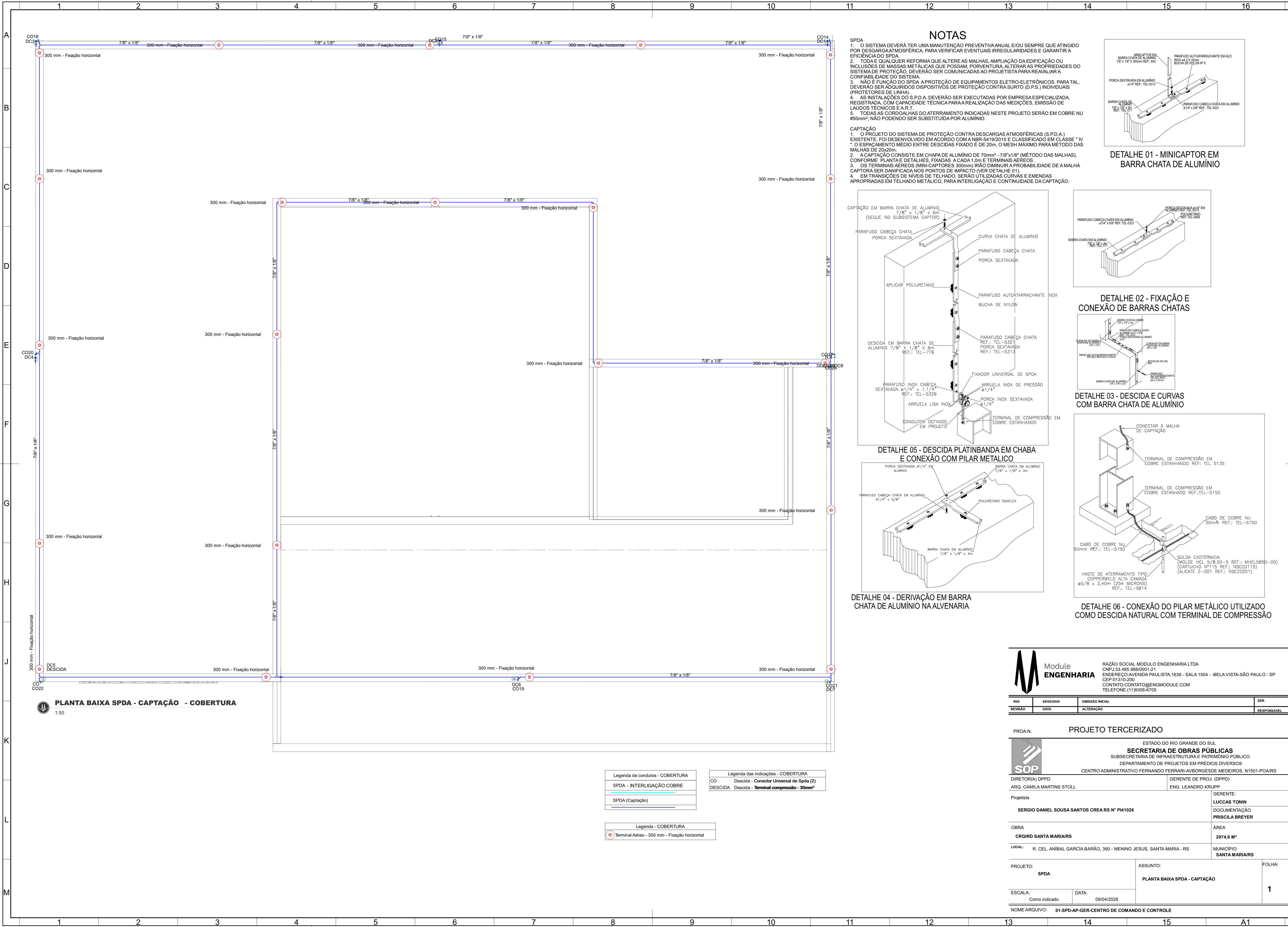




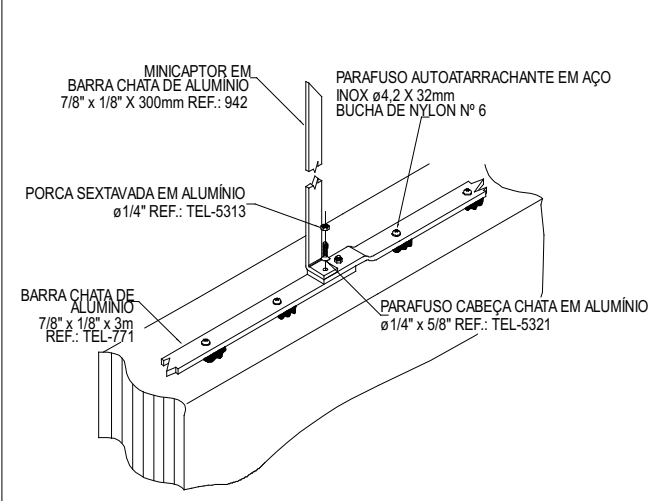
NOTAS

SPDA

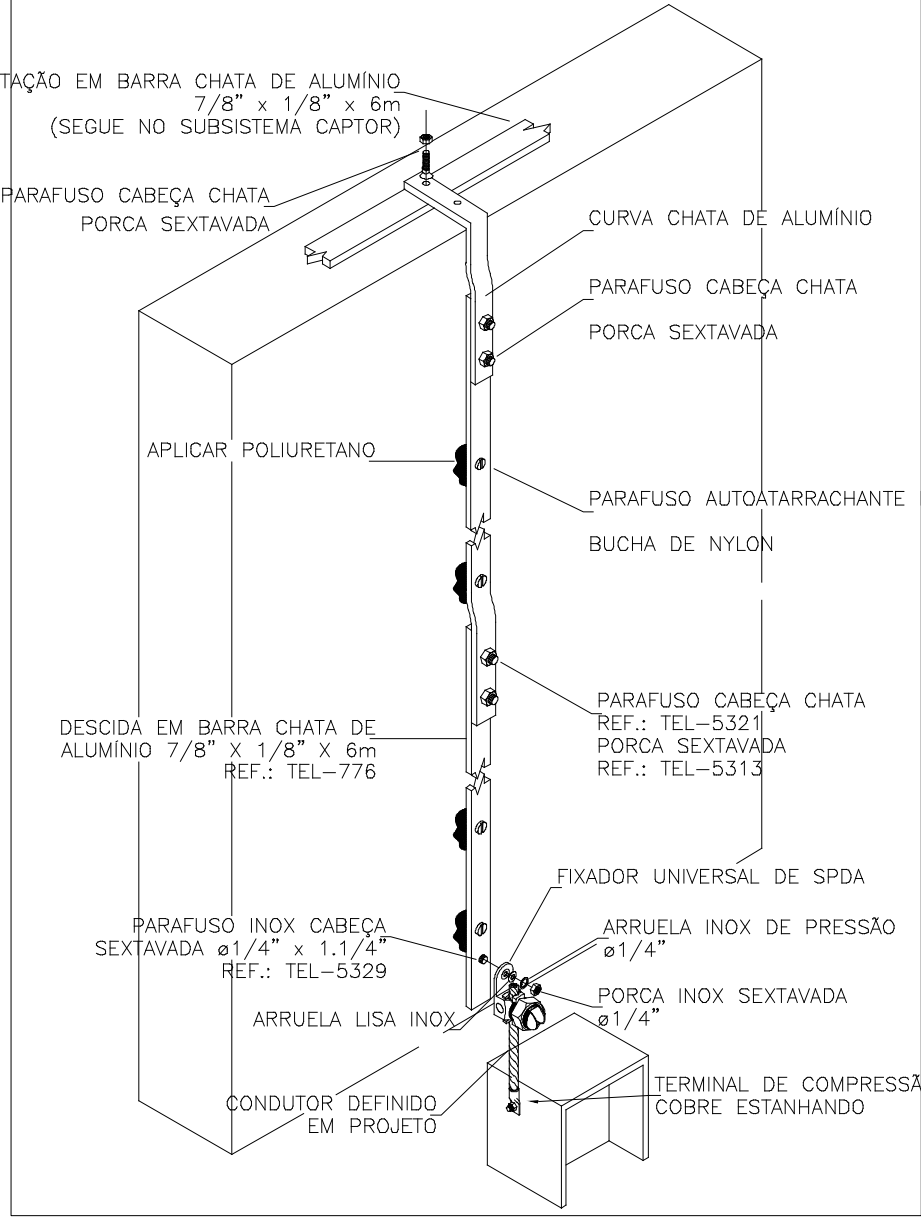
- O SISTEMA DEVERÁ TER UMA MANUTENÇÃO PREVENTIVA ANUAL E/OU SEMPRE QUE ATINGIDO POR DESCARGA ATMOSFÉRICA, PARA VERIFICAR EVENTUAIS IRREGULARIDADES E GARANTIR A EFICIÊNCIA DO SPDA.
- TODA E QUALQUER REFORMA QUE ALTERE AS MALHAS, AMPLIAÇÃO DA EDIFICAÇÃO OU INCLUSÃO DE MASSAS METÁLICAS QUE POSSAM, PORVENTURA, ALTERAR AS PROPRIEDADES DO SISTEMA DE PROTEÇÃO, DEVERÃO SER COMUNICADAS AO PROJETISTA PARA REAVALIAR A CONFIABILIDADE DO SISTEMA.
- NÃO É FUNÇÃO DO SPDA A PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETRO-ELETRÔNICOS, PARA TAL, DEVERÃO SER ADQUIRIDOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTO (D.P.S.) INDIVIDUAIS (PROTETORES DE LINHA).
- AS INSTALAÇÕES DO S.P.D.A. DEVERÃO SER EXECUTADAS POR EMPRESA ESPECIALIZADA, REGISTRADA, COM CAPACIDADE TÉCNICA PARA REALIZAÇÃO DAS MEDIÇÕES, EMISSÃO DE LAUDOS TÉCNICOS E A.R.T.
- TODAS AS CORDOALHAS DO ATERRAMENTO INDICADAS NESTE PROJETO SERÃO EM COBRE NU #50mm², NÃO PODENDO SER SUBSTITUÍDA POR ALUMÍNIO.

CAPTAÇÃO

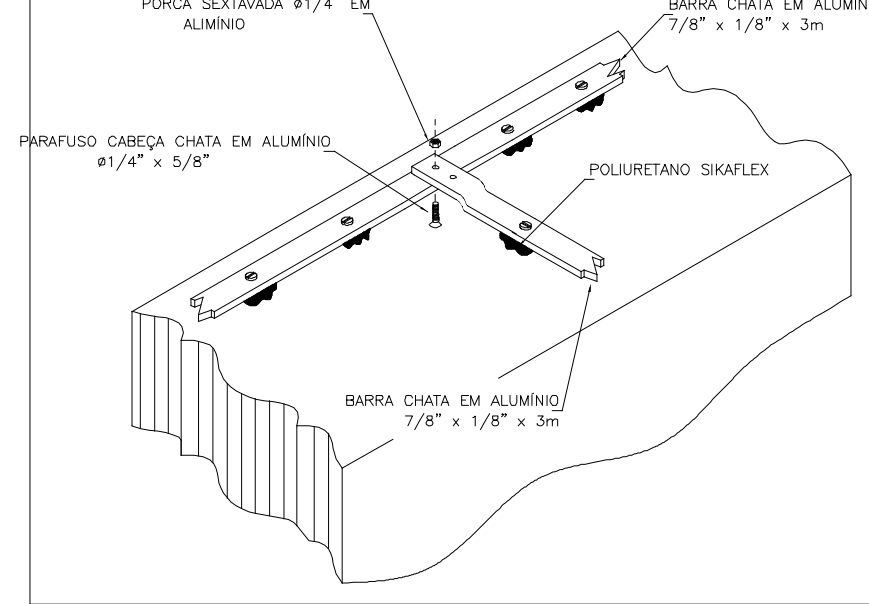
- O PROJETO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (S.P.D.A.) EXISTENTE, FOI DESENVOLVIDO EM ACORDO COM A NBR-5419/2015 E CLASSIFICADO EM CLASSE "IV". O ESPACAMENTO MÉDIO ENTRE DESCIDAS FIXADO É DE 20m, O MESH MÁXIMO PARA MÉTODO DAS MALHAS DE 20x20m.
- A CAPTAÇÃO CONSISTE EM CHAPA DE ALUMÍNIO DE 70mm² - 7/8"x1/8" (MÉTODO DAS MALHAS), CONFORME PLANTA E DETALHES, FIXADAS A CADA 1,0m E TERMINAIS AÉREOS.
- OS TERMINAIS AÉREOS (MINI-CAPTORES 300mm) TÊM A FUNÇÃO DE DIMINUIR A PROBABILIDADE DE A MALHA CAPTORA SER DANIFICADA NOS PONTOS DE IMPACTO (VER DETALHE 01).
- EM TRANSIÇÕES DE NÍVEL DE TELHADO, SERÃO UTILIZADAS CURVAS E EMENDAS APROPRIADAS EM TELHADO METÁLICO, PARA INTERLIGAÇÃO E CONTINUIDADE DA CAPTAÇÃO.



