LAUDO DE ISENÇÃO DO SPDA (NBR 5419)

CÁLCULO DE GERENCIAMENTO DE RISCO

SOLER

ENGENHARIA ELÉTRICA E SOLAR

REGULARIZAÇÃO DE EDIFICAÇÃO NOVA:

EDIFICAÇÃO NOVA COM OCUPAÇÃO NOVA.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARACAJÁ
CNPJ: 82.915.026/0001-24

LAUDO DE ISENÇÃO SPDA – (NBR 5419)

FINALIDADE: Cálculo de Gerenciamento de Risco
PROPRIETÁRIO: Prefeitura Municipal de Maracajá
CNPJ: 82.915.026/0001-24
ENDEREÇO DA OBRA: Rua Antônio Manoel Rocha, Bairro Espigão Grande, Maracajá-SC

CONTRATANTE:

_____
Prefeitura Municipal de Maracajá
CNPJ: 82.915.026/0001-24

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

_____
Giuseppe Milanez Marcello
Engenheiro Eletricista
CREA-SC 133604-8

Sombrio, 29 de outubro de 2021.

1. Normas Técnicas:

O laudo técnico foi elaborado dentro das seguintes normas técnicas:

- IN 010 – Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas;
- ABNT NBR 5419-1 – Princípios Gerais;
- ABNT NBR 5419-2 – Gerenciamento de Riscos;
- ABNT NBR 5419-3 – Danos Físicos a Estruturas e Perigos à Vida;
- ABNT NBR 5419-4 – Sistemas Elétricos e Eletrônicos Internos na Estrutura;

2. Embasamento Teórico:

De acordo com a ABNT NBR 5419-2, Gerenciamentos de riscos:
O número de descargas atmosféricas que influenciam a estrutura, depende das suas dimensões, características e linhas conectadas, assim como da densidade de descargas atmosféricas para a terra na região onde estão localizadas a estrutura e as linhas.

Assim, para o dimensionamento do gerenciamento de riscos, destinados a dispensa de um SPDA, poderá ocorrer de duas formas, podendo ser uma dispensa parcial, ou uma dispensa total da edificação. Tabela 4 da ABNT NBR 5419-2 é utilizada como referência para o cálculo:

Tabela 4 – Valores típicos de risco tolerável R_T		
Tipo de Perda		R_T (y^{-1})
L1	Perda de vida humana ou ferimentos permanentes	10^{-5}
L2	Perda de serviço ao público	10^{-3}
L3	Perda de patrimônio cultural	10^{-4}
L4	Perda de valor econômico	10^{-3}

Para a Dispensa Parcial, se os riscos R_A e R_B calculados pelo responsável técnico forem inferiores ao risco Tolerável R_T, não é requerido um SPDA completo para a edificação, necessitando executar apenas conforme ABNT NBR 5419-4.

Para Dispensa Total, se todos os riscos na norma R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W e R_Z, calculados e posteriormente somados forem inferiores ao R_T, não é requerido o uso de SPDA na edificação.

Então pode se concluir que com a análise do responsável técnico, todos os dados relevantes da estrutura serão analisados, desde zonas múltiplas na edificação até múltiplos cabos que ficam perto da linha que são conectadas na edificação, por isso é fundamental, que todos os dados da edificação sejam dela mesma, sem nenhum dado padrão, e com isso todos dados aqui contido, são verdadeiros e de suma importância.

3. Cálculo Técnico:

Dados da Estrutura:

Dados da Estrutura		
1	Tipo de Edificação	Edificação Mista
3	Área de exposição equivalente (AD)	9413,17m²
4	Altura máxima	12,90m
5	Área da obra	1525,17m²
6	Área do terreno	20336,58m²

Área de Exposição Equivalente [AD]:

Determinação da área de exposição equivalente AD. Para estruturas isoladas em solos planos, a área de exposição equivalente AD é a área definida pela intersecção entre a superfície do solo com uma linha reta de inclinação 1 para 3 a qual passa pelas partes mais altas da estrutura (tocando-a nestes pontos) e rotacionando ao redor dela. A determinação do valor de AD pode ser obtida graficamente ou matematicamente.

