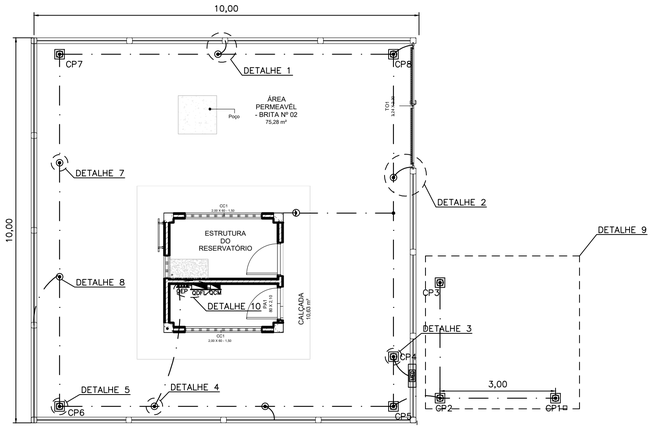
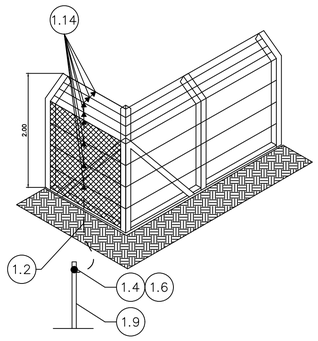
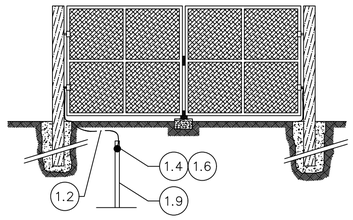


DETALHE 1

ATERRAMENTO DA CERCA

SEM ESCALA



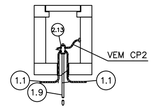


DETALHE 2

ATERRAMENTO DO PORTÃO

SEM ESCALA

Item	Descrição	Un.	Quant.
1.	ATERRAMENTO		
1.1	Cabo de cobre nu 50mm² – 7 fios x Ø 3,00mm (NBR6524) Ref.: TEL–5750, TERMOTÉCNICA ou similar	M	54.0
1.2	Cabo de cobre nu 35mm² – 7 fios x Ø 3,00mm (NBR6524) Ref.: TEL–5735, TERMOTÉCNICA ou similar	M	7.5
1.3	Molde para solda exotérmica, cabo passante com derivação em T (90°), cabos 50–50 mm². Ref.: CDH–50–50–3, Termotécnica ou similar.	PÇ	1.0
1.4	Molde para solda exotérmica, haste com cabo passante e derivação em T no topo, caboss 50–50mm² haste 5/8". Ref.: HTH–5/8.50–3, Termotécnica ou similar.	PÇ	1.0
1.5	Cartucho para solda exotérmica, cabos 50–50mm². Ref.: CARTUCHO 90, TERMOTÉCNICA ou similar.	PÇ	6.0
1.6	Cartucho para solda exotérmica, cabos 50–50mm², haste 5/8". Ref.: CARTUCHO 150, TERMOTÉCNICA ou similar.	PÇ	1.0
1,7000	Eletroduto de PVC Ø 1" (32mm), com 3m de comprimento. Ref.: TEL–5501 – Termotécnica ou similar.	PÇ	2.0
1,8000	Conjunto bucha e arruela, eletroduto rígido; redondas; com ressalto; fixação de eletroduto; alumínio; diâmetro nominal 1"; rosca BSP. Ref. Fab. : BUA–20 e ARA–20, WETZEL ou similar.	cj	6.0
1,9000	Haste, aterramento, tipo padrão; aço carbono; com revestimento de cobre; diâmetro 16mm (5/8"); comprimento 2,400mm. Ref. Fab.: TEL–5814 – Termotécnica ou similar.	PÇ	14.0
1.12	Conector duplo parafuso, de bronze para haste Ø 16mm e cabo de seção 50mm² Ref. Fab. : GAR–6426 da BURNDY ou similar.	PÇ	8.0
1.13	Quadro de Equipotencialização com 5 terminais para uso interno e externo – 180 x 150 x 90mm – Em polipropileno Ref.: TEL 902 ou similar.	PÇ	1.0
1.14	Terminal de Pressão Reforçado para cabos de 35mm².	PÇ	2.0
1.15	Caixa de inspeção para aterramento, circular, em polietileno, diâmetro interno = 0,30 m	PÇ	8.0



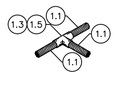
DETALHE 3 (CP4)

HASTE DE ATERRAMENTO PARA INSPEÇÃO

O ATERRAMENTO DA EDIFICAÇÃO

SEM ESCALA

INTERLIGAÇÃO DO ATERRAMENTO DO MEDIDOR COM

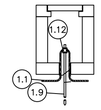


DETALHE 4

DETALHE DA SOLDA EXOTÉRMICA

ENTRE CABOS 50mm² EM T

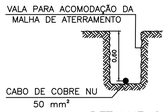
SEM ESCALA



DETALHE 5

HASTE DE ATERRAMENTO PARA INSPEÇÃO

SEM ESCALA

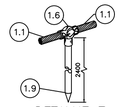


DETALHE 6

DETALHE DA VALA

DA MALHA DE ATERRAMENTO

SEM ESCALA

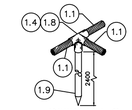


DETALHE 7

HASTE DE ATERRAMENTO SIMPLES

CONEXÃO SOLDADA PASSANTE

SEM ESCALA



DETALHE 8

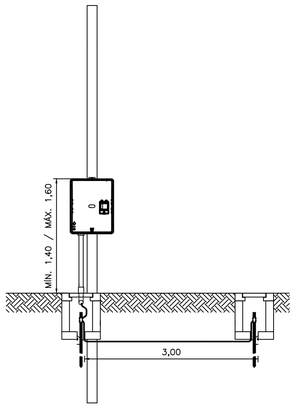
HASTE DE ATERRAMENTO COM CABO PASSANTE

E DERIVAÇÃO EM T NO TOPO

SEM ESCALA

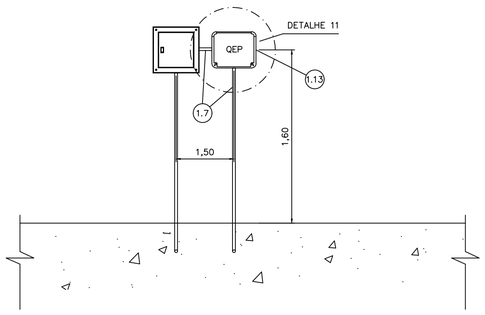
LEGENDA

- CONEXÃO ENTRE OS CONDUTORES FEIITOS POR SOLDA EXOTÉRMICA.
- DESCIDA DO SPDA À MALHA DE ATERRAMENTO
- HASTE DE ATERRAMENTO ø16 x 2400 mm
- QUADRO DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO
- QUADRO GERAL DE BAIXA TENSÃO (QGBT)
- MED CAIXA DO MEDIDOR
- CAIXA EM ALVENARIA (0,30x0,30x0,40m)
- CONDUTOR DE COBRE NU – 50 mm²
- LUMINÁRIA TIPO PÉTALA INSTALADA EM POSTE METÁLICO
- x.x ITEM DA LISTA DE MATERIAIS