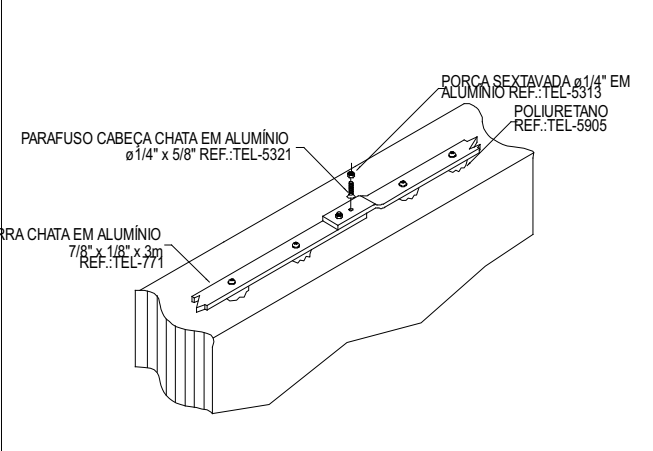
DETALHE 01 - MINICAPTOR EM BARRA CHATA DE ALUMÍNIO



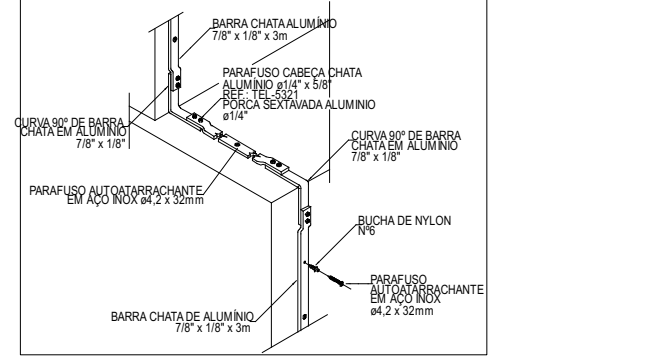
DETALHE 05 - DESCIDA PLATINBANDA EM CHABA E CONEXÃO COM PILAR METÁLICO



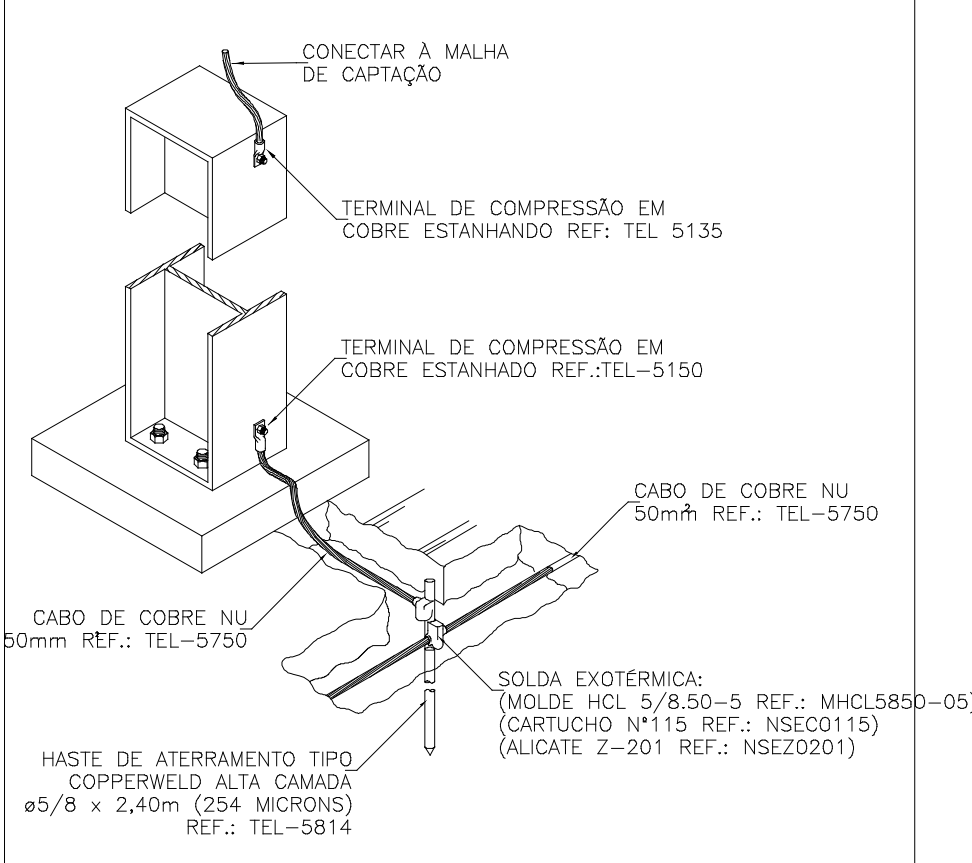
DETALHE 04 - DERIVAÇÃO EM BARRA CHATA DE ALUMÍNIO NA ALVENARIA



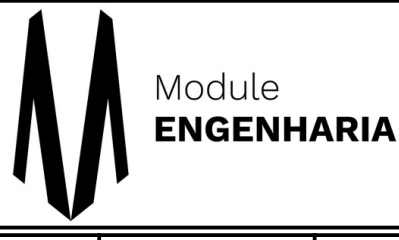
DETALHE 02 - FIXAÇÃO E CONEXÃO DE BARRAS CHATAS



DETALHE 03 - DESCIDA E CURVAS COM BARRA CHATA DE ALUMÍNIO



DETALHE 06 - CONEXÃO DO PILAR METÁLICO UTILIZADO COMO DESCIDA NATURAL COM TERMINAL DE COMPRESSÃO



Module
ENGENHARIA

RAZÃO SOCIAL: MODULO ENGENHARIA LTDA
CNPJ: 33.485.988/0001-21
ENDEREÇO: AVENIDA PAULISTA, 1636 - SALA 1504 - BELA VISTA - SÃO PAULO - SP
CEP: 01310-200
CONTATO: CONTATO@ENMODULE.COM
TELEFONE: (11) 9306-8705

REVISO	DATA	EMISSÃO INICIAL	SER
REVISÃO	DATA	ALTERAÇÃO	RESPONSÁVEL

PROJETO TERCERIZADO



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E PATRIMÔNIO PÚBLICO
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
CENTRO ADMINISTRATIVO FERRARI-AVBORGES DE MEDEIROS, N°1501-POA/RS

DIRETOR(A) DPPD
ARQ. CAMILA MARTINS STOLL

GERENTE DE PROJ. (DPPD)
ENG. LEANDRO KRUPP

Projetista
SERGIO DANIEL SOUSA SANTOS CREA RS N° PI41026

GERENTE:
LUCCAS TONIN
DOCUMENTAÇÃO
PRISCILA BREYER

OBRA
CRGIRD SANTA MARIA/RS

ÁREA
2974,6 M²

LOCAL:
R. CEL. ANIBAL GARCIA BARÃO, 360 - MENINO JESUS, SANTA MARIA - RS

MUNICÍPIO
SANTA MARIA/RS

PROJETO:
SPDA

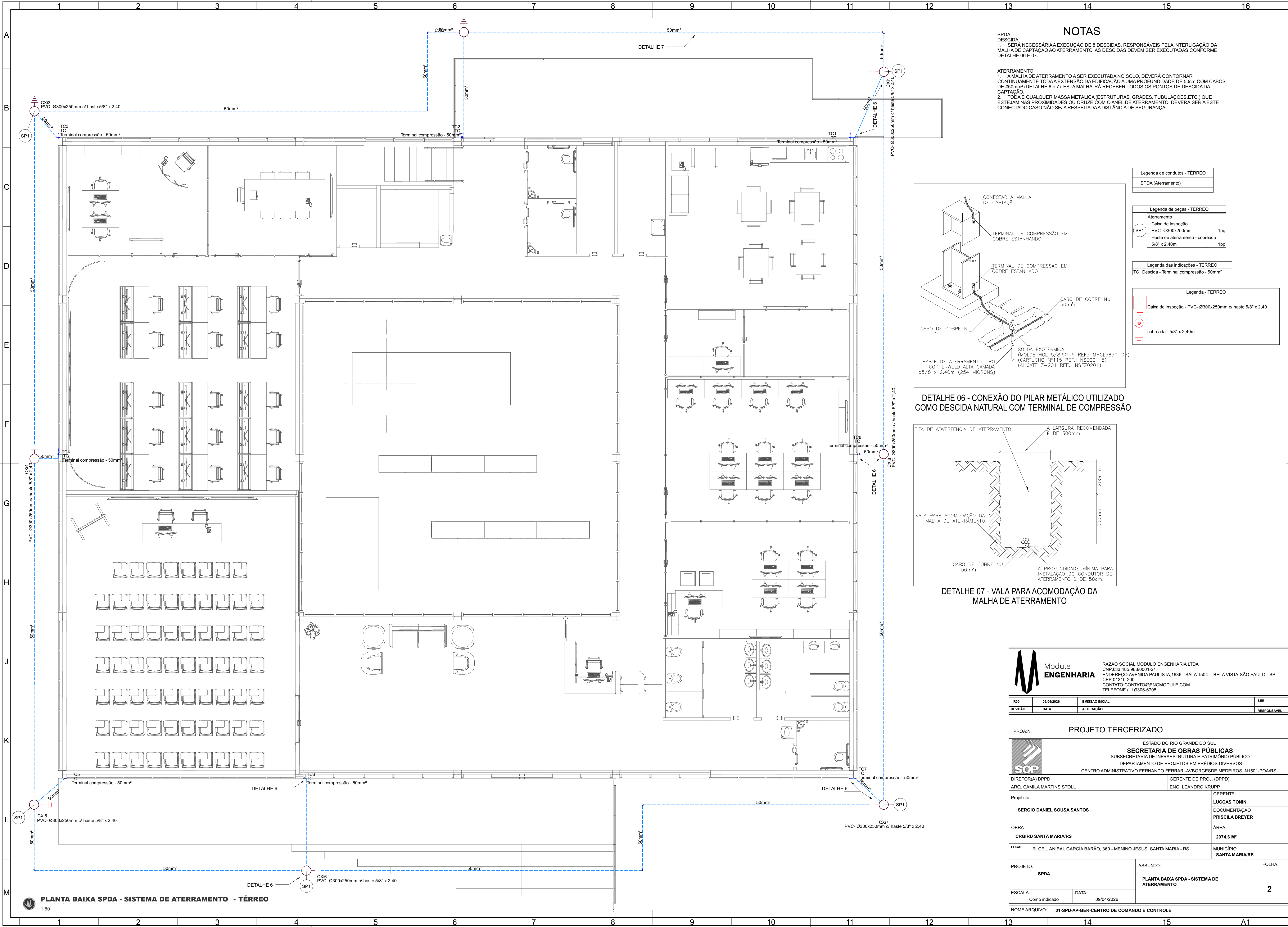
ASSUNTO:
PLANTA BAIXA SPDA - CAPTAÇÃO

ESCALA:
Como indicado

DATA:
09/04/2026

FOLHA:
1

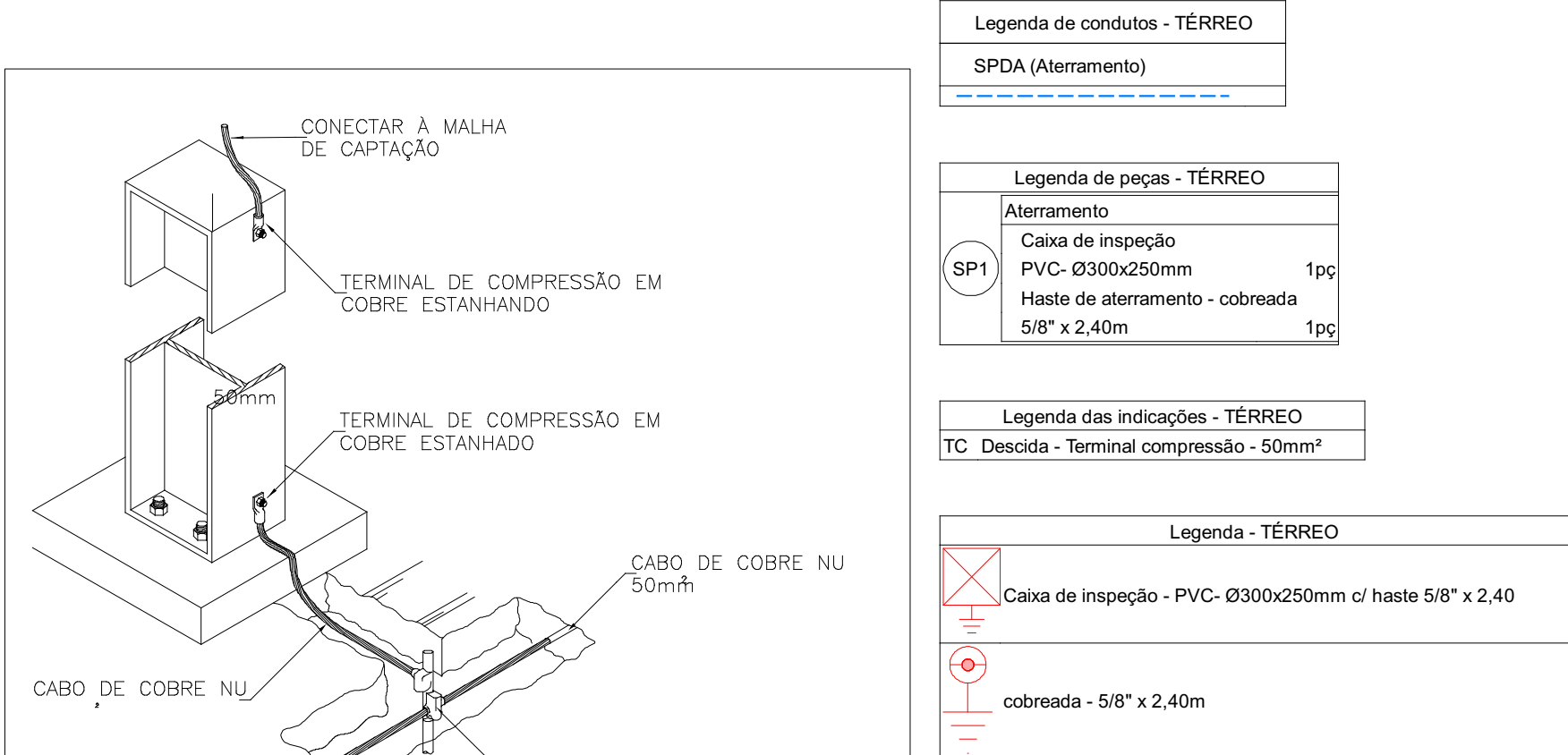
NOME ARQUIVO:
01-SPD-AP-GER-CENTRO DE COMANDO E CONTROLE



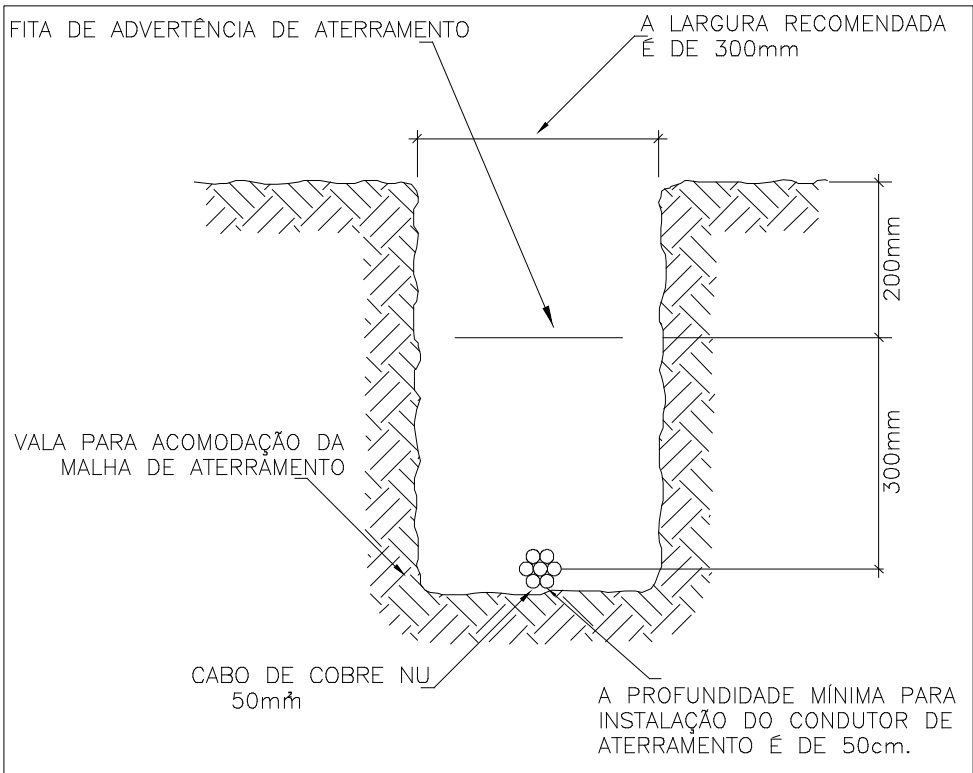
NOTAS

SPDA
DESCIDA
1- SERÁ NECESSÁRIA A EXECUÇÃO DE 8 DESCIDAS, RESPONSÁVEIS PELA INTERLIGAÇÃO DA MALHA DE CAPTAÇÃO AO ATERRAMENTO, AS DESCIDAS DEVERÃO SER EXECUTADAS CONFORME DETALHE 06 E 07.