DETALHE 9

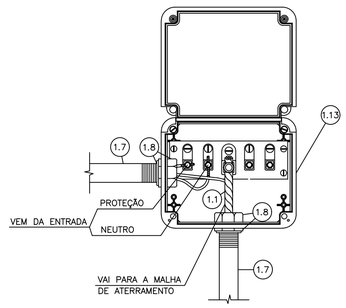
POSTE DE ENTRADA DE ENERGIA



DETALHE 10

INTERLIGAÇÃO DOS QUADROS QD1 e QEP

SEM ESCALA



DETALHE 11

DETALHE DO QUADRO DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO (QEP)

SEM ESCALA

1– PROJETO DE SPDA E ATERRAMENTO
1.1– ATERRAMENTO – FL. 01/02
1.2– SPDA – FL. 02/02

REFERÊNCIAS

01– DIMENSÕES EM METRO.
02– OS CONDUTORES NEUTRO E PROTEÇÃO SAIRÃO DOS SEUS RESPECTIVOS BARRAMENTOS NO QD1 E SEGUIRÃO PARA O QEP (DETALHE 10).
03– TODAS AS DESCIDAS DEVEM TER CONEXÃO DE ENSAIO PARA FUTUROS TESTES E MANUTENÇÕES.
04– CONSIDEROU–SE UMA DISTÂNCIA MÁXIMA DE 20M DO QD1 ATÉ A MEDIÇÃO.
05– DEVERÁ SER PREVISTO NO MÁXIMO TRINTA SOLDAS POR MOLDE DE SOLDA EXOTÉRMICA. O MOLDE DEVERÁ SER SUBSTITUÍDO A QUALQUER TEMPO SE APRESENTAR DEFORMIDADES OU VAZAMENTOS.
06– O SISTEMA DE ATERRAMENTO DEVERÁ SER CONECTADO AO ATERRAMENTO EXIGIDO PELA OCNCESSIONÁRIA LOCAL.
07– TODAS AS ESTRUTURAS METÁLICAS EXISTENTES DEVERÃO SER CONECTADAS AO QEP ATRAVÉS DE CORDOALHAS DE 6mm².

NOTAS

SAÚDE INDÍGENA

SECRETARIA ESPECIAL DE ATENÇÃO À SAÚDE INDÍGENA - MINISTÉRIO DA SAÚDE

PROJETO DE SPDA E ATERRAMENTO | PROJETO EXECUTIVO

REVISÕES
1
2
3
4

MUNICÍPIO / UF: CAMPO NOVO DO PARECIS/MT
DSEI: CUIABÁ
ALDEIA: CABECEIRA DO SERINGAL II

SISTEMA SIMPLIFICADO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

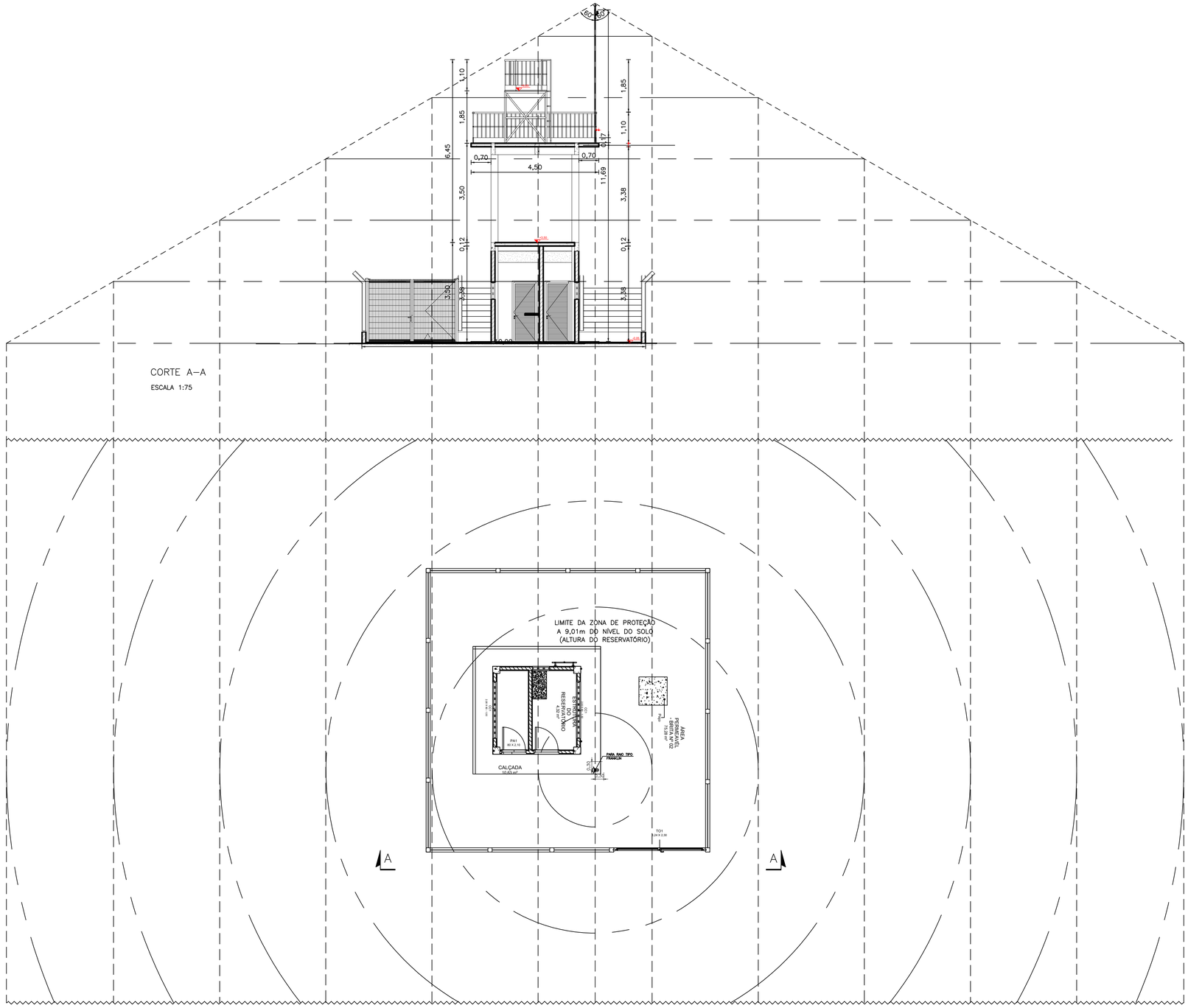
RESPONSÁVEL PELO PROJETO: Eng.º Anderson Alexandre C. R. M. Sobrinho - CREA MT026131