ATERRAMENTO
1- A MALHA DE ATERRAMENTO A SER EXECUTADA NO SOLO, DEVERÁ CONTORNAR CONTINUAMENTE TODA A EXTENSÃO DA EDIFICAÇÃO A UMA PROFUNDIDADE DE 50cm COM CABOS DE #50mm² (DETALHE 6 e 7). ESTA MALHA IRÁ RECEBER TODOS OS PONTOS DE DESCIDA DA CAPTAÇÃO.
2- TODA QUALQUER MASSA METÁLICA (ESTRUTURAS, GRADES, TUBULAÇÕES, ETC.) QUE ESTEJAM NAS PROXIMIDADES OU CRUZE COM O ANEL DE ATERRAMENTO, DEVERÁ SER AESTE CONECTADO CASO NÃO SEJA RESPEITADA A DISTÂNCIA DE SEGURANÇA.



DETALHE 06 - CONEXÃO DO PILAR METÁLICO UTILIZADO COMO DESCIDA NATURAL COM TERMINAL DE COMPRESSÃO



Module

ENGENHARIA

RAZÃO SOCIAL

MODULO ENGENHARIA LTDA

CNPJ: 33.485.988/0001-21

ENDEREÇO: AVENIDA PAULISTA, 1636 - SALA 1504 - BELA VISTA - SÃO PAULO - SP

CEP: 01310-200

CONTATO: CONTATO@ENGMODULE.COM

TELEFONE: (11) 9306-8705

R00	09/04/2025	EMIÇÃO INICIAL	SER
REVISÃO	DATA	ALTERAÇÃO	RESPONSÁVEL

PROJETO TERCERIZADO

SOP

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS

SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E PATRIMÔNIO PÚBLICO

DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS

CENTRO ADMINISTRATIVO FERNANDO FERRARI- AVBORGES DE MEDEIROS, N1501-POA/RS

DIRETOR(A) DPPD

ARQ. CAMILA MARTINS STOLL

Projetista

OBRA

LOCAL:

PROJETO:

ESCALA:

NOME ARQUIVO:

GERENTE DE PROJ. (DPPD)

ENG. LEANDRO KRUPP

GERENTE:

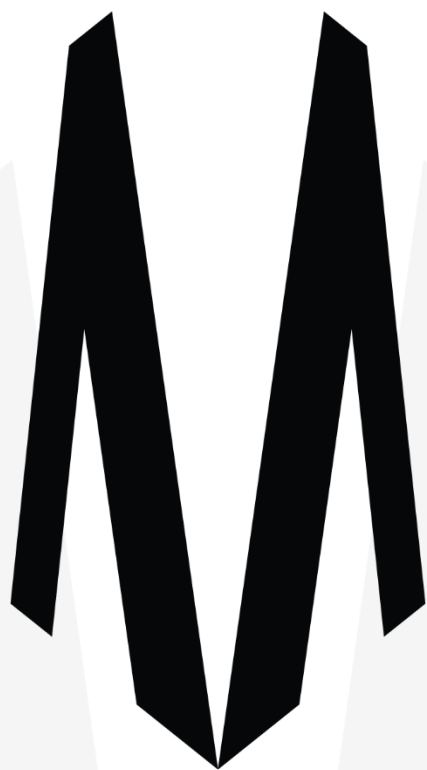
ÁREA

MUNICÍPIO

ASSUNTO:

FOLHA:

2



Module
ENGENHARIA

CENTRO DE COMANDO E CONTROLE

GERENCIAMENTO DE RISCO SPDA

CONTRATO N° 318/2025
CONTRATO FPE n° 2025/022922



www.engmodule.com



11 99306-6705



Avenida Paulista, 1636 – Sala 1504 – Bela Vista, São Paulo/SP – 01310-200



contato@engmodule.com

CNPJ

33.482.988/0001-21

00	09/04/2026	EMIÇÃO INICIAL	S.L	E.C.C	E.C.C	E.C.C
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	EXEC.	VERIF.	APROV.	COORD.
REVISÕES						



Responsável Técnico

Sergio Daniel Sousa Santos

Engenheiro Eletricista

CREA-PI 1921157747

CREA RS Nº PI41026

ART Nº 14152784



Sumário

A. OBJETIVO	5
B. INFORMAÇÕES DAS ESTRUTURAS	6
C. NECESSIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - SPDA	7
D. CALCULO DE RISCOS	8
1. RISCO R1.....	8
2. RISCO R2	16
E. MEDIDAS DE PROTEÇÕES ADICIONAIS A SEREM IMPLEMENTADAS.....	19
3. RISCO R1.....	19
4. RISCO R2.....	20
F. CONCLUSÃO	23



Module
ENGENHARIA

A. OBJETIVO

Este documento técnico tem o objetivo de verificar os riscos inerentes a uma estrutura devido às descargas atmosféricas para a terra e compará-los a um limite superior tolerável, que irá subsidiar a escolha das medidas de proteção apropriadas a serem adotadas para reduzir o risco ao limite ou abaixo do limite tolerável, em conformidade com a norma ABNT NBR 5419:2015.

Informar-se necessário, a classe do SPDA, as medidas de proteção necessárias e os materiais que deverão ser empregados para compor tal proteção.



B. INFORMAÇÕES DAS ESTRUTURAS

Proprietário: CENTRO REGIONAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RISCOS E DESASTRES DA DEFESA CIVIL(Centro de Comando e Controle).

Estrutura: Comercial.

Seguindo a decisão tomada pelo proprietário que uma avaliação econômica não é requerida, o risco R4 para perda econômica (L4) não será considerado.

Será adotado como densidade de descargas atmosféricas a variável (N_g), que é o número de raios para a terra por quilômetros quadrados por ano. Como o site recomendado pela NBR 5419:2015-2 não está disponível, foi utilizado o mapa disponibilizado pela NBR 5419:2015-2 na figura F.5 obtendo $N_g \approx 11,55 \text{ km}^2/\text{ano}$ para a região, onde fica localizado **SANTA MARIA-RS**.



Module
ENGENHARIA

C. NECESSIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - SPDA

Para a determinação da necessidade de implantação do SPDA para as edificações e estruturas citadas no item 2, será utilizada a metodologia de gerenciamento de riscos definida na Norma Brasileira ABNT NBR 5419-2.



D. CALCULO DE RISCOS

1. RISCO R1

Composição das componentes de risco

Os componentes de risco a serem considerados para cada tipo de perda na estrutura são listados a seguir:

R_1 : Risco de perda de vida humana:

$$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1}^1 + R_{M1}^1 + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1}^1 + R_{Z1}^1 \quad (\text{Eq.01})$$

¹: Somente para estruturas com risco de explosão e para hospitais com equipamentos elétricos para salvar vidas ou outras estruturas quando a falha dos sistemas internos imediatamente possa por em perigo a vida humana.

A perda de vida humana (L1) é relevante para este tipo de estrutura, portanto o risco $R_T=10^{-5}$ (de acordo com a Tabela 03) deve ser considerado. A estrutura possui uma entrada de linha de energia elétrica em média tensão, instalada de forma subterrânea.

A estrutura foi dividida em 01 zona, conforme listado:

- Zona Z1 – Área interna;

Na tabela 04 relaciona-se à quantidade de pessoas estimadas em função da arquitetura apresentada que ocupam cada zona e o tempo de permanência por ano.

Distribuição das pessoas nas zonas		
Zona	Número de pessoas	Tempo de presença
Zona Z2 (área interna)	239	8760
Total	239	-

Tabela 1 - Distribuição de pessoas e seu respectivo tempo de permanência estimado por zona.

Na tabela 05 são relacionados às características ambientais globais da estrutura.

Características ambientais e globais da estrutura

Parâmetros iniciais da estrutura	Observações	Símbolo	Valor	Referência
Cidade / Estado	-	-	SANTA MARIA-RS	-
Densidade de descargas atmosféricas para a terra (1/km ² /ano)	Densidade de descargas atmosféricas	N _G	11,55	Figura F.5 NBR 5419-2
Dimensões da estrutura (m)	Largura, Comprimento e Altura	L x W x H	30,3 x 24,3 x 8,13	Projeto Arquitetônico
Fator de Localização da Estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	C _D	1	<u>Tabela A.1 (NBR 5419-2)</u>
SPDA	Estrutura não protegida	P _B	1	<u>Tabela B.2 (NBR 5419-2)</u>
Ligação equipotencial	Sem DPS	P _{EB}	1	<u>Tabela B.7 (NBR 5419-2)</u>
Blindagem espacial externa	Nenhuma - valor máximo	Ks1	1	Equação (B.5)(NBR 5419-2)

Tabela 2 -Características ambientais e globais da estrutura

Na tabela 06 são relacionados às características da linha de energia que adentram a estrutura.

Linha de Energia				
Parâmetros iniciais da estrutura	Observações	Símbolo	Valor	Referência
Comprimento (m)	Rede B.T	L _L	1000	Entrada de energia
Fator de Instalação	Aéreo	C _i	1	<u>Tabela A.2 (NBR 5419-2)</u>

Fator do tipo de linha	Linha de energia	C_T	0,2	Tabela A.3 (NBR 5419-2)
Fator ambiental	Suburbano	C_E	0,5	Tabela A.4 (NBR 5419-2)
Blindagem da linha (Ω/km)	Linha enterrada não blindada	R_S	1	Tabela B.8 (NBR 5419-2)
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha enterrada não blindada	C_{LD}	1	Tabela B.4 (NBR 5419-2)
		C_{LI}	1	
Estrutura adjacente	Largura, Comprimento e Altura	$L_J \times W_J \times H_J$	-	Não aplicável
Fator de localização da estrutura adjacente	-	C_{DJ}	0	Tabela A.1 (NBR 5419-2)
Tensão suportável dos sistemas internos (kV)	-	U_W	2,5	-
Parâmetros resultantes		K_{S4}	0,4	Equação B.7(NBR 5419-2)
		P_{LD}	1	Tabela B.8 (NBR 5419-2)
		P_{LI}	0,3	Tabela B.9 (NBR 5419-2)

Tabela 06 – Características da linha de energia que adentra a estrutura.

Na tabela 07 são relacionados às características da linha de sinal que adentram a estrutura.

Linha de Sinal				
Parâmetros iniciais da estrutura	Observações	Símbolo	Valor	Referência

Comprimento (m)	Linha de Sinal	L_L	1000	Entrada de energia
Fator de Instalação	Aerea	C_i	1	Tabela A.2 (NBR 5419-2)
Fator do tipo de linha	Linha de sinal	C_T	1	Tabela A.3 (NBR 5419-2)
Fator ambiental	Suburbano	C_E	0,5	Tabela A.4 (NBR 5419-2)
Blindagem da linha (Ω/km)	Resistência da Blindagem	R_s	1	Tabela B.8 (NBR 5419-2)
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha enterrada blindada	C_{LD}	0	Tabela B.4 (NBR 5419-2)
		C_{LI}	0	
Estrutura adjacente	Largura, Comprimento e Altura	$L_J \times W_J \times H_J$	-	não aplicável
Fator de localização da estrutura adjacente	-	C_{DJ}	0	Tabela A.1 (NBR 5419-2)
Tensão suportável dos sistemas internos (kV)	-	U_w	1,5	-
Parâmetros resultantes		K_{S4}	0,67	Equação (B.7)(NBR 5419-2)
		P_{LD}	1	Tabela B.8 (NBR 5419-2)
		P_{LI}	0,5	Tabela B.9 (NBR 5419-2)

Tabela 07 – Características da linha de sinal que adentra a estrutura.

Na tabela 08 são relacionados às áreas de exposição equivalentes da estrutura e das linhas.

Áreas de exposição equivalentes da estrutura e das linhas.				
Estrutura	Referência da Equação	Símbolo	Unidade	Valor
Edificação	Equação (A.2)(NBR 5419-2)	A_D	m ²	5,27E+03
	Equação (A.7)(NBR 5419-2)	A_M	m ²	8,40E+05
Linha de energia	Equação (A.9)(NBR 5419-2)	$A_{L/P}$	m ²	4,00E+04
	Equação (A.11)(NBR 5419-2)	$A_{I/P}$	m ²	4,00E+06
	Equação (A.2)(NBR 5419-2)	$A_{DJ/P}$	não se aplica	0,00E+00
Linha de sinal	Equação (A.9)(NBR 5419-2)	$A_{L/T}$	m ²	4,00E+04
	Equação (A.11)(NBR 5419-2)	$A_{I/T}$	m ²	4,00E+06
	Equação (A.2)(NBR 5419-2)	$A_{DJ/T}$	não se aplica	0,00E+00

Tabela 08 – Área de exposição equivalentes da estrutura e das linhas.

Na tabela 09 é relacionado o número de eventos esperados para a estrutura e para as linhas.

Número de Eventos Esperados				
Estrutura	Referência da Equação	Símbolo	Unidade	Valor
Edificação	Equação (A.4)(NBR 5419-2)	N_D	-	6,09E-02
	Equação (A.6)(NBR 5419-2)	N_M	-	9,70E+00
Linha de energia	Equação (A.8)(NBR 5419-2)	$N_{L/P}$	-	4,62E-02
	Equação (A.10)(NBR 5419-2)	$N_{I/P}$	-	4,62E+00
	Equação (A.5)(NBR 5419-2)	$N_{DJ/P}$	não se aplica	0,00E+00
Linha de sinal	Equação (A.8)(NBR 5419-2)	$N_{L/T}$	-	2,31E-01
	Equação (A.10)(NBR 5419-2)	$N_{I/T}$	-	2,31E+01
	Equação (A.5)(NBR 5419-2)	$N_{DJ/T}$	não se aplica	0,00E+00

Tabela 09 – Número de eventos esperados para estrutura e linhas.

Na tabela 10 são relacionados os fatores de ponderação que incidem em cada zona:

Fatores de ponderação						
Parâmetros iniciais da estrutura		Observações	Símbolo	Zona Z1 (área externa)	Zona Z2 (área interna)	Referência
Tipo de Piso		Agricultura/ Concreto	r_t	-	1,00E-03	Tabela C.3 (NBR 5419-2)
Proteção contra choque (descarga atmosférica na estrutura)		Nenhuma medida	P_{TA}	-	1	Tabela B.1 (NBR 5419-2)
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)		Nenhuma medida	P_{TU}	-	1	Tabela B.6 (NBR 5419-2)
Risco de incêndio		Normal/ Normal	r_f	-	1,00E-02	Tabela C.5 (NBR 5419-2)
Proteção contra incêndio		Nenhuma	r_p	-	0,5	Tabela C.4 (NBR 5419-2)
Blindagem espacial interna		Nenhuma	K_{S2}	-	1	Equação (B.6)(NBR 5419-2)
Energia	Fiação interna	Cabo não blindado	K_{S3}	-	1	Tabela B.5 (NBR 5419-2)
	DPS coordenados	Sem DPS/ Sem DPS	P_{SPD}	-	1	Tabela B.3 (NBR 5419-2)
Telecom	Fiação interna	Cabo não blindado	K_{S3}	-	1	Tabela B.5 (NBR 5419-2)
	DPS coordenados	Nenhum	P_{SPD}	-	1	Tabela B.3 (NBR 5419-2)
L1: Perda de vida humana	Perigo Especial:	Baixo nível	h_z	-	5	Tabela C.6 (NBR 5419-2)

D1: devido à tensão de toque e passo	Outros/ Outros	L_T	-	1,00E-02	Tabela C.2 (NBR 5419-2)
D2: devido a danos físicos	Outros/ Industrial	L_F	-	1,00E-01	
D3: devido a falhas de sistemas internos	não aplicável	L_o	-	0,00E+00	
Fator para pessoas em perigo	$n_z/n_t \times t_z/8760$	-	-	1,00E-01	Arquitetura

Tabela 10 – Fatores de ponderação incidentes em cada zona.

Na tabela 11 são relacionados os parâmetros relevantes para avaliação dos componentes de risco.

Parâmetros Relevantes para avaliação dos componentes de risco						
Símbolo	Equação	Referência	Zona 1		Zona 2	
			Energia	Sinal	Energia	Sinal
P_A	$P_A = P_{TA} \times P_B$	Equação (B.1) NBR 5419-2	-		1	
P_B	-	Tabela (B.2) NBR 5419-2	-		1,00E+00	
P_C	$P_C = P_{SPD} \times C_{LD}$	Equação (B.2) NBR 5419-2	-	-	1,00E+00	0,00E+00
P_M	$P_M = P_{SPD} \times P_{MS}$	Equação (B.3) NBR 5419-2	-		5,33E-01	
P_{MS}	$P_{MS} = (K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2$	Equação (B.4) NBR 5419-2	-	-	1,60E-01	4,44E-01

P_U	$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Equação (B.8) NBR 5419-2	-	-	1,00E+00	0,00E+00
P_V	$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Equação (B.9) NBR 5419-2	-	-	1,00E+00	0,00E+00
P_W	$P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Equação (B.10) NBR 5419-2	-	-	1,00E+00	0,00E+00
P_Z	$P_Z = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI}$	Equação (B.11) NBR 5419-2	-	-	3,00E-01	0,00E+00
$L_A = L_U$	$L_A = r_t \times L_T \times ((n_z/n_t) \times (t_z/8760))$	Equação (C.1) NBR 5419-2	-		1,00E-06	
$L_B = L_V$	$L_B = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \times ((n_z/n_t) \times (t_z/8760))$	Equação (C.3) NBR 5419-2	-		2,51E-04	

Tabela 11 - Parâmetros relevantes para avaliação dos componentes de risco

Na tabela 12 é relacionado o risco R1 na estrutura sem contemplar nenhum tipo de proteção.

Risco R1 para estruturas não protegidas (Risco Tolerável $RT = 1 \times 10^{-5}$)						
Tipos de danos	Equação	Zona Z1 (área externa)		Zona Z2 (área interna)		Somatório
		Energia	Sinal	Energia	Sinal	
D1	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$	-		6,11E-08		6,11E-08
Ferimentos devido a choque	$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U \text{ (sinal + energia)}$	-	-	4,64E-08	0,00E+00	4,64E-08
D2 Danos Físicos	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	-		1,53E-05		1,53E-05
	$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V \text{ (sinal + energia)}$	-	-	1,16E-05	0,00E+00	1,16E-05

TOTAL	-	2,698 E-5	2,698 E-5
Risco Tolerável	-	RT = 1,00E-05	R1 > RT
Devido ao risco R1 ser maior que RT, a adoção de medidas de proteção contra descargas atmosféricas é necessária.			

Tabela 12 – Risco R1 para a edificação sem nenhuma medida de proteção.

Considerando que o Risco R1 ficou superior ao valor de referência para riscos toleráveis, deverá ser implementada proteções necessárias visando minimizar o risco R1 para um valor inferior ao valor do risco tolerável. As medidas que serão implementadas serão descritas no tópico seguinte.

2. RISCO R2

Composição das componentes de risco

R_2 : Risco de perdas de serviço ao público

$$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2} \quad (\text{Eq.01})$$

Para o risco R2 teremos as seguintes formas para cada componente:

$$R_{B2} = N_D \times P_B \times L_B \quad (\text{Formula 01})$$

$$R_{C2} = N_D \times P_C \times L_C \quad (\text{Formula 02})$$

$$R_{M2} = N_M \times P_M \times L_M \quad (\text{Formula 03})$$

$$R_{V/P} = (N_{L/P} + N_{DJP}) \times P_{V/P} \times L_V \quad (\text{Formula 04})$$

$$R_{V/T} = (N_{L/T} + N_{DJ/T}) \times P_{V/T} \times L_V \quad (\text{Formula 05})$$

$$R_{V2} = R_{V/P} + R_{V/T} \quad (\text{Formula 06})$$

$$R_{W/P} = (N_{L/P} + N_{DJP}) \times P_{W/P} \times L_W \quad (\text{Formula 07})$$

$$R_{W/T} = (N_{L/T} + N_{DJ/T}) \times P_{W/T} \times L_W \quad (\text{Formula 08})$$

$$R_W = R_{W/P} + R_{W/T} \quad (\text{Formula 09})$$

$$R_{Z/P} = N_{I/P} \times P_{Z/P} \times L_Z \quad (\text{Formula 10})$$

$$R_{Z/T} = N_{I/T} \times P_{Z/T} \times L_Z \quad (\text{Formula 11})$$

$$R_Z = R_{Z/P} + R_{Z/T} \quad (\text{Formula 12})$$

Na tabela 13 são relacionados os fatores de ponderação relacionados a perda de serviço ao público:

Fatores de ponderação

Parâmetros iniciais da estrutura		Observações	Símbolo	Zona Z1 (área externa)	Zona Z2 (área interna)	Referência
L2: Perda em serviço ao público.	D2: devido a danos físicos	Serviços Essenciais	L_{F2}	-	1,00E-01	Tab. C.8
	D3: devido a falhas de sistemas internos	Serviços Essenciais	L_{O2}	-	1,00E-02	

Tabela 13 – Fatores de ponderação incidentes relacionados a perda de serviço ao público.

Na tabela 14 são relacionados os parâmetros relevantes para avaliação dos componentes de risco relacionada a perda de serviço ao público.

Parâmetros Relevantes para avaliação dos componentes de risco						
Símbolo	Equação	Referência	Zona 1		Zona 2	
			Energia	Sinal	Energia	Sinal
$L_{B2} = L_V$	$L_{B2} = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times n_z / n_t$	Equação (C.7) NBR 5419-2	-		5,02E-05	
$L_C = L_M = L_W = L_Z$	$L_{C2} = L_M = L_W = L_Z = L_{O2} \times n_z / n_t$	Equação (C.8) NBR 5419-2	-		1,00E-03	

Tabela 14 - Parâmetros relevantes para avaliação dos componentes de risco

Na tabela 15 é relacionado o risco R2 na estrutura sem contemplar nenhum tipo de proteção.

Risco R2 para estruturas não protegidas (Risco Tolerável $RT = 1 \times 10^{-3}$)						
Tipos de danos	Equação	Zona Z1 (área externa)		Zona Z2 (área interna)		Somatório
		Energia	Sinal	Energia	Sinal	
D2 Danos Físicos	$R_{B2} = N_D \times P_B \times L_B$	-		3,06E-06		3,06E-06

	$R_{V2} = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V(\text{sinal} + \text{energia})$	-	-	2,32E-06	0,00E+00	2,32E-06
D3 falhas de sistemas internos	$R_{M2} = N_M \times P_M \times L_M$	-		5,20E-03		5,20E-03
	$R_{W2} = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W(\text{sinal} + \text{energia})$	-	-	4,64E-05	0,00E+00	4,64E-05
	$R_{Z2} = (N_L + N_{DJ}) \times P_Z \times L_Z(\text{sinal} + \text{energia})$	-	-	1,39E-03	0,00E+00	1,39E-03
TOTAL		-		6,64 E-3		6,64 E-3
Risco Tolerável		-		RT = 1,00E-03		R2 > RT
Devido ao risco R2 ser maior que RT, a adoção de medidas de proteção contra descargas atmosféricas é necessária.						

Tabela 15 – Risco R2 para a edificação sem nenhuma medida de proteção.

Considerando que o Risco R2 ficou superior ao valor de referência para riscos toleráveis, deverá ser implementada proteções necessárias visando minimizar o risco R2 para um valor inferior ao valor do risco tolerável. As medidas que serão implementadas serão descritas no tópico seguinte.

E. MEDIDAS DE PROTEÇÕES ADICIONAIS A SEREM IMPLEMENTADAS

Neste tópico serão propostas, medidas de proteções adicionais visando minimizar os riscos encontrados na estrutura.

Medidas de proteções a serem adicionadas para a Edificação

3. RISCO R1

O risco R1 presente na estrutura é maior no que diz respeito aos danos físicos causados pela descarga atmosférica que atinge a estrutura ou as linhas conectadas.

Considerando a necessidade de reduzir tais componentes de risco, será necessária a adoção das seguintes medidas:

- Instalação na estrutura de um Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica – SPDA classe III, que implicará na redução da probabilidade PB, em conformidade com a ABNT 5419-2, para o valor de 0,1 (ABNT NBR 5419-2 Tabela B.2);
- Executar uma ligação equipotencial para descargas atmosféricas na entrada das linhas da estrutura, com a instalação de DPS projetados para NP III, em conformidade com a ABNT NBR 5419-2, que implicará na redução da probabilidade PEB para o valor de 0,05 (NBR 5419-2 Tabela B.7);
- Utilização de DPS interno e externo (coordenados) a edificação do tipo classe IV para NP III, que implicará na redução da probabilidade PSPD para o valor de 0,05 (NBR 5419-2 Tabela B.3);

Com a adoção de tais medidas, o Risco R1 presente na estrutura será reduzido para 0,212 E-5, que representa um valor inferior ao Risco Tolerável para R1 ($RT = 1 \times 10^{-5}$), conforme disposto na tabela 16.

Risco R1 para estruturas não protegidas (Risco Tolerável $RT = 1 \times 10^{-5}$)						
Tipos de danos	Equação	Zona Z1 (área externa)		Zona Z2 (área interna)		Somatório
		Energia	Sinal	Energia	Sinal	
D1	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$	-		6,11E-09		6,11E-09
Ferimentos devido a choque	$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$ (sinal + energia)	não se aplica	não se aplica	2,32E-09	0,00E+00	2,32E-09
	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	não se aplica		1,53E-06		1,53E-06

D2 Danos Físicos	$R_v = (N_L + N_{DJ}) \times P_v \times L_v$ (sinal + energia)	não se aplica	não se aplica	5,80E-07	0,00E+00	5,80E-07
TOTAL		-		0,212 E-5		0,212 E-5
Risco Tolerável		-		RT = 1,00E-05		R1 < RT
Com a adoção de DPS para NP III, Classe III, e o PDA nível III, foram minimizados os riscos da edificação R1 para abaixo do risco tolerável.						

Tabela 16 – Risco R1 para estrutura protegida.

4. RISCO R2

O risco R2 presente na estrutura é maior no que diz respeito aos danos físicos causados pela descarga atmosférica que atinge a estrutura ou as linhas conectadas.

Considerando a necessidade de reduzir tais componentes de risco, será necessária a adoção das seguintes medidas:

- Instalação na estrutura de um Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica – SPDA classe III, que implicará na redução da probabilidade P_B , em conformidade com a ABNT 5419-2, para o valor de 0,1 (ABNT NBR 5419-2 Tabela B.2);
- Executar uma ligação equipotencial para descargas atmosféricas na entrada das linhas da estrutura, com a instalação de DPS projetados para NP III, em conformidade com a ABNT NBR 5419-2, que implicará na redução da probabilidade P_{EB} para o valor de 0,05 (NBR 5419-2 Tabela B.7);
- Utilização de DPS interno e externo (coordenados) a edificação do tipo classe IV para NP III, que implicará na redução da probabilidade P_{SPD} para o valor de 0,05 (NBR 5419-2 Tabela B.3);

Com a adoção de tais medidas, o Risco R2 presente na estrutura será reduzido para 0,365 E-3, que representa um valor inferior ao Risco Tolerável para R2 ($RT = 1 \times 10^{-3}$), conforme disposto na tabela 17.

Risco R2 para estruturas não protegidas (Risco Tolerável $RT = 1 \times 10^{-3}$)						
Tipos de danos	Equação	Zona Z1 (área externa)		Zona Z2 (área interna)		Somatório
		Energia	Sinal	Energia	Sinal	
D2 Danos Físicos	$R_{B2} = N_D \times P_B \times L_B$	-		3,06E-07		3,06E-07
	$R_{V2} = (N_L + N_{DJ}) \times P_v \times L_v$ (sinal + energia)	-	-	1,16E-07	0,00E+00	1,16E-07
	$R_{M2} = N_M \times P_M \times L_M$	-		2,93E-04		2,93E-04

D3 falhas de sistemas internos	$R_{W2} = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_w(\text{sinal} + \text{energia})$	-	-	2,32E-06	0,00E+00	2,32E-06
	$R_{Z2} = (N_L + N_{DJ}) \times P_Z \times L_z(\text{sinal} + \text{energia})$	-	-	6,96E-05	0,00E+00	6,96E-05
TOTAL		-		0,365 E-3		0,365 E-3
Risco Tolerável		-		RT =	1,00E-03	R2 > RT
Com a adoção de DPS para NP III, Classe III, e o PDA nível III, foram minimizados os riscos da edificação R2 para abaixo do risco tolerável.						

Tabela 17 – Risco R2 para estrutura protegida.

Descrição do Sistema de Proteção da edificação

O SPDA Classe III a ser instalado na estrutura do **Centro de Comando e Controle** será desenvolvido utilizando o método das malhas e esfera rolante, conforme disposto na ABNT NBR 5419-3 no tópico 5.2.2 alínea “c”, com máximo afastamento dos condutores da malha de 15 metros, executada em chapa de alumínio de 70mm² - 7/8”x1/8”. Conforme nota 03 do anexo A.3 da NBR 5419-3, nas distâncias do condutor não maior que a largura da malha exigida 15x15m(Com acréscimo máximo de 20%, 18x18m).

Será feita 8 descidas nos pilares metálicos, responsáveis pela interligação da malha de captação ao aterramento. Os pilares serão interligados ao subsistema de captação, o qual será executado com condutor em chapa de alumínio com seção equivalente a 70 mm² (7/8” x 1/8”). Para o sistema de aterramento, será realizada a conexão por meio de cabo de cobre nu com seção de 50 mm², interligado até a caixa de inspeção no solo, conforme indicado no projeto da malha de aterramento.

Em cada descida será instalada uma caixa de inspeção tipo solo Ø300mm em PVC.