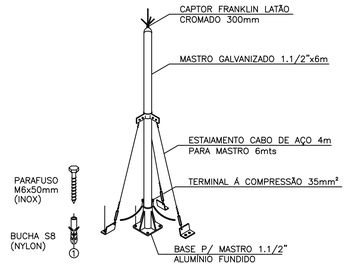
CONTEÚDO	DATA	ESCALA
ATERRAMENTO	DEZEMBRO/2025	1 / 75

SECRETARIA ESPECIAL DE SAÚDE INDÍGENA - SESAI
DISTRITO SANITÁRIO ESPECIAL INDÍGENA CUIABÁ
SERVIÇO DE EDIFICAÇÕES E SANEAMENTO AMBIENTAL INDÍGENA - SESANI
RUA RUI BARBOSA, 282 - BAIRRO GOIABEIRAS - CUIABÁ/MT - CEP.: 78.032-040
FONE: 65 - 3624.1050

01/02

Item	Descrição	Un.	Quant.
1.	SPDA		
1.1	Captor latão niquelado 1 descida rosca 3/4", 300mm. Ref.: MON-101, MONTAL ou similar.	PÇ	1.0
1.2	Mastro reforçado, dois módulos 1.1/2" galvanizados a fogo com redução 3/4", h=5m. Ref.: MON-152, MONTAL ou similar.	PÇ	1.0
1.3	Base de alumínio fundido para mastro 1.1/2". Ref.: MON-191, MONTAL ou similar.	PÇ	1.0
1.4	Parafuso inox rosca soberba, cabeça sextavada, M6X50mm. Ref.: MON-503, MONTAL ou similar.	PÇ	4.0
1.5	Bucha de espansão de nylon Nº8. Ref.: MON-553, MONTAL ou similar.	PÇ	4.0
1.6	Conjunto com 3 estai de 3m galvanizado à fogo. Ref.: MON-163, MONTAL ou similar.	CJ	1.0
1.7	Terminal a compressão para cabo de cobre nu de 35mm². Ref.: MON-464, MONTAL ou similar.	PÇ	2.0
1.8	Cabo de cobre nu 35mm² – 7 fios x Ø 3,00mm (NBR6524) Ref.: MON-203, MONTAL ou similar	M	13.2
1.9	Fixador Universal Estanhado para Cabos 16 a 70mm²	UN	6.0





NOTA: USAR POLIURETANO NA IMPERMEABILIZAÇÃO DAS PERFURAÇÕES

DETALHE DE INSTALAÇÃO

MASTRO CAPTOR COM ESTAIAMENTO EM CABO DE AÇO H=6m

LEGENDA:

- (X.X) ITEM DA LISTA DE MATERIAIS
- CABO DE COBRE NU 50mm²
- SOLDA EXOTÉRMICA
- DESCIDA DO SPDA À MALHA DE ATERRAMENTO
- MASTRO COM CAPTOR DE QUATRO PONTAS
- ZONA DE PROTEÇÃO DO SPDA

SAÚDE INDÍGENA

SECRETARIA ESPECIAL DE ATENÇÃO À SAÚDE INDÍGENA - MINISTÉRIO DA SAÚDE

PROJETO DE SPDA E ATERRAMENTO | PROJETO EXECUTIVO

REVISÕES
1
2
3
4

MUNICÍPIO / UF: CAMPO NOVO DO PARECIS/MT
DSEI: CUIABÁ
ALDEIA: CABECEIRA DO SERINGAL

SISTEMA SIMPLIFICADO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

RESPONSÁVEL PELO PROJETO: Eng.º Anderson Alexandre C. R. M. Sobrinho - CREA MT026131

CONTEÚDO	DATA	ESCALA
SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	DEZEMBRO/2025	1 / 75

SECRETARIA ESPECIAL DE SAÚDE INDÍGENA - SESAI
DISTRITO SANITÁRIO ESPECIAL INDÍGENA CUIABÁ
SERVIÇO DE EDIFICAÇÕES E SANEAMENTO AMBIENTAL INDÍGENA - SESANI
RUA RUI BARBOSA, 282 - BAIRRO GOIABEIRAS - CUIABÁ/MT - CEP.: 78.032-040
FONE: 65 - 3624.1050

02/02

REFERÊNCIAS

1– PROJETO DE SPDA E ATERRAMENTO
1.1– ATERRAMENTO – FL. 01/02
1.2– SPDA – FL. 02/02

NOTAS

01– DIMENSÕES EM METRO.
02– PARA A DEFINIÇÃO DA ZONA DE PROTEÇÃO FOI UTILIZADO O MÉTODO FRANKLIN COM ÂNGULO DE PROTEÇÃO DE 60°, COMPATÍVEL COM SPDA CLASSE IV.
03– OS CABOS INTERLIGADOS À MALHA DE ATERRAMENTO NÃO DEVERÃO CONTER EMENDAS.
04– O SISTEMA DEVERÁ TER MANUTENÇÃO PREDITIVA ANUAL E SEMPRE QUE FOR ATINGIDO POR UMA DESCARGA ATMOSFÉRICA, PARA VERIFICAR IRREGULARIDADES E GARANTIR A EFICIÊNCIA DO SPDA.