A malha de aterramento deverá ser construída a uma distância de no mínimo de 1m da fundação da estrutura, com a instalação, por descida, de no mínimo três hastes de aço cobreada tipo copperweld com camada de cobre de 254 micrometros 5/8” de diâmetro e 2400 mm de comprimento. O condutor responsável pela interligação da descida até a malha de aterramento será em cordoalha de cobre nu com seção transversal de 50mm².

As hastes de aterramento deverão ser interligadas com a utilização de cordoalha de cobre nu com seção transversal de #50mm². A interligação dos aterramentos de cada descida deverá ser executada com cordoalha de cobre nu com seção transversal de #50mm², formando um anel fechado entre todas as descidas. A cada 10m lineares do anel de interligação, deverá ser acrescida, se necessária, uma nova haste de aço cobreada tipo Copperweld com camada de cobre de 254 micrometros, 5/8” de diâmetro e 2400 mm de comprimento, desde que essa inserção respeite a distância mínima de 3 metros entre qualquer outra haste instalada.



A conexão entre as hastes de aterramento e a cordoalha de cobre nu deverá ser executada com solda tipo exotérmica quando as hastes que estiverem instaladas fora de caixa de inspeção e com conector tipo cabo-haste quando as hastes estiverem localizadas dentro de caixas de inspeção.

Todas as estruturas metálicas acima da cobertura (tubulações, antenas, calhas, caixas e outros) deverão ser conectadas na malha de captação, utilizando chapa de alumínio de 70mm^2 - $7/8" \times 1/8"$. A malha de aterramento do SPDA deverá ser conectada ao BEP – Barramento de Equipotencialização Principal, do aterramento das instalações elétricas, mediante a utilização de cordoalha de cobre nu com seção transversal de $\#50\text{mm}^2$.

Nas linhas de energia que adentram a edificação deverão ser instalados Dispositivos de proteção contra sobretensões transitórias (DPS), com as seguintes características: ZnO, classe 1, tensão nominal de 275V para sistema 380/220V, frequência 60Hz, corrente de impulso $\geq 12,5\text{kA}$ (10/350 μs), corrente de descarga nominal $\geq 25\text{kA}$ (8/20 μs) e corrente de descarga máxima $\geq 40\text{kA}$ (8/20 μs), demais características conforme ABNT NBR IEC 61643-1.

F. CONCLUSÃO

Conforme descrito neste documento, a instalação de medidas de proteção contra descargas atmosféricas é obrigatória na estrutura do **Centro de Comando e Controle**.

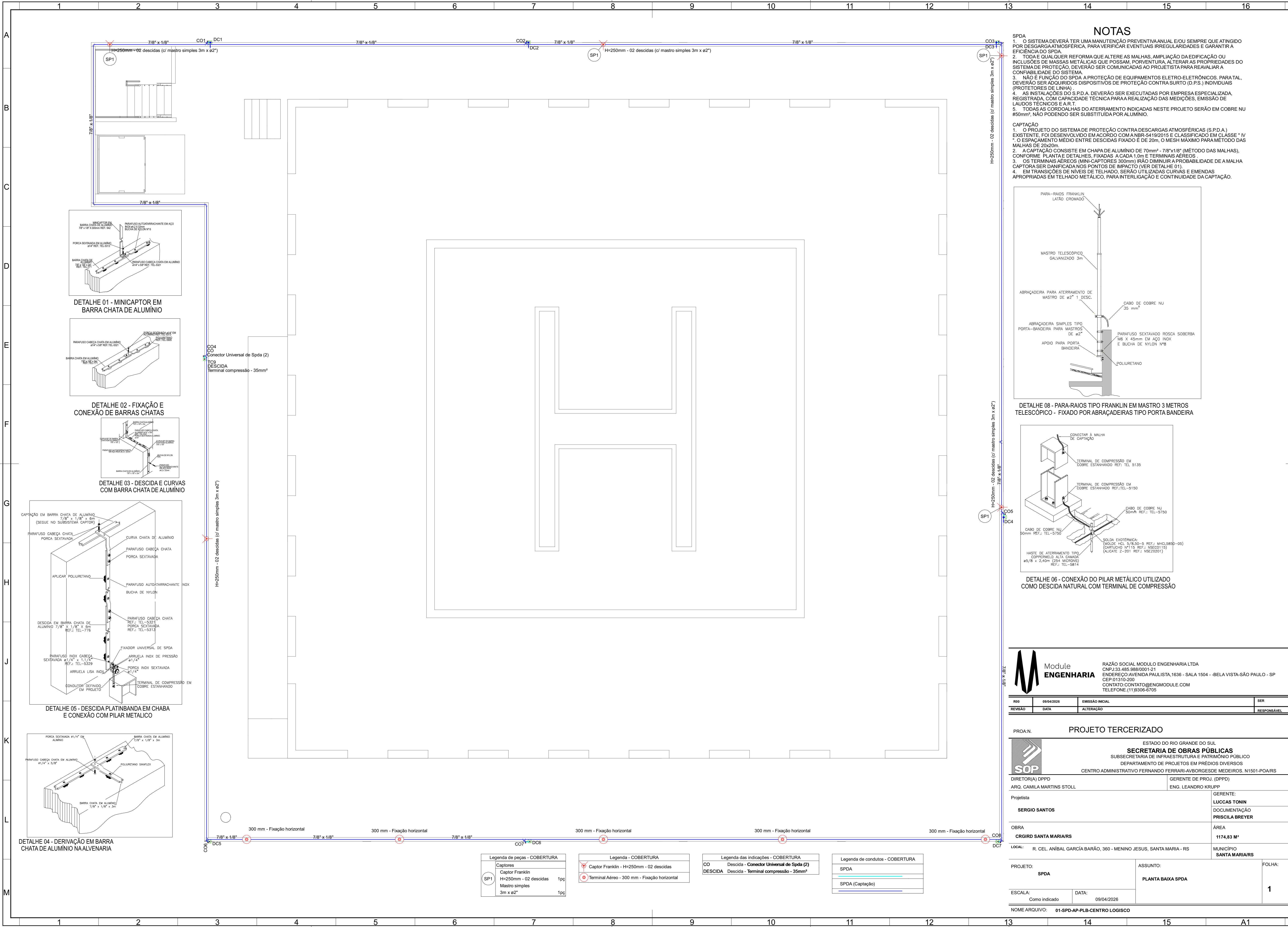
Informo também que deverá ser realizada a equipotencialização entre o aterramento dos diversos sistemas de SPDA e os demais aterramentos elétricos das edificações, mediante conexão física entre os mesmos através de cordoalha de cobre nu com seção transversal de #50mm². Deverá ser conectado o SPDA ao B.E.P. (Barramento de Equipotencialização Principal) através de um condutor de cobre nu com seção transversal de 50mm² que interligará a barra de cobre do B.E.P. ao anel de equipotencialização do S.P.D.A.

Ressaltamos que as prescrições deste Estudo não garantem plenamente a proteção de pessoas e equipamentos elétricos ou eletrônicos situados no interior das zonas protegidas contra os efeitos indiretos causados pelos raios, tais como: parada cardíaca, centelhamento, interferências em equipamentos ou queima de seus componentes causados por transferências de potencial devidas à indução eletromagnética, tais medidas tem a função de minimizar a ocorrência de tais riscos, reduzindo sua probabilidade a valores abaixo dos riscos toleráveis, conforme norma ABNT NBR 5419:2015.

Atenciosamente,

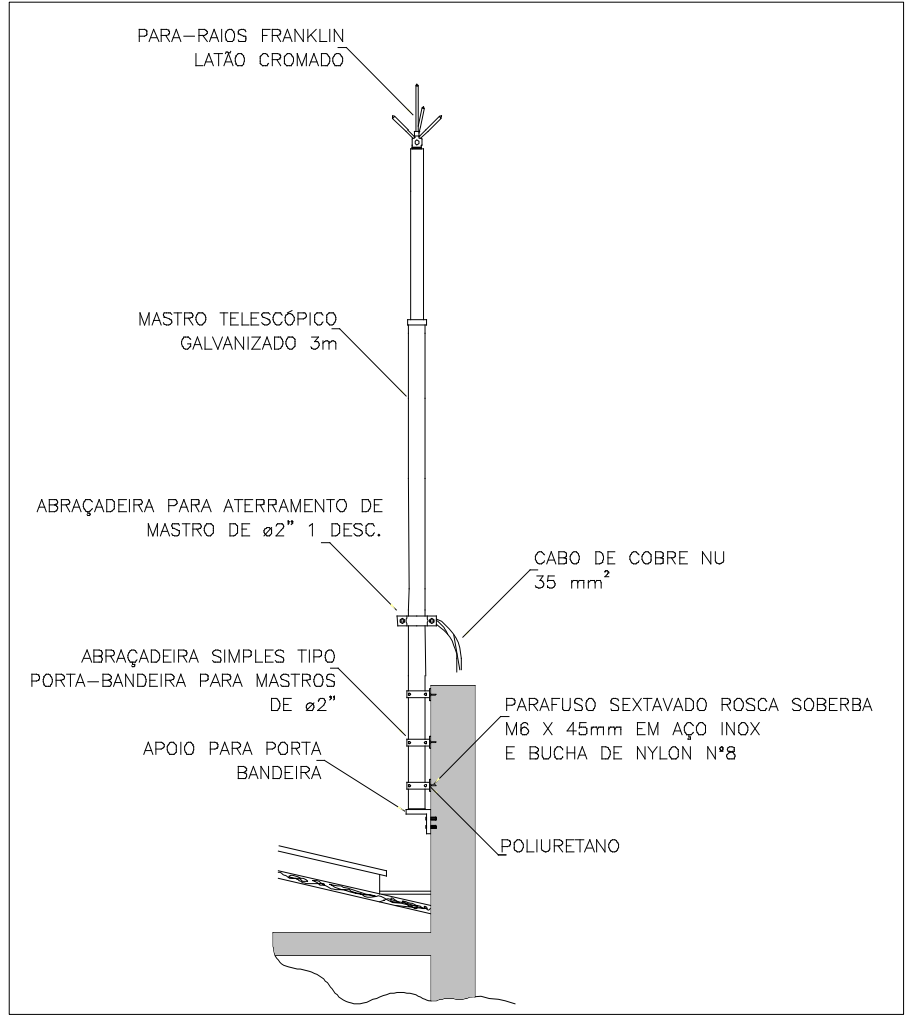
São Paulo, 09 de abril de 2026.

SERGIO DANIEL SOUSA SANTOS – ENGENHEIRO ELETRICISTA
CREA RS: Nº PI41026 – ART Nº 14152784

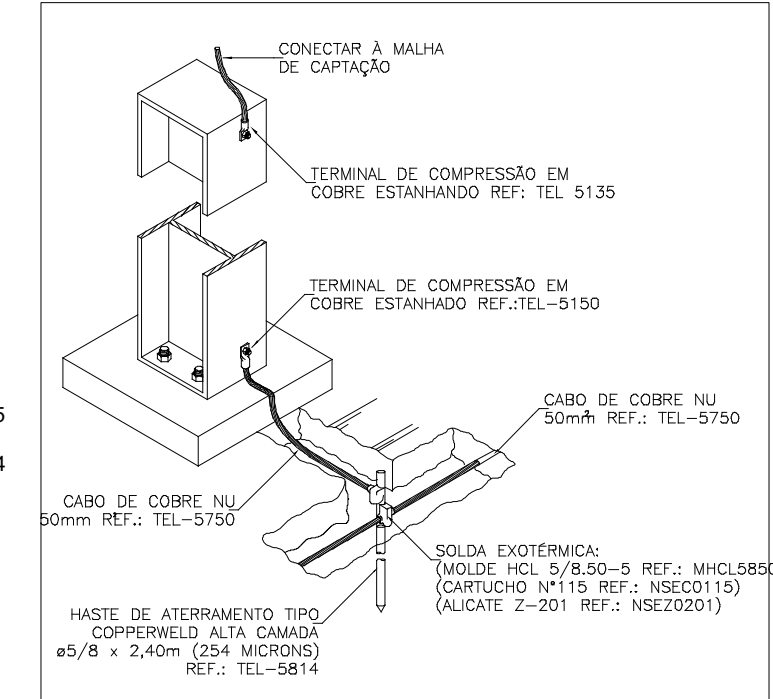


NOTAS

- SPDA
- O SISTEMA DEVERÁ TER UMA MANUTENÇÃO PREVENTIVA ANUAL E/OU SEMPRE QUE ATINGIDO POR DESCARGA ATMOSFÉRICA, PARA VERIFICAR EVENTUAIS IRREGULARIDADES E GARANTIR A EFICIÊNCIA DO SPDA.
 - TODA E QUALQUER REFORMA QUE ALTERE AS MALHAS, AMPLIAÇÃO DA EDIFICAÇÃO OU INCLUSÕES DE MASSAS METÁLICAS QUE POSSAM, PORVENTURA, ALTERAR AS PROPRIEDADES DO SISTEMA DE PROTEÇÃO, DEVERÃO SER COMUNICADAS AO PROJETISTA PARA REAVALIAR A CONFIABILIDADE DO SISTEMA.
 - NÃO É FUNÇÃO DO SPDA A PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETRO-ELETRÔNICOS. PARATAL, DEVERÃO SER ADQUIRIDOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTO (D.P.S.) INDIVIDUAIS (PROTETORES DE LINHA).
 - AS INSTALAÇÕES DO S.P.D.A. DEVERÃO SER EXECUTADAS POR EMPRESA ESPECIALIZADA, REGISTRADA, COM CAPACIDADE TÉCNICA PARA REALIZAÇÃO DAS MEDIÇÕES, EMISSÃO DE LAUDOS TÉCNICOS E A.R.T.
 - TODAS AS CORDOALHAS DO ATERRAMENTO INDICADAS NESTE PROJETO SERÃO EM COBRE NU #50mm², NÃO PODENDO SER SUBSTITUÍDA POR ALUMÍNIO.
- CAPTAÇÃO
- O PROJETO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (S.P.D.A.) EXISTENTE, FOI DESENVOLVIDO EM ACORDO COM A NBR-5419/2015 E CLASSIFICADO EM CLASSE "IV". O ESPAÇAMENTO MÉDIO ENTRE DESCIDAS FIXADO É DE 20m. O MESH MÁXIMO PARA MÉTODO DAS MALHAS DE 20x20m.
 - A CAPTAÇÃO CONSISTE EM CHAPA DE ALUMÍNIO DE 70mm² - 7/8"x1/8" (MÉTODO DAS MALHAS), CONFORME PLANTA E DETALHES, FIXADAS A CADA 1,0m E TERMINAIS AÉREOS.
 - OS TERMINAIS AÉREOS (MINI-CAPTADORES 300mm) IRÃO DIMINUIR A PROBABILIDADE DE A MALHA CAPTORA SER DANIFICADA NOS PONTOS DE IMPACTO (VER DETALHE 01).
 - EM TRANSIÇÕES DE NÍVEIS DE TELHADO, SERÃO UTILIZADAS CURVAS E EMENDAS APROPRIADAS EM TELHADO METÁLICO, PARA INTERLIGAÇÃO E CONTINUIDADE DA CAPTAÇÃO.



DETALHE 08 - PARA-RAIOS TIPO FRANKLIN EM MASTRO 3 METROS TELESCÓPICO - FIXADO POR ABRAÇADEIRAS TIPO PORTA BANDEIRA



DETALHE 06 - CONEXÃO DO PILAR METÁLICO UTILIZADO COMO DESCIDA NATURAL COM TERMINAL DE COMPRESSÃO

RAZÃO SOCIAL: MODULE ENGENHARIA LTDA
CNPJ: 33.485.988/0001-21
ENDEREÇO: AVENIDA PAULISTA, 1636 - SALA 1504 - BELA VISTA - SÃO PAULO - SP
CEP: 01310-200
CONTATO: CONTATO@ENMODULE.COM
TELEFONE: (11) 9306-8705

REVISO	09/04/2025	EMISSION INICIAL	SER
REVISAO	DATA	ALTERACAO	RESPONSAVEL

PROJETO TERCERIZADO

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E PATRIMÔNIO PÚBLICO
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
CENTRO ADMINISTRATIVO FERNANDO FERRARI-AVBORGES DE MEDEIROS, N1501-POA/RS

DIRETOR(A) DPPD	GERENTE DE PROJ. (DPPD)
ARQ. CAMILA MARTINS STOLL	ENG. LEANDRO KRUPP

Projetista	GERENTE:
SERGIO SANTOS	LUCCAS TONIN
	DOCUMENTAÇÃO
	PRISCILA BREYER

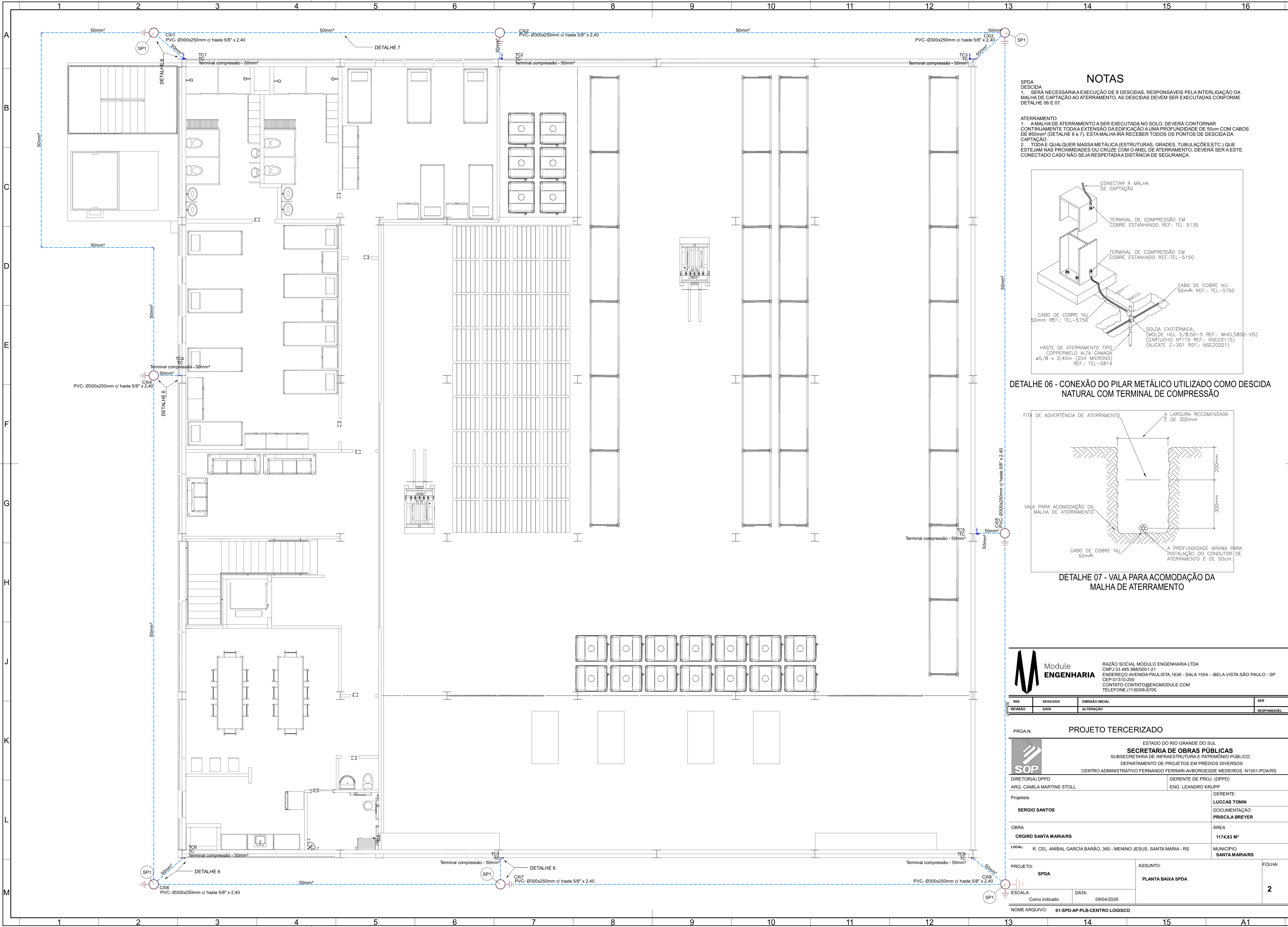
OBRA	ÁREA
CRGIRD SANTA MARIA/RS	1174,83 M²

LOCAL:	MUNICÍPIO
R. CEL. ANÍBAL GARCIA BARÃO, 360 - MENINO JESUS, SANTA MARIA - RS	SANTA MARIA/RS

PROJETO:	ASSUNTO:	FOLHA:
SPDA	PLANTA BAIXA SPDA	1

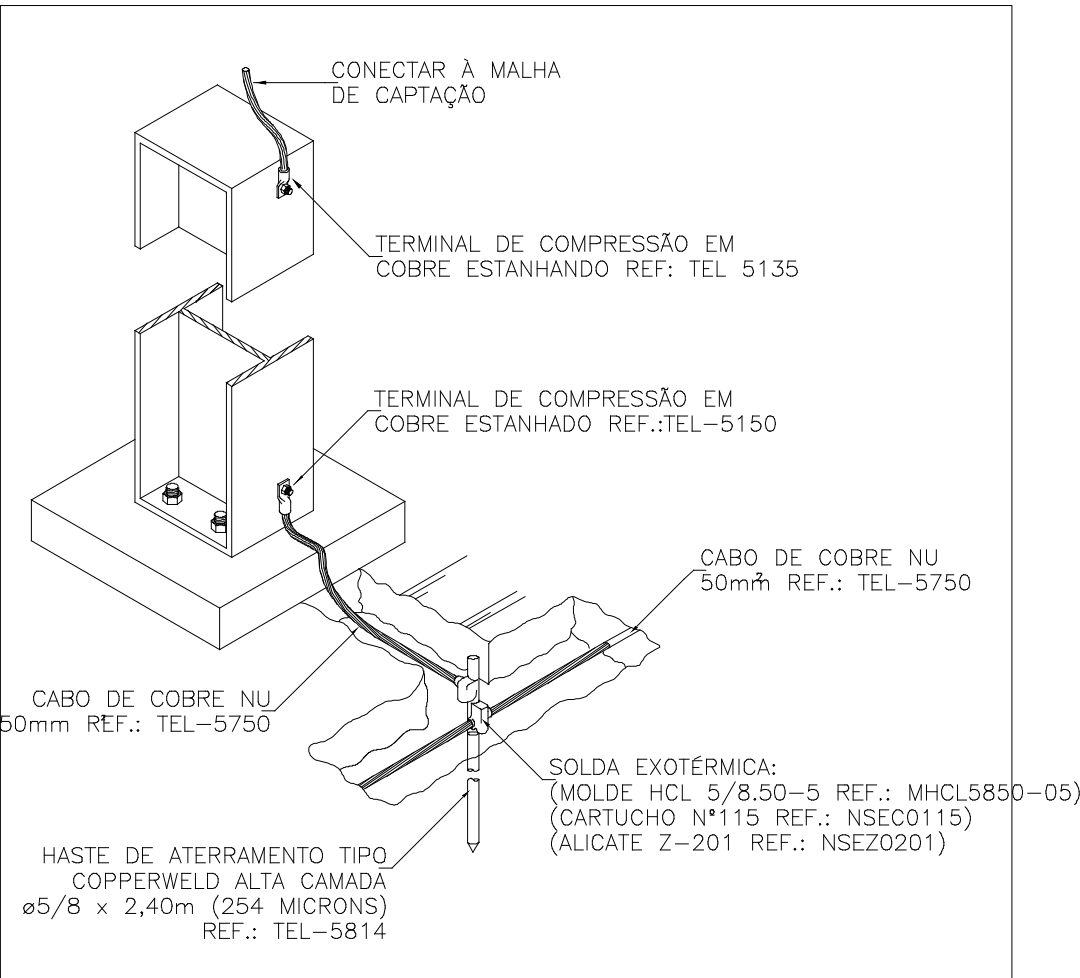
ESCALA: Como indicado DATA: 09/04/2026

NOME ARQUIVO: 01-SPD-AP-PLB-CENTRO LOGISTICO

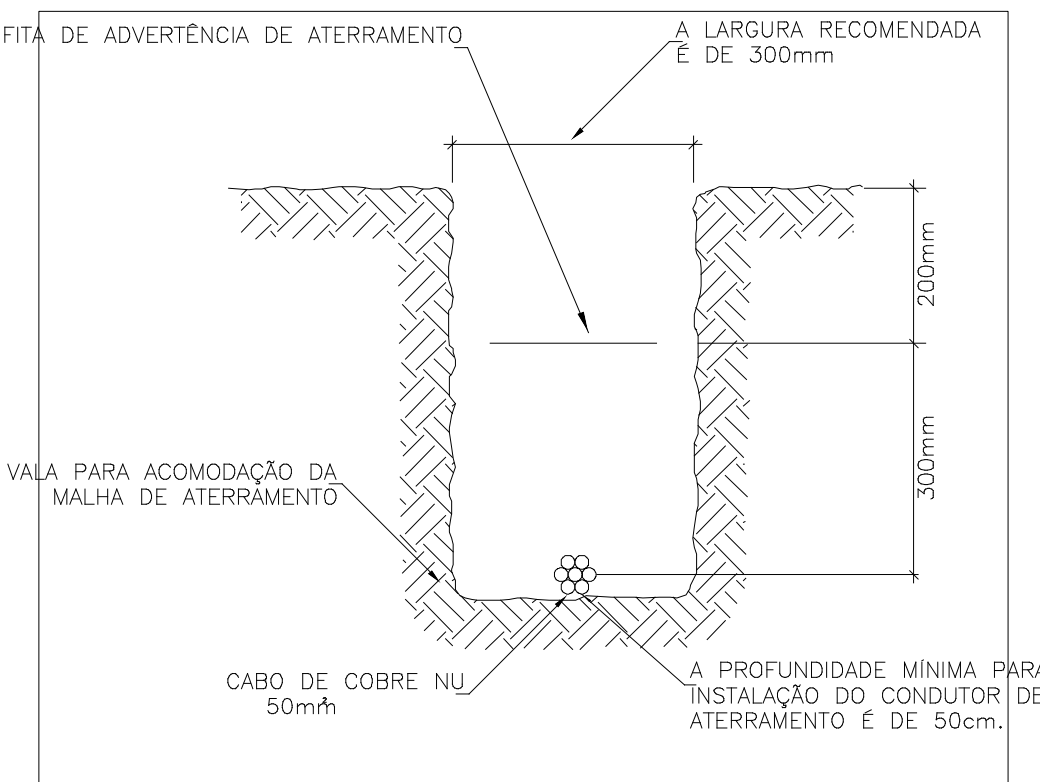


NOTAS

- SPDA
DESCIDA
1. SERÁ NECESSÁRIA A EXECUÇÃO DE 8 DESCIDAS, RESPONSÁVEIS PELA INTERLIGAÇÃO DA MALHA DE CAPTAÇÃO AO ATERRAMENTO, AS DESCIDAS DEVERÃO SER EXECUTADAS CONFORME DETALHE 06 E 07.
- ATERRAMENTO
1. AMALHA DE ATERRAMENTO A SER EXECUTADA NO SOLO, DEVERÁ CONTOURNAR CONTINUAMENTE TODA EXTENSÃO DA EDIFICAÇÃO A UMA PROFUNDIDADE DE 50cm COM CABOS DE 50mm² (DETALHE 6 e 7). ESTA MALHA IRÁ RECEBER TODOS OS PONTOS DE DESCIDA DA CAPTAÇÃO.
2. TODA E QUALQUER MASSA METÁLICA (ESTRUTURAS, GRADES, TUBULAÇÕES, ETC.) QUE ESTEJAM NAS PROXIMIDADES OU CRUZE COM O ANEL DE ATERRAMENTO, DEVERÁ SER A ESTE CONECTADO CASO NÃO SEJA RESPEITADA A DISTÂNCIA DE SEGURANÇA.



DETALHE 06 - CONEXÃO DO PILAR METÁLICO UTILIZADO COMO DESCIDA NATURAL COM TERMINAL DE COMPRESSÃO



DETALHE 07 - VALA PARA ACOMODAÇÃO DA MALHA DE ATERRAMENTO

Module
ENGENHARIA

RAZÃO SOCIAL: MÓDULO ENGENHARIA LTDA
CNPJ: 33.485.988/0001-21
ENDEREÇO: AVENIDA PAULISTA, 1636 - SALA 1504 - BELA VISTA - SÃO PAULO - SP
CEP: 01310-200
CONTATO: CONTATO@ENGMODULE.COM
TELEFONE: (11) 9306-8705

09/04/2025	EMISSÃO INICIAL	SER
REVISÃO	DATA	ALTERAÇÃO
		RESPONSÁVEL

PROJETO TERCERIZADO

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E PATRIMÔNIO PÚBLICO
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
CENTRO ADMINISTRATIVO FERNANDO FERRARI-AVBORGES DE MEDEIROS, N1501-POA/RS

DIRETOR(A) DPPD ARQ. CAMILA MARTINS STOLL	GERENTE DE PROJ. (DPPD) ENG. LEANDRO KRUPP
Projetista SERGIO SANTOS	GERENTE: LUCCAS TONIN DOCUMENTAÇÃO PRISCILA BREYER
OBRA CRGIRD SANTA MARIA/RS	ÁREA 1174,83 M²
LOCAL: R. CEL. ANIBAL GARCIA BARÃO, 360 - MENINO JESUS, SANTA MARIA - RS	MUNICÍPIO SANTA MARIA/RS

PROJETO: SPDA	ASSUNTO: PLANTA BAIXA SPDA	FOLHA: 2
ESCALA: Como indicado	DATA: 09/04/2026	
NOME ARQUIVO: 01-SPD-AP-PLB-CENTRO LOGISTICO		

Module
ENGENHARIA

CENTRO LOGÍSTICO

GERENCIAMENTO DE RISCO SPDA

CONTRATO N° 318/2025
CONTRATO FPE n° 2025/022922



www.engmodule.com



11 99306-6705



Avenida Paulista, 1636 – Sala 1504 – Bela Vista, São Paulo/SP – 01310-200



contato@engmodule.com

CNPJ

33.482.988/0001-21

00	09/04/2026	EMIÇÃO INICIAL	S.L	E.C.C	E.C.C	E.C.C
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	EXEC.	VERIF.	APROV.	COORD.
REVISÕES						



Responsável Técnico

Sergio Daniel Sousa Santos

Engenheiro Eletricista

CREA-PI 1921157747

CREA RS Nº PI41026

ART Nº 14152784

Sumário

A. OBJETIVO	5
B. INFORMAÇÕES DAS ESTRUTURAS	6
C. NECESSIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - SPDA	7
D. CALCULO DE RISCOS	8
1. RISCO R1.....	8
2. RISCO R2.....	16
E. MEDIDAS DE PROTEÇÕES ADICIONAIS A SEREM IMPLEMENTADAS.....	19
3. RISCO R1.....	19
4. RISCO R2.....	20
F. CONCLUSÃO	23



A. OBJETIVO

Este documento técnico tem o objetivo de verificar os riscos inerentes a uma estrutura devido às descargas atmosféricas para a terra e compará-los a um limite superior tolerável, que irá subsidiar a escolha das medidas de proteção apropriadas a serem adotadas para reduzir o risco ao limite ou abaixo do limite tolerável, em conformidade com a norma ABNT NBR 5419:2015.