Referências:

1- Aldeia Cabeceira do Seringal II - Construção do Sistema Simplificado de Abastecimento de Água
Processo N° 25049.002559/2025-13

Notas:

Rev	DATA	PROJ.:	CONF.:	VISTO RT:
01				
02				

SECRETARIA ESPECIAL DE SAÚDE INDÍGENA - MINISTÉRIO DA SAÚDE
DSESI/SESAI/MS

PROJETO ELÉTRICO	DSEI: CUIABÁ	
ASS.:	DATA: DEZEMBRO/2025	REVISÃO: 0
RESP. TÉCNICO: ANDERSON ALEXANDRE C. R. M. SOBRINHO	CREA: MT026131	

CAMPO NOVO DO PARECIS/MT

ALDEIA CABECEIRA DO SERINGAL II

CONSTRUÇÃO DO SISTEMA SIMPLIFICADO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

SISTEMA DE PROTEÇÃO DE DESCARGAS ATMOSFÉRICA E ATERRAMENTO (SPDA)

MEMÓRIA DE CÁLCULO

Nº SIPAR

25049.002559/2025-13

ÍNDICE

1. OBJETIVO 3
2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS 3
3. PROCEDIMENTOS 3
4. NECESSIDADE DE PROTEÇÃO x ANÁLISE DE RISCO 3
5. SISTEMA EXTERNO DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS 4
5.1 Método do ângulo de proteção (Franklin) 5
5.2 Método da Esfera Rolante (Modelo Eletrogeométrico) 6
5.2 Método das Malhas (Gaiola de Faraday) 7
6. CONDUTORES DE DESCIDA 7
7. SITEMA DE ATERRAMENTO 8
8. PROTEÇÃO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS INTERNOS 8
9. ANÁLISE DE RISCO 9
10. CONCLUSÃO 13

1. OBJETIVO

Este memorial tem como objetivo realizar a análise de risco para a(s) estrutura(s) da ALDEIA CABECEIRA DO SERINGAL II devido às descaras atmosféricas para a terra.

2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

• NBR 5419-1:2015 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 1: Princípios gerais
• NBR 5419-2:2015 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de risco
• NBR 5419-3:2015 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida
• NBR 5419-4:2015 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos

3. PROCEDIMENTOS

Deve-se preencher a Análise de Risco com os dados da estrutura em questão e também sobre as estruturas vizinhas, linhas de energia e telecomunicações ligadas a ela, para que seja verificado os riscos calculados de danos causados por descargas atmosféricas para a terra.

Uma vez que os riscos foram calculados, parte-se a escolha das medidas de proteção apropriadas a serem adotadas para reduzir os riscos ao limite ou abaixo do limite tolerável.

Como padrão de medidas de proteção mínimas adotadas pela SESAI define-se DPS tipo 1 e SPDA nível IV. Caso os riscos indiquem, sistemas mais complexos deverão ser adotados.

4. NECESSIDADE DE PROTEÇÃO x ANÁLISE DE RISCO

Com a atualização da NBR 5419, o projetista deve efetuar cálculos e considerações sobre a estrutura em questão e também sobre as estruturas vizinhas, linhas de energia e telecomunicações ligadas a ela. O nível de proteção deixa de ser um dado de saída para ser um parâmetro de entrada na avaliação dos valores de risco toleráveis. Essa é uma das grandes mudanças da norma, que impacta já o início do projeto.

Na regra antiga calculava-se, por exemplo, o N_G (Densidade de descargas atmosféricas para terra) através de um mapa de isocerâunicos antigo e se aplicava a uma A_E (área de exposição equivalente) e aos fatores de ponderação. Agora, o N_G é obtido de forma mais precisa e atualizada através de mapas fornecidos pelo INPE, na área de exposição equivalente, considerando mais parâmetros por meio de uma nova fórmula de cálculo. A nova norma também traz um novo conceito, de Zonas de proteção contra raio.

Continuando a avaliação da NBR 5419, temos quatro tipos de perdas: L_1 – Perda de vidas humanas, L_2 – Perda de instalação de serviço ao público, L_3 – Perda de memória cultural e L_4 – perda de valor econômico, na qual se calculam vários componentes de Risco (R_1, R_2, R_3 e R_4), que deverão ser comparadas aos valores típicos de risco tolerável R_T, para avaliar se as medidas de proteção adotadas atendem as exigências.

Se $R \leq R_T$, a proteção contra a descarga atmosférica não é necessária.

Se $R > R_T$, é preciso adotar medidas de proteção para reduzir $R \leq R_T$ em todos os riscos que envolvem a estrutura.

Tabela I - Valores típicos de risco tolerável R_T

Tipo de risco		$R_T(y^{-1})$
R_1	Risco de perdas ou danos permanentes em vidas humanas	10^{-5}
R_2	Risco de perdas de serviços ao público	10^{-3}
R_3	Risco de perdas do patrimônio cultural	10^{-4}

Para o risco de perda de valor econômico (R_4), deve-se comparar custo/benefício, conforme Anexo D da NBR 5419-2. Se os dados para esta análise não estão disponíveis, o valor representativo de risco tolerável $R_T = 10^{-3}$ pode ser utilizado.

Para as edificações da SESAI não será considerado o risco R_4.

5. SISTEMA EXTERNO DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

O SPDA externo é projetado para interceptar as descargas atmosféricas diretas à estrutura, incluindo as descargas laterais às estruturas, e conduzir a corrente da descarga atmosférica do ponto de impacto à terra. O SPDA externo tem também a finalidade de dispersar esta corrente na terra sem causar danos térmicos ou mecânicos, nem centelhamentos perigosos que possam iniciar fogo ou explosões.

O SPDA externo é composto por três subsistemas:

a) Captação;
b) Descidas;
c) Aterramento.

A probabilidade de penetração da corrente da descarga atmosférica na estrutura é consideravelmente limitada pela presença de subsistemas de captação apropriadamente instalados.

Componentes do subsistema de captação instalados na estrutura devem ser posicionados nos cantos salientes, pontas expostas e nas beiradas (especialmente no nível superior de qualquer fachada) de acordo com um ou mais dos seguintes métodos.

5.1 Método do ângulo de proteção (Franklin)

O método do ângulo de proteção é adequado para edificações de formato simples, mas está sujeito aos limites de altura dos captores indicados na Figura 1.

Este método tem como característica a instalação de um mastro acima da estrutura a ser protegida. A posição do subsistema de captação é considerada adequada se a estrutura a ser protegida estiver situada totalmente dentro do volume de proteção provido pelo subsistema de captação.