Informar-se necessário, a classe do SPDA, as medidas de proteção necessárias e os materiais que deverão ser empregados para compor tal proteção.



B. INFORMAÇÕES DAS ESTRUTURAS

Proprietário: **CENTRO REGIONAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RISCOS E DESASTRES DA DEFESA CIVIL(Centro Logístico).**

Estrutura: Comercial.

Seguindo a decisão tomada pelo proprietário que uma avaliação econômica não é requerida, o risco R4 para perda econômica (L4) não será considerado.

Será adotado como densidade de descargas atmosféricas a variável (N_g), que é o número de raios para a terra por quilômetros quadrados por ano. Como o site recomendado pela NBR 5419:2015-2 não está disponível, foi utilizado o mapa disponibilizado pela NBR 5419:2015-2 na figura F.5 obtendo $N_g \approx 11,55 \text{ km}^2/\text{ano}$ para a região, onde fica localizado **SANTA MARIA-RS**.



Module
ENGENHARIA

C. NECESSIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - SPDA

Para a determinação da necessidade de implantação do SPDA para as edificações e estruturas citadas no item 2, será utilizada a metodologia de gerenciamento de riscos definida na Norma Brasileira ABNT NBR 5419-2.



D. CALCULO DE RISCOS

1. RISCO R1

Composição das componentes de risco

Os componentes de risco a serem considerados para cada tipo de perda na estrutura são listados a seguir:

R_1 : Risco de perda de vida humana:

$$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1}^1 + R_{M1}^1 + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1}^1 + R_{Z1}^1 \quad (\text{Eq.01})$$

¹: Somente para estruturas com risco de explosão e para hospitais com equipamentos elétricos para salvar vidas ou outras estruturas quando a falha dos sistemas internos imediatamente possa por em perigo a vida humana.

A perda de vida humana (L1) é relevante para este tipo de estrutura, portanto o risco $R_T = 10^{-5}$ (de acordo com a Tabela 03) deve ser considerado. Seguindo a decisão tomada pelo proprietário que uma avaliação econômica não é requerida, o risco R_4 para a perda econômica L4 não é considerada. A estrutura possui uma entrada de linha de energia elétrica em baixa tensão, instalada de forma subterrânea.

A estrutura foi dividida em 01 zona, conforme listado:

- Zona Z1 – Área interna;

Na tabela 04 relaciona-se à quantidade de pessoas estimadas em função da arquitetura apresentada que ocupam cada zona e o tempo de permanência por ano.

Distribuição das pessoas nas zonas		
Zona	Número de pessoas	Tempo de presença
Zona Z2 (área interna)	119	8760
Total	119	-

Tabela 1 - Distribuição de pessoas e seu respectivo tempo de permanência estimado por zona.

Na tabela 05 são relacionados às características ambientais globais da estrutura.

Características ambientais e globais da estrutura

Parâmetros iniciais da estrutura	Observações	Símbolo	Valor	Referência
Cidade / Estado	-	-	SANTA MARIA-RS	-
Densidade de descargas atmosféricas para a terra (1/km ² /ano)	Densidade de descargas atmosféricas	N _G	11,55	Figura F.5 NBR 5419-2
Dimensões da estrutura (m)	Largura, Comprimento e Altura	L x W x H	30,22 x 30,3 x 9,65	Projeto Arquitetônico
Fator de Localização da Estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	C _D	1	<u>Tabela A.1 (NBR 5419-2)</u>
SPDA	Estrutura não protegida	P _B	1	<u>Tabela B.2 (NBR 5419-2)</u>
Ligação equipotencial	Sem DPS	P _{EB}	1	<u>Tabela B.7 (NBR 5419-2)</u>
Blindagem espacial externa	Nenhuma - valor máximo	Ks1	1	Equação (B.5)(NBR 5419-2)

Tabela 2 -Características ambientais e globais da estrutura

Na tabela 06 são relacionados às características da linha de energia que adentram a estrutura.

Linha de Energia				
Parâmetros iniciais da estrutura	Observações	Símbolo	Valor	Referência
Comprimento (m)	Rede B.T	L _L	1000	Entrada de energia
Fator de Instalação	Aéreo	C _i	1	<u>Tabela A.2 (NBR 5419-2)</u>

Fator do tipo de linha	Linha de energia	C_T	0,2	Tabela A.3 (NBR 5419-2)
Fator ambiental	Suburbano	C_E	0,5	Tabela A.4 (NBR 5419-2)
Blindagem da linha (Ω/km)	Linha enterrada não blindada	R_S	1	Tabela B.8 (NBR 5419-2)
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha enterrada não blindada	C_{LD}	1	Tabela B.4 (NBR 5419-2)
		C_{LI}	1	
Estrutura adjacente	Largura, Comprimento e Altura	$L_J \times W_J \times H_J$	-	Não aplicável
Fator de localização da estrutura adjacente	-	C_{DJ}	0	Tabela A.1 (NBR 5419-2)
Tensão suportável dos sistemas internos (kV)	-	U_W	2,5	-
Parâmetros resultantes		K_{S4}	0,4	Equação B.7(NBR 5419-2)
		P_{LD}	1	Tabela B.8 (NBR 5419-2)
		P_{LI}	0,3	Tabela B.9 (NBR 5419-2)

Tabela 06 – Características da linha de energia que adentra a estrutura.

Na tabela 07 são relacionados às características da linha de sinal que adentram a estrutura.

Linha de Sinal				
Parâmetros iniciais da estrutura	Observações	Símbolo	Valor	Referência

Comprimento (m)	Linha de Sinal	L_L	1000	Entrada de energia
Fator de Instalação	Aérea	C_i	1	Tabela A.2 (NBR 5419-2)
Fator do tipo de linha	Linha de sinal	C_T	1	Tabela A.3 (NBR 5419-2)
Fator ambiental	Suburbano	C_E	0,5	Tabela A.4 (NBR 5419-2)
Blindagem da linha (Ω/km)	Resistência da Blindagem	R_s	1	Tabela B.8 (NBR 5419-2)
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha enterrada blindada	C_{LD}	0	Tabela B.4 (NBR 5419-2)
		C_{LI}	0	
Estrutura adjacente	Largura, Comprimento e Altura	$L_J \times W_J \times H_J$	-	não aplicável
Fator de localização da estrutura adjacente	-	C_{DJ}	0	Tabela A.1 (NBR 5419-2)
Tensão suportável dos sistemas internos (kV)	-	U_w	1,5	-
Parâmetros resultantes		K_{S4}	0,67	Equação (B.7)(NBR 5419-2)
		P_{LD}	1	Tabela B.8 (NBR 5419-2)
		P_{LI}	0,5	Tabela B.9 (NBR 5419-2)

Tabela 07 – Características da linha de sinal que adentra a estrutura.

Na tabela 08 são relacionados às áreas de exposição equivalentes da estrutura e das linhas.

Áreas de exposição equivalentes da estrutura e das linhas.				
Estrutura	Referência da Equação	Símbolo	Unidade	Valor
Edificação	Equação (A.2)(NBR 5419-2)	A_D	m ²	7,05E+03
	Equação (A.7)(NBR 5419-2)	A_M	m ²	8,46E+05
Linha de energia	Equação (A.9)(NBR 5419-2)	$A_{L/P}$	m ²	4,00E+04
	Equação (A.11)(NBR 5419-2)	$A_{I/P}$	m ²	4,00E+06
	Equação (A.2)(NBR 5419-2)	$A_{DJ/P}$	não se aplica	0,00E+00
Linha de sinal	Equação (A.9)(NBR 5419-2)	$A_{L/T}$	m ²	4,00E+04
	Equação (A.11)(NBR 5419-2)	$A_{I/T}$	m ²	4,00E+06
	Equação (A.2)(NBR 5419-2)	$A_{DJ/T}$	não se aplica	0,00E+00

Tabela 08 – Área de exposição equivalentes da estrutura e das linhas.

Na tabela 09 é relacionado o número de eventos esperados para a estrutura e para as linhas.

Número de Eventos Esperados				
Estrutura	Referência da Equação	Símbolo	Unidade	Valor
Edificação	Equação (A.4)(NBR 5419-2)	N_D	-	8,15E-02
	Equação (A.6)(NBR 5419-2)	N_M	-	9,77E+00
Linha de energia	Equação (A.8)(NBR 5419-2)	$N_{L/P}$	-	4,62E-02
	Equação (A.10)(NBR 5419-2)	$N_{I/P}$	-	4,62E+00
	Equação (A.5)(NBR 5419-2)	$N_{DJ/P}$	não se aplica	0,00E+00
Linha de sinal	Equação (A.8)(NBR 5419-2)	$N_{L/T}$	-	2,31E-01
	Equação (A.10)(NBR 5419-2)	$N_{I/T}$	-	2,31E+01
	Equação (A.5)(NBR 5419-2)	$N_{DJ/T}$	não se aplica	0,00E+00

Tabela 09 – Número de eventos esperados para estrutura e linhas.

Na tabela 10 são relacionados os fatores de ponderação que incidem em cada zona:

Fatores de ponderação						
Parâmetros iniciais da estrutura		Observações	Símbolo	Zona Z1 (área externa)	Zona Z2 (área interna)	Referência
Tipo de Piso		Agricultura/ Concreto	r_t	-	1,00E-03	Tabela C.3 (NBR 5419-2)
Proteção contra choque (descarga atmosférica na estrutura)		Nenhuma medida	P_{TA}	-	1	Tabela B.1 (NBR 5419-2)
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)		Nenhuma medida	P_{TU}	-	1	Tabela B.6 (NBR 5419-2)
Risco de incêndio		Normal/ Normal	r_f	-	1,00E-01	Tabela C.5 (NBR 5419-2)
Proteção contra incêndio		Nenhuma	r_p	-	0,5	Tabela C.4 (NBR 5419-2)
Blindagem espacial interna		Nenhuma	K_{S2}	-	1	Equação (B.6)(NBR 5419-2)
Energia	Fiação interna	Cabo não blindado	K_{S3}	-	1	Tabela B.5 (NBR 5419-2)
	DPS coordenados	Sem DPS/ Sem DPS	P_{SPD}	-	1	Tabela B.3 (NBR 5419-2)
Telecom	Fiação interna	Cabo não blindado	K_{S3}	-	1	Tabela B.5 (NBR 5419-2)
	DPS coordenados	Nenhum	P_{SPD}	-	1	Tabela B.3 (NBR 5419-2)

L1: Perda de vida humana	Perigo Especial:	Baixo nível	hz	-	5	Tabela C.6 (NBR 5419-2)
	D1: devido à tensão de toque e passo	Outros/ Outros	L _T	-	1,00E-02	Tabela C.2 (NBR 5419-2)
	D2: devido a danos físicos	Outros/ Industrial	L _F	-	1,00E-01	
	D3: devido a falhas de sistemas internos	não aplicável	L ₀	-	0,00E+00	
Fator para pessoas em perigo		nz/nt x tz/8760	-	-	3,36E-02	Arquitetura

Tabela 10 – Fatores de ponderação incidentes em cada zona.

Na tabela 11 são relacionados os parâmetros relevantes para avaliação dos componentes de risco.

Parâmetros Relevantes para avaliação dos componentes de risco						
Símbolo	Equação	Referência	Zona 1		Zona 2	
			Energia	Sinal	Energia	Sinal
P _A	$P_A = P_{TA} \times P_B$	Equação (B.1) NBR 5419-2	-		1	
P _B	-	Tabela (B.2) NBR 5419-2	-		1,00E+00	
P _C	$P_C = P_{SPD} \times C_{LD}$	Equação (B.2) NBR 5419-2	-	-	1,00E+00	0,00E+00
P _M	$P_M = P_{SPD} \times P_{MS}$	Equação (B.3) NBR 5419-2	-		5,33E-01	

P_{MS}	$P_{MS} = (K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2$	Equação (B.4) NBR 5419-2	-	-	1,60E-01	4,44E-01
P_U	$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Equação (B.8) NBR 5419-2	-	-	1,00E+00	0,00E+00
P_V	$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Equação (B.9) NBR 5419-2	-	-	1,00E+00	0,00E+00
P_W	$P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Equação (B.10) NBR 5419-2	-	-	1,00E+00	0,00E+00
P_Z	$P_Z = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI}$	Equação (B.11) NBR 5419-2	-	-	3,00E-01	0,00E+00
$L_A = L_U$	$L_A = r_t \times L_T \times ((n_z/n_t) \times (t_z/8760))$	Equação (C.1) NBR 5419-2	-		3,36E-07	
$L_B = L_V$	$L_B = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times ((n_z/n_t) \times (t_z/8760))$	Equação (C.3) NBR 5419-2	-		8,40E-04	

Tabela 11 - Parâmetros relevantes para avaliação dos componentes de risco

Na tabela 12 é relacionado o risco R1 na estrutura sem contemplar nenhum tipo de proteção.

Risco R1 para estruturas não protegidas (Risco Tolerável RT = 1 x 10 ⁻⁵)						
Tipos de danos	Equação	Zona Z1 (área externa)		Zona Z2 (área interna)		Somatório
		Energia	Sinal	Energia	Sinal	
	RA = ND x PA x LA	-		2,74E-08		2,74E-08



D1 Ferimentos devido a choque	$R_U = (N_L + N_{DI}) \times P_U \times L_U$ (sinal + energia)	-	-	1,55E-08	0,00E+00	1,55E-08
D2 Danos Físicos	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	-		6,85E-05		6,85E-05
	$R_V = (N_L + N_{DI}) \times P_V \times L_V$ (sinal + energia)	-	-	3,88E-05	0,00E+00	3,88E-05
TOTAL		-		10,732 E-5		10,732 E-5
Risco Tolerável		-		RT = 1,00E-05		R1 > RT
Devido ao risco R1 ser maior que RT, a adoção de medidas de proteção contra descargas atmosféricas é necessária.						