Para definir o ângulo de proteção é necessário analisar o gráfico de curvas da NBR 5419-3 representado abaixo.

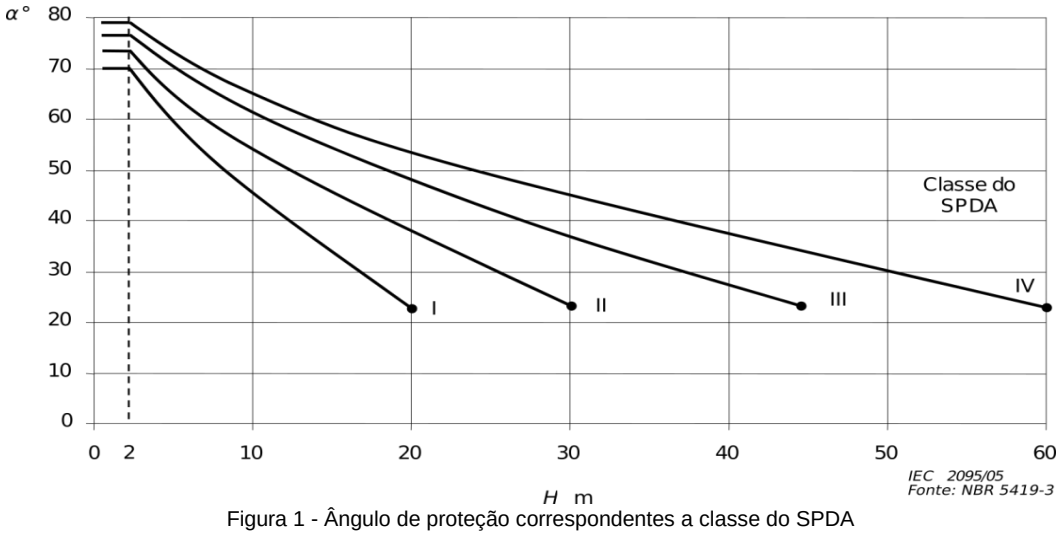


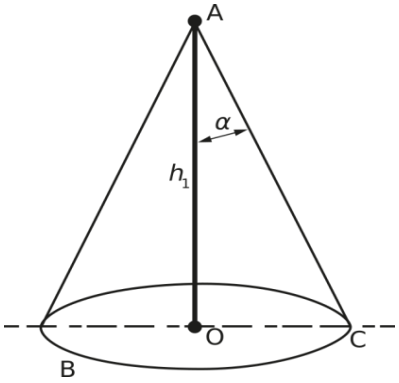
Figura 1 - Ângulo de proteção correspondentes a classe do SPDA

NOTA 1: Para valores de H (m) acima dos valores finais de cada curva (classes I a IV) são aplicáveis apenas os métodos da esfera rolante e das malhas.
NOTA 2: H é a altura do captor acima do plano de referência da área a ser protegida.
NOTA 3: O ângulo não será alterado para valores de H abaixo de 2 m.

5.2 Volume de proteção provido por mastro

A posição do subsistema de captação é considerada adequada se a estrutura a ser protegida estiver situada totalmente dentro do volume de proteção provido pelo subsistema de captação.

O volume de proteção provido por um mastro é definido pela forma de um cone circular cujo vértice está posicionado no eixo do mastro, o ângulo α, dependendo da classe do SPDA, e a altura do mastro como consta na Figura 1. Conforme exemplificado na Figura 2.



Legenda:

A - Topo do captor

B - Plano de referência

OC - Raio da base do cone de proteção

h_1 - Altura de um mastro acima do plano B

α - Ângulo de proteção (conforme Figura 1)

Figura 2 - Cone de proteção provido por um mastro

5.3 Método da Esfera Rolante (Modelo Eletrogeométrico)

O adequado posicionamento do subsistema de captação na aplicação deste método ocorre se nenhum ponto da estrutura a ser protegida entrar em contato com uma esfera fictícia rolando ao redor e no topo da estrutura em todas as direções possíveis. Esta esfera tem em seu raio (r) uma projeção estimada da distância entre o ponto de partida do líder ascendente (raio - terra-nuvem) e a extremidade do líder descendente (nuvem - terra) que forma a descarga atmosférica.

Os locais onde a esfera tangencia a estrutura são de maior probabilidade para o impacto direto dos raios. Para protegê-la é necessário realizar a instalação de captores de tal modo que eles apoiem a esfera rolante sem permitir que sua tangente toque na estrutura a ser protegida, ou, no mínimo que a esfera toque em um elemento do SPDA posicionado naquele ponto da estrutura. Conforme exemplificado na Figura 3.

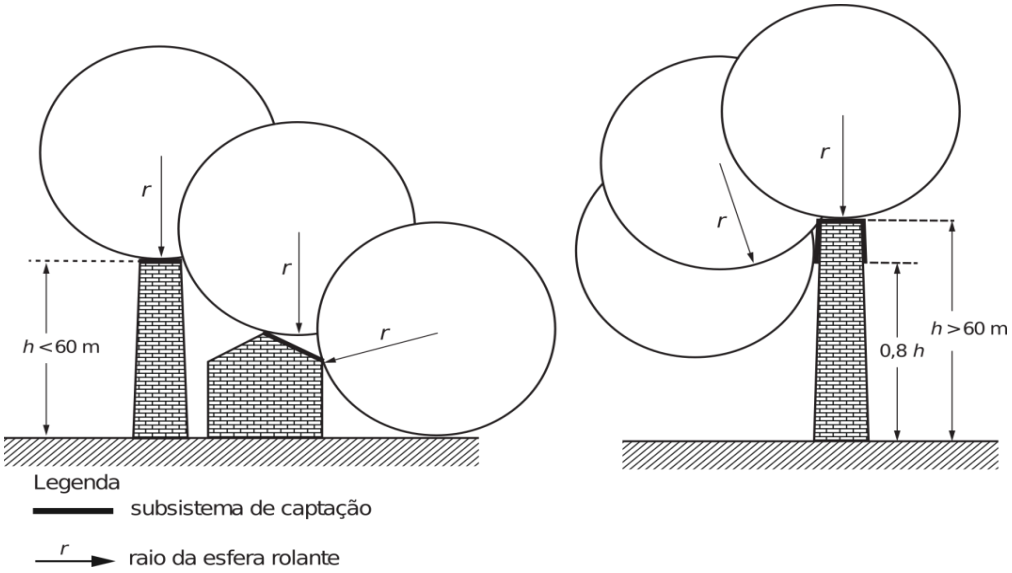


Figura 3 - Posicionamento do subsistema de captação conforme método da esfera rolante

O raio, r, dessa esfera depende da classe do SPDA, conforme apresentado na Tabela II.