Tabela 12 – Risco R1 para a edificação sem nenhuma medida de proteção.

Considerando que o Risco R1 ficou superior ao valor de referência para riscos toleráveis, deverá ser implementada proteções necessárias visando minimizar o risco R1 para um valor inferior ao valor do risco tolerável. As medidas que serão implementadas serão descritas no tópico seguinte.

2. RISCO R2

Composição das componentes de risco

R_2 : Risco de perdas de serviço ao público

$$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2} \quad (\text{Eq.01})$$

Para o risco R2 teremos as seguintes formas para cada componente:

$$R_{B2} = N_D \times P_B \times L_B \quad (\text{Formula 01})$$

$$R_{C2} = N_D \times P_C \times L_C \quad (\text{Formula 02})$$

$$R_{M2} = N_M \times P_M \times L_M \quad (\text{Formula 03})$$

$$R_{V/P} = (N_{L/P} + N_{DJ/P}) \times P_{V/P} \times L_V \quad (\text{Formula 04})$$

$$R_{V/T} = (N_{L/T} + N_{DJ/T}) \times P_{V/T} \times L_V \quad (\text{Formula 05})$$

$$R_{V2} = R_{V/P} + R_{V/T} \quad (\text{Formula 06})$$

$$R_{W/P} = (N_{L/P} + N_{DJ/P}) \times P_{W/P} \times L_W \quad (\text{Formula 07})$$

$$R_{W/T} = (N_{L/T} + N_{DJ/T}) \times P_{W/T} \times L_W \quad (\text{Formula 08})$$

$$R_W = R_{W/P} + R_{W/T} \quad (\text{Formula 09})$$

$$R_{Z/P} = N_{I/P} \times P_{Z/P} \times L_Z \quad (\text{Formula 10})$$

$$R_{Z/T} = N_{I/T} \times P_{Z/T} \times L_Z \quad (\text{Formula 11})$$

$$R_Z = R_{Z/P} + R_{Z/T} \quad (\text{Formula 12})$$

Na tabela 13 são relacionados os fatores de ponderação relacionados a perda de serviço ao público:

Fatores de ponderação						
Parâmetros iniciais da estrutura		Observações	Símbolo	Zona Z1 (área externa)	Zona Z2 (área interna)	Referência
L2: Perda em serviço ao público.	D2: devido a danos físicos	Serviços Essenciais	LF2	-	1,00E-01	Tab. C.8
	D3: devido a falhas de sistemas internos	Serviços Essenciais	LO2	-	1,00E-02	

Tabela 13 – Fatores de ponderação incidentes relacionados a perda de serviço ao público.

Na tabela 14 são relacionados os parâmetros relevantes para avaliação dos componentes de risco relacionada a perda de serviço ao público.

Parâmetros Relevantes para avaliação dos componentes de risco						
Símbolo	Equação	Referência	Zona 1		Zona 2	
			Energia	Sinal	Energia	Sinal
L _{B2} = L _V	L _{B2} = L _V = $r_p \times r_f \times L_F \times n_Z / n_t$	Equação (C.7) NBR 5419-2	-		1,68E-04	
L _C = L _M = L _W = L _Z	L _{C2} = L _M = L _W = $L_Z = L_{O2} \times n_Z / n_t$	Equação (C.8) NBR 5419-2	-		3,36E-04	

Tabela 14 - Parâmetros relevantes para avaliação dos componentes de risco

Na tabela 15 é relacionado o risco R2 na estrutura sem contemplar nenhum tipo de proteção.

Risco R2 para estruturas não protegidas (Risco Tolerável $RT = 1 \times 10^{-3}$)						
Tipos de danos	Equação	Zona Z1 (área externa)		Zona Z2 (área interna)		Somatório
		Energia	Sinal	Energia	Sinal	
D2 Danos Físicos	$R_{B2} = N_D \times P_B \times L_B$	-		1,37E-05		1,37E-05
	$R_{V2} = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V(\text{sinal} + \text{energia})$	-	-	7,76E-06	0,00E+00	7,76E-06
D3 falhas de sistemas internos	$R_{M2} = N_M \times P_M \times L_M$	-		1,75E-03		1,75E-03
	$R_{W2} = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W(\text{sinal} + \text{energia})$	-	-	1,55E-05	0,00E+00	1,55E-05
	$R_{Z2} = (N_L + N_{DJ}) \times P_Z \times L_Z(\text{sinal} + \text{energia})$	-	-	4,66E-04	0,00E+00	4,66E-04
TOTAL		-		2,254 E-3		2,254 E-3
Risco Tolerável		-		RT = 1,00E-03		R2 > RT
Devido ao risco R2 ser maior que RT, a adoção de medidas de proteção contra descargas atmosféricas é necessária.						

Tabela 15 – Risco R2 para a edificação sem nenhuma medida de proteção.

Considerando que o Risco R2 ficou superior ao valor de referência para riscos toleráveis, deverá ser implementada proteções necessárias visando minimizar o risco R2 para um valor inferior ao valor do risco tolerável. As medidas que serão implementadas serão descritas no tópico seguinte.

E. MEDIDAS DE PROTEÇÕES ADICIONAIS A SEREM IMPLEMENTADAS

Neste tópico serão propostas, medidas de proteções adicionais visando minimizar os riscos encontrados na estrutura.

Medidas de proteções a serem adicionadas para a Edificação

3. RISCO R1

O risco R1 presente na estrutura é maior no que diz respeito aos danos físicos causados pela descarga atmosférica que atinge a estrutura ou as linhas conectadas.

Considerando a necessidade de reduzir tais componentes de risco, será necessária a adoção das seguintes medidas:

- Instalação na estrutura de um Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica – SPDA classe III, que implicará na redução da probabilidade PB, em conformidade com a ABNT 5419-2, para o valor de 0,1 (ABNT NBR 5419-2 Tabela B.2);
- Executar uma ligação equipotencial para descargas atmosféricas na entrada das linhas da estrutura, com a instalação de DPS projetados para NP II, em conformidade com a ABNT NBR 5419-2, que implicará na redução da probabilidade PEB para o valor de 0,05 (NBR 5419-2 Tabela B.7);
- Utilização de DPS interno e externo (coordenados) a edificação do tipo classe IV para NP II, que implicará na redução da probabilidade PSPD para o valor de 0,05 (NBR 5419-2 Tabela B.3);

Com a adoção de tais medidas, o Risco R1 presente na estrutura será reduzido para SANTA MARIA-RS, que representa um valor inferior ao Risco Tolerável para R1 ($RT = 1 \times 10^{-5}$), conforme disposto na tabela 16.

Risco R1 para estruturas não protegidas (Risco Tolerável $RT = 1 \times 10^{-5}$)						
Tipos de danos	Equação	Zona Z1 (área externa)		Zona Z2 (área interna)		Somatório
		Energia	Sinal	Energia	Sinal	
D1	$RA = N_D \times P_A \times L_A$	-		2,74E-09		2,74E-09
Ferimentos devido a choque	$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$ (sinal + energia)	não se aplica	não se aplica	7,76E-10	0,00E+00	7,76E-10
D2 Danos Físicos	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	não se aplica		6,85E-06		6,85E-06
	$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$ (sinal + energia)	não se aplica	não se aplica	1,94E-06	0,00E+00	1,94E-06

TOTAL	-	0,879 E-5	0,879 E-5
Risco Tolerável	-	RT = 1,00E-05	R1 < RT
Com a adoção de DPS para NP III Classe II, e o PDA nível II, foram minimizados os riscos da edificação R1 para abaixo do risco tolerável.			

Tabela 16 – Risco R1 para estrutura protegida.

4. RISCO R2

O risco R2 presente na estrutura é maior no que diz respeito aos danos físicos causados pela descarga atmosférica que atinge a estrutura ou as linhas conectadas.

Considerando a necessidade de reduzir tais componentes de risco, será necessária a adoção das seguintes medidas:

- Instalação na estrutura de um Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica – SPDA classe III, que implicará na redução da probabilidade PB, em conformidade com a ABNT 5419-2, para o valor de 0,1 (ABNT NBR 5419-2 Tabela B.2);
- Executar uma ligação equipotencial para descargas atmosféricas na entrada das linhas da estrutura, com a instalação de DPS projetados para NP III, em conformidade com a ABNT NBR 5419-2, que implicará na redução da probabilidade PEB para o valor de 0,05 (NBR 5419-2 Tabela B.7);
- Utilização de DPS interno e externo (coordenados) a edificação do tipo classe IV para NP III, que implicará na redução da probabilidade PSPD para o valor de 0,05 (NBR 5419-2 Tabela B.3);

Com a adoção de tais medidas, o Risco R2 presente na estrutura será reduzido para 0,062 E-3, que representa um valor inferior ao Risco Tolerável para R2 ($RT = 1 \times 10^{-3}$), conforme disposto na tabela 17.

Risco R2 para estruturas não protegidas (Risco Tolerável $RT = 1 \times 10^{-3}$)						
Tipos de danos	Equação	Zona Z1 (área externa)		Zona Z2 (área interna)		Somatório
		Energia	Sinal	Energia	Sinal	
D2 Danos Físicos	$R_{B2} = N_D \times P_B \times L_B$	-		1,37E-06		1,37E-06
	$R_{V2} = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V(\text{sinal} + \text{energia})$	-	-	3,88E-07	0,00E+00	3,88E-07
D3 falhas de sistemas internos	$R_{M2} = N_M \times P_M \times L_M$	-		9,87E-05		9,87E-05
	$R_{W2} = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W(\text{sinal} + \text{energia})$	-	-	7,76E-07	0,00E+00	7,76E-07

	$R_{22} = (N_L + N_{DJ}) \times P_z \times L_z(\text{sinal} + \text{energia})$	-	-	2,33E-05	0,00E+00	2,33E-05
TOTAL		-		0,124 E-3		0,124 E-3
Risco Tolerável		-		RT = 1,00E-03		R2 > RT
Com a adoção de DPS para NP III, Classe III, e o PDA nível III, foram minimizados os riscos da edificação R2 para abaixo do risco tolerável.						

Tabela 17 – Risco R2 para estrutura protegida.

Descrição do Sistema de Proteção da edificação

O SPDA Classe III a ser instalado na estrutura do **Centro Logístico** será desenvolvido utilizando o método das malhas e esfera rolante, conforme disposto na ABNT NBR 5419-3 no tópico 5.2.2 alínea “c”, com máximo afastamento dos condutores da malha de 15 metros, executada em chapa de alumínio de 70mm² - 7/8”x1/8”. Conforme nota 03 do anexo A.3 da NBR 5419-3, nas distâncias do condutor não maior que a largura da malha exigida 15x15m (Com acréscimo máximo de 20%, 18x18m).

Será feita 8 descidas nos pilares metálicos, responsáveis pela interligação da malha de captação ao aterramento. Os pilares serão interligados ao subsistema de captação, o qual será executado com condutor em chapa de alumínio com seção equivalente a 70 mm² (7/8” x 1/8”). Para o sistema de aterramento, será realizada a conexão por meio de cabo de cobre nu com seção de 50 mm², interligado até a caixa de inspeção no solo, conforme indicado no projeto da malha de aterramento.

Em cada descida será instalada uma caixa de inspeção tipo solo Ø300mm em PVC. A malha de aterramento deverá ser construída a uma distância de no mínimo de 1m da fundação da estrutura, com a instalação, por descida, de no mínimo três hastes de aço cobreada tipo copperweld com camada de cobre de 254 micrometros 5/8” de diâmetro e 2400 mm de comprimento. O condutor responsável pela interligação da descida até a malha de aterramento será em cordoalha de cobre nu com seção transversal de 50mm².

As hastes de aterramento deverão ser interligadas com a utilização de cordoalha de cobre nu com seção transversal de #50mm². A interligação dos aterramentos de cada descida deverá ser executada com cordoalha de cobre nu com seção transversal de #50mm², formando um anel fechado entre todas as descidas. A cada 10m lineares do anel de interligação, deverá ser acrescida, se necessária, uma nova haste de aço cobreada tipo Copperweld com camada de cobre de 254 micrometros, 5/8” de diâmetro e 2400 mm de comprimento, desde que essa inserção respeite a distância mínima de 3 metros entre qualquer outra haste instalada.

A conexão entre as hastes de aterramento e a cordoalha de cobre nu deverá ser executada com solda tipo exotérmica quando as hastes que estiverem instaladas fora de caixa de inspeção e com conector tipo cabo-haste quando as hastes estiverem localizadas dentro de caixas de inspeção.

Todas as estruturas metálicas acima da cobertura (tubulações, antenas, calhas, caixas e outros) deverão ser conectadas na malha de captação, utilizando chapa de alumínio de 70mm² - 7/8"x1/8". A malha de aterramento do SPDA deverá ser conectada ao BEP – Barramento de Equipotencialização Principal, do aterramento das instalações elétricas, mediante a utilização de cordoalha de cobre nu com seção transversal de #50mm².

Nas linhas de energia que adentram a edificação deverão ser instalados Dispositivos de proteção contra sobretensões transitórias (DPS), com as seguintes características: ZnO, classe 1, tensão nominal de **275V** para sistema **380/220V**, frequência 60Hz, corrente de impulso $\geq 12,5\text{kA}$ (10/350 μs), corrente de descarga nominal $\geq 25\text{kA}$ (8/20 μs) e corrente de descarga máxima $\geq 40\text{kA}$ (8/20 μs), demais características conforme ABNT NBR IEC 61643-1.

F. CONCLUSÃO

Conforme descrito neste documento, a instalação de medidas de proteção contra descargas atmosféricas é obrigatória na estrutura do **Centro Logístico**.

Informo também que deverá ser realizada a equipotencialização entre o aterramento dos diversos sistemas de SPDA e os demais aterramentos elétricos das edificações, mediante conexão física entre os mesmos através de cordoalha de cobre nu com seção transversal de #50mm². Deverá ser conectado o SPDA ao B.E.P. (Barramento de Equipotencialização Principal) através de um condutor de cobre nu com seção transversal de 50mm² que interligará a barra de cobre do B.E.P. ao anel de equipotencialização do S.P.D.A.

Ressaltamos que as prescrições deste Estudo não garantem plenamente a proteção de pessoas e equipamentos elétricos ou eletrônicos situados no interior das zonas protegidas contra os efeitos indiretos causados pelos raios, tais como: parada cardíaca, centelhamento, interferências em equipamentos ou queima de seus componentes causados por transferências de potencial devidas à indução eletromagnética, tais medidas tem a função de minimizar a ocorrência de tais riscos, reduzindo sua probabilidade a valores abaixo dos riscos toleráveis, conforme norma ABNT NBR 5419:2015.

Atenciosamente,

São Paulo, 09 de Abriu de 2026.

SERGIO DANIEL SOUSA SANTOS – ENGENHEIRO ELETRICISTA
CREA RS: N° PI41026 – ART N° 14152784