Tabela II - Valores do raio r da esfera rolante

Classe do SPDA	Raio da Esfera Rolante
I	20,0 m
II	30,0 m
III	45,0 m
IV	60,0 m

5.4 Método das Malhas (Gaiola de Faraday)

O método das malhas é composto por módulos fechados de condutores elétricos (conectados de forma a criar múltiplos nós e a dividir a corrente elétrica da descarga atmosférica) dispostos no plano horizontal ou levemente inclinados sobre o volume a proteger.

As dimensões máximas dos módulos das malhas são determinadas pela 5419-3, conforme apresentado na Tabela III, o método das malhas tem maior aplicação em edificações de grande dimensões de largura e comprimento.

Para a lista de todos os requisitos da estrutura e da aplicação deste método, consultar Anexo A.3 da NBR 5419-3.

Tabela III - Espaçamento dos condutores pelo método das malhas

Classe do SPDA	Máximo afastamento dos condutores da malha
I	5 x 5 m
II	10 x 10 m
III	15 x 15 m
IV	20 x 20 m

A denominada "gaiola de Faraday" é formada quando, construtivamente, a malha de captação for interligada a outras redes de condutores envolvendo todos os lados do volume a proteger e todo este conjunto estiver aterrado.

Neste método é comum, mas não obrigatória, a utilização de mini captores conectados aos condutores horizontais. Uma vez que o conceito de proteção reside na malha captora, os mini captores tornam-se apenas pontos preferenciais de impacto do raio, o que facilita a manutenção do SPDA. Isso é útil por que é mais fácil e barato substituir apenas o mini captor danificado pelo impacto de uma descarga atmosférica do que trocar total ou boa parte dos condutores horizontais que venham a ser rompidos pelo raio.

6. CONDUTORES DE DESCIDA

O subsistema de condutores de descida é a parte do SPDA destinada a conduzir a corrente elétrica de descargas atmosféricas desde o subsistema de captação até o subsistema de aterramento da forma mais curta e retilínea possível. Os componentes deste subsistema podem ser compostos por pilares metálicos ou pelas armaduras da estrutura do concreto dos pilares, desde que haja continuidade elétrica garantida.

A 5419-3 define o espaçamento dos condutores de descidas conforme tabela a seguir:

Tabela IV - Espaçamento dos condutores de descida

Classe do SPDA	Distâncias
I	10,0 m
II	10,0 m
III	15,0 m
IV	20,0 m

NOTA: É aceitável uma variação no espaçamento dos condutores de descidas de 20%

7. SITEMA DE ATERRAMENTO

O sistema de aterramento, que deve estar presente no SPDA e nas instalações elétricas de energia e de sinal, tem a principal função de escoar para a terra as correntes elétricas indesejáveis que surjam nesses locais, de modo a causar a menor perturbação possível nos arredores.

O sistema de aterramento é um componente fundamental de diversos sistemas de proteção contra choques elétricos (NBR 5410); contra descargas atmosféricas (5419) contra sobre tensões , na proteção de instalações elétricas d energia e de sinal , contra sobre tensões de linhas elétricas de telecomunicações (14306) e na proteção contra descargas eletrostáticas.

Na prática, é comum que seja feito um estudo em separado para cada proteção mencionada, o que pode induzir ao erro de interpretação de que os eletrodos de aterramento devem ficar separados. Para efeito de estudo e compreensão dos fenômenos, é conveniente separar os casos, porém para um efetivo e confiável funcionamento das instalações elétricas, sua consequente proteção e das pessoas, deve existir eletrodo de aterramento único para cada edificação ou estrutura.

8. PROTEÇÃO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS INTERNOS

O projeto de SPDA deve também proteger os equipamentos eletroeletrônicos com a utilização de dispositivos de proteção contra surtos (DPS), arranjos de aterramento e equipotencialização, blindagem eletromagnética e roteamento dos circuitos elétricos, entre outros.

9. ANÁLISE DE RISCO

ESTRUTURA PROTEGIDA		
Riscos Considerados	**Valor Calculado**	**Valor Tolerado**
R_1: Risco de perda de vida humana	8,18E-09	1,00E-05
R_2: Risco de perda de serviço público	0,00E+00	1,00E-03
R_3: Risco de perda de patrimônio cultural	0,00E+00	1,00E+00

Características da estrutura e meio ambiente			
L	Comprimento		4,50 m
W	Largura		4,50 m
H	Altura		7,0 m
K_{S1}	Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura	Estrutura em madeira ou alvenaria e revestimento não condutor.	1
C_D	Fator de localização da estrutura	estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	0,5
N_G	Densidade de descargas atmosféricas para a terra	DSEI CUIABÁ	16,0 (km² × ano)⁻¹
ρ	Tipo de solo da região	Areia argilosa	500,0 Ω/km
A_D	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas na edificação considerada	$L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 * H)^2$ =	1.783,69 m²
A_M	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas perto de uma estrutura	$2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times (500)^2$ =	794.398,16 m²
A edificação possuirá linhas de energia ou sinal conectadas:			SIM

Características da Linha conectada à edificação			
Tipo de linha		linha de energia	
L_L	Comprimento da seção da linha de energia conectada a estrutura (caso não possuir esta informação considerar 1000m)		800,0 m
C_I	Fator de instalação da linha	aéreo	1
C_T	Fator tipo de linha	linha de energia em AT com trafo	0,2
C_E	Fator ambiental da linha	rural	1
C_{LD}	Tipo de linha externa	linha aérea não blindada	1
C_{LI}	Tipo de linha externa		1
U_W	Tensão suportável U_W dos equipamentos que se deseja proteger	2,5kV - Equipamentos elétricos (ex.: eletrodomésticos)	
K_{S4}	Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema	$1/U_W$	4,00E-01
P_{LD}	Condições do roteamento, blindagem e interligação	linha não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	0,95

P_{LI}	Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga atmosférica perto de uma linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos (tensão U_W)		0,3
A_L	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas em uma linha	$40 \times L_L$=	32.000,0 m²
A_I	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas perto de uma linha	$4000 \times L_L$=	3.200.000,0 m²
Existe estrutura adjacente ao final desta linha:		Não existe ou as dimensões não são conhecidas	
L_J	Comprimento da estrutura adjacente		3,0 m
W_J	Largura da estrutura adjacente		3,0 m
H_J	Altura da estrutura adjacente		15,0 m
A_{DJ}	Àrea de Exposição da estrutura adjacente		0,0 m
C_{DJ}	Fator de localização de uma estrutura adjacente	estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	0,5
C_{TJ}	Fator tipo de linha CT da estrutura adjacente	linha de energia em BT ou sinal	1

Características da Zona de proteção considerada			
K_{S3}	Fator relevante às características do cabeamento interno	Condutores não blindados em laço roteados em um mesmo eletroduto ou condutores em laço com diferentes roteamentos em edifícios pequenos (área do laço da ordem de 10 m²)	2,00E-01
K_{S2}	REFORMA DO SISTEMA SIMPLIFICADO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	probabilidadede da blindagem da estrutura reduzir os riscos das sobretensões danificarem os equipamentos internos	1
r_t	Fator de redução associado ao tipo de superfície do solo	agricultura, concreto	1,00E-02
r_p	Fator redutor de perda devido às precauções contra incêndio	nenhuma providência	1
r_f	Fator redutor de perda dependente do risco de incêndio ou de explosão da estrutura	nenhum	0,00E+00
h_z	Fator de aumento de perda quando um perigo especial está presente	sem perigo especial	1
P_{MS}	Probabilidade de reduzir a probabilidade de falha de sistemas internos dependendo da blindagem, cabeamento e da tensão suportável do equipamento	$(K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2$=	6,40E-03

L_1: perda de vida humana, incluindo ferimento permanente		
Danos associados		
D_1	Danos de ferimentos ao seres vivos	Sim, existe o dano associado
D_2	Danos físicos a estrutura que coloquem em risco a vida	Sim, existe o dano associado

D_3	Danos por indução a falhas no sistema elétrico (choque elétrico)	Sim, existe o dano associado	
Características da utilização da edificação (quantidade de pessoas e tempo de utilização)			
n_{z1}	Número de possíveis pessoas em perigo		1
n_{t1}	Número total de pessoas que podem acessar a estrutura		2
t_{z1}	Tempo, em horas por ano, que pessoas estão presente no local		1400
Perdas relacionadas ao aumento do risco de vida			
L_{F1}	Número relativo médio típico de vítimas por danos físicos (D2) devido a um evento perigoso	outros	1,00E-02
L_{O1}	Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso	Não Haverá riscos	0,00E+00
L_T	Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico (D1) devido a um evento perigoso	ferimentos	1,00E-02

L_2: Perda inaceitável de serviços públicos			
Danos associados			
D_2	Danos físicos a estrutura que comprometam a entrega de serviço público	Sim, existe o dano associado	
D_3	Danos por indução a falhas no sistema elétrico que comprometam a entrega de serviço público	Sim, existe o dano associado	
Características de usuários servidos pela zona fornecedora de serviço público			
n_{z2}	Número de usuários servidos pela zona		30
n_{t2}	Número total de usuários servidos pela estrutura		30
Perdas relacionadas à interrupção de serviço público			
L_{F2}	Número relativo médio típico de usuários não servidos, resultante do dando físico (D2) devido a um evento perigoso	Não Haverá danos	0,00E+00
L_{O2}	Número relativo médio médio típico de usuários não servidos, resultante de falha de sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso.	Não Haverá danos	0,00E+00

L_3: Perda inaceitável de patrimônio cultural			
Danos associados			
D_2	Danos físicos a estrutura que é patrimônio cultural	Não, dano associado inexistente	
Valores do patrimônio cultural			
c_{z3}	valor do patrimônio cultural		R$ -
c_{t3}	valor total da edificação e conteúdo da estrutura		R$ -
L_{F3}	Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos (D2) devido a um evento perigoso	Não existe o dano	0,00E+00

Medidas de Proteção			
P_B	Classe do SPDA	II	0,05
Será utilizado o método:		Ângulo de proteção	
Altura do mastro acima da estrutura a ser protegidas em metros			2,0 m
P_{SPD}	Sistema de DPS	I	0,01

P_{EB}	Ligação Equipotencial	I	0,01
Medidas de Proteção Adicionais para a Estrutura			
P_{TA}	Proteção contra choque (descarga atmosférica na estrutura)		0
	Avisos de alerta		SIM
	Isolação elétrica (por exemplo, de pelo menos 3 mm de polietileno reticulado das partes expostas (por exemplo, condutores de descidas)		SIM
	Equipotencialização do solo		SIM
	Restrições físicas ou estrutura do edificio utilizada como subsistema de descida		SIM
Medidas de Proteção Adicionais para a Linha (energia ou sinais)			
P_{TU}	Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)		1
	Avisos de alerta		NÃO
	Isolação elétrica		NÃO
	Restrições físicas		NÃO

Determinação dos Números de eventos perigosos			
N_D	Número médio anual de descargas atmosférica a estrutura	$N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$ =	1,43E-02
N_L	Número médio anual de descargas atmosférica na linha conectada a estrutura	$N_G \times A_L \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$ =	1,02E-01
N_M	Número médio anual de descargas atmosférica perto da estrutura	$N_G \times A_M \times 10^{-6}$=	1,27E+01
N_I	Número médio anual de descargas atmosférica perto da estrutura	$N_G \times A_I \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$=	1,02E+01
N_{DJ}	Número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente	$N_G \times A_{DJ} \times C_{DJ} \times C_T \times 10^{-6}$=	0,00E+00

Determinação das Probabilidades de Danos			
P_A	Probabilidade de ferimentos a seres vivos por choque elétrico	$P_{TA} \times P_B =$	0,00E+00
P_C	Probabilidade de falha de sistemas internos (descargas atmosféricas à estrutura)	$P_{SPD} \times C_{LD} =$	1,00E-02
P_M	Probabilidade de falha de sistemas internos (descargas atmosféricas perto da linha conectada)	$P_{SPD} \times P_{MS} =$	6,40E-05
P_U	Probabilidade de ferimentos a seres vivos por choque	$P_{TU} \times P_{EB} \times C_{LD} =$	1,00E-02
P_V	Probabilidade de danos físicos	$P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD} =$	9,50E-03
P_W	Probabilidade de sistemas internos	$P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD} =$	9,50E-03
P_Z	Probabilidade de falha de sistemas internos	$P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI} =$	3,00E-03

Determinação das Perdas associadas ao Risco R_1			
$L_{A1} = L_{U1}$	Ferimentos a seres vivos por choque	$r_t \times L_T \times n_{z1}/n_{t1} \times t_{z1}/8760 =$	7,99E-06
$L_{B1} = L_{V1}$	Danos físicos	$r_p \times r_f \times h_z \times L_{F1} \times n_{z1}/n_{t1} \times t_{z1}/8760 =$	0,00E+00
$L_{C1}=L_{M1}=L_{W1}=L_{Z1}$	Falha de sistemas internos	$L_{O1} \times n_{z1}/n_{t1} \times t_{z1}/8760 =$	0,00E+00

Componentes do Risco R_1			
R_{A1}	Risco de choque por descargas diretas S1	$N_D \times P_A \times L_{A1} =$	0,00E+00
R_{B1}	Risco de danos físicos por descargas diretas S1	$N_D \times P_B \times L_{B1} =$	0,00E+00
R_{C1}	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas diretas S1	$N_D \times P_C \times L_{C1} =$	0
R_{M1}	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas perto da estrutura S2	$N_M \times P_M \times L_{M1} =$	0
R_{U1}	Risco de choque por descargas na linha S3	$(N_L+N_{DJ}) \times P_U \times L_{U1} =$	8,18E-09
R_{V1}	Risco de danos físicos por descargas na linha S3	$(N_L+N_{DJ}) \times P_V \times L_{V1} =$	0,00E+00
R_{W1}	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas na linha S3	$(N_L+N_{DJ}) \times P_W \times L_{W1} =$	0
R_{Z1}	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas perto da linha S4	$N_I \times P_Z \times L_{Z1} =$	0

Risco de perda de vida humana			
R_1	Risco de perdas de vidas	RA1 + RB1 + RC1 + RM1 + RU1 + RV1 + RW1 + RZ1 =	8,18E-09
R_{T1}	Risco tolerável		1,00E-05

Determinação das Perdas associadas ao Risco R_2			
$L_{B2} = L_{V2}$	Danos físicos	$r_p \times r_f \times L_{F2} \times n_{z2}/n_{t2} =$	0,00E+00
$L_{C2}=L_{M2}=L_{W2}=L_{Z2}$	Falha de sistemas internos	$L_{O2} \times n_{z2}/n_{t2} =$	0,00E+00

Componentes do Risco R_2			
R_{B2}	Risco de danos físicos por descargas diretas S1	$N_D \times P_B \times L_{B2} =$	0

R_{C2}	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas diretas S1	$N_D \times P_C \times L_{C2}$ =	0,00E+00
R_{M2}	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas perto da estrutura S2	$N_M \times P_M \times L_{M2}$ =	0,00E+00
R_{V2}	Risco de danos físicos por descargas na linha S3	$(N_L+N_{DJ}) \times P_V \times L_{V2}$ =	0
R_{W2}	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas na linha S3	$(N_L+N_{DJ}) \times P_W \times L_{W2}$ =	0,00E+00
R_{Z2}	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas perto da linha S4	$N_I \times P_Z \times L_{Z2}$ =	0,00E+00

Risco de perda de serviço público			
R_2	Risco inaceitável de perda de serviço público	RB2 + RC2 + RV2 + RW2 + RZ2 + RM2 =	0,00E+00
R_{T2}	Risco tolerável		1,00E-03

Determinação das Perdas associadas ao Risco R_3			
$L_{B3}= L_{V3}$	Danos físicos	r_p x r_f xL_{F3} x c_{z3}/c_{t3}=	#DIV/0!

Componentes de riscos			
R_{B3}	Risco de danos físicos por descargas diretas S1	N_D x P_B x L_{B3} =	#DIV/0!
R_{V3}	Risco de danos físicos por descargas na linha S3	(N_L+N_{DJ}) x P_V x L_{V3} =	#DIV/0!

Riscos associados			
R_3	Risco Inaceitável de perda de patrimônico cultural	R3	0,00E+00
R_{T3}	Risco tolerável		1,00E+00

10. CONCLUSÃO

A estrutura necessita de sistema de DPS coordenados até CLASSE I

Para a estrutura estar protegida é necessário a instalação de SPDA CLASSE II

Será utilizado o metodo de ângulo de proteção com captor com 2 metros acima do plano de referência da área a ser protegida e ângulo de proteção de 70°.

Fixação dos condutores do SPDA

Para condutores horizontais deve ser feito fixação a cada 1 metro

Para condutores verticais deve ser feito fixação a cada 1,5 metros

Descidas

Perímetro	18,0 m
Espaçamento Médio:	10,0 m
Número de descidas necessárias:	1

As descidas devem ser instalados preferencialmente pelas quinas.

A quantidade de descidas não dependem do método utilizado para captação

Mínimo de duas descidas, caso seja necessário sistema de SPDA.

Não são permitidos emendas.

Descidas em cobre deverão ter no mínimo 35 mm² de seção transversal e 50mm² caso seja de aço galvanizado

Aterramento

L1 (comprimento mínimo do eletrodo de aterramento)	-1
Resistividade do solo	500,0 Ω/km
Re (o raio médio re da área abrangida pelos eletrodos)	2,54
Lv (quantidade de hastes necessárias no sistema de aterramento)	0

O sistema de aterramento não necessita de hastes de aterramento.

O anel de aterramento deve estar enterrado no mínimo de 50cm de profundidade solo e deverá ter afastamento de 1 metro das paredes da edificação, os condutores de aterramento deverão ser de cobre com seção de 50mm² ou aço galvanizado com seção de 70mm²

As conexões no aterramento poderão ser feitas através de solda exotérmica, alicate hidráulico e conector a compreensão (este é necessário a instalação de caixa de inspeção)

O sistema de aterramento deve ser conectado ao sistema de aterramento da concessionária local

Um molde de solda exótermica pode ser usado em apenas 30 moldes.

O sistema de aterramento deve ser conectado a BEP (Barra de equipotencialização principal) da edificação.

Para equipotencialização recomenda-se utilização de condutores curtos, para conexão da malha de aterramento com a BEP deverá ser utilizado cordoalha de 50mm², para conexões entre BEP e BELs (se existir) utilizar cordoalha de 16mm² e para equipotencialização de infraestrutura deverá ser utilizado jumpers e cordoalhas de 6mm².