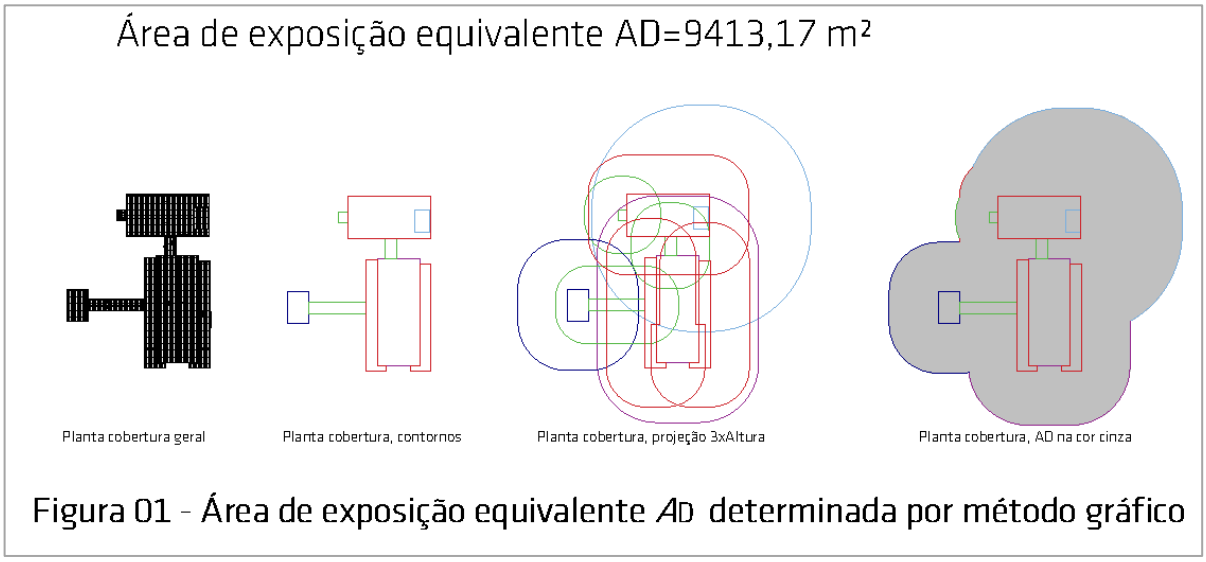

Figura 01 - Área de exposição equivalente *AD* determinada por método gráfico

Tabela 01 - Características da Estrutura e do Meio Ambiente				
Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Densidade de descargas atmosféricas para o local	Consultado em: http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng/	Ng	6,0	INPE

estudado (1/km²/ano)				
Dimensões da estrutura	Estudo com formato prismático complexo AD	AD'	9.414	Gráfico
	AD' (somente para construções com formatos complexos)			
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada: nenhum outro objeto nas vizinhanças	Cd	1	Tabela A.1
SPDA instalado	Estrutura não protegida por SPDA	Pb	1	Tabela B.2
Ligação Equipotencial	Sem DPS	Peb	1	Tabela B.7
Blindagem externa	Não se aplica	Wm1	1	-
		Wm2	1	
	Ks1=0,12*Wm1	Ks1	1	Eq B.5
	Ks2=0,12*Wm2	Ks2	1	Eq B.6

Tabela 02 - Linhas conectadas à estrutura				
Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Linha de energia	Se aplica	Pli	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão Ll=1000	Ll	1000	Metros
Fator de instalação	Enterrado	Cl	0,5	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia em AT (com transformador AT/BT)	Ct	0,2	Tabela A.3
Fator ambiental	Urbano	Ce	0,1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolação	Linha de energia com neutro multiaterrado, nenhuma conexão na entrada	Cldp	1	Tabela B.4
		Cli	0,2	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	41,2743339
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada: nenhum outro objeto nas vizinhanças	Cdj	1	Tabela A.1
	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8

Tensão suportável do sistema interno		Ks4	1	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Linha de sinal	Se aplica	Pli	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão Ll=1000	Ll	1000	Metros
Fator de instalação	Enterrado	Cl	0,5	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Urbano	Ce	0,1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolação	Linha de energia com neutro multiaterrado, nenhuma conexão na entrada	Cldd	1	Tabela B.4
		Cli	0,2	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	1	41,2743339
		Wj	1	
		Hj	1	
Fator de localização da estrutura	Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	Cdj	2	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno (kV)	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Tabela 03 - Características da Zona de Exposição				
Parâmetro	**Comentário**	**Id**	**Valor**	**Referência**
Tipo de piso	Mármore, cerâmica	rt	1,00E-03	Tabela C.3
Proteção contra choque (estrutura)	Nenhuma medida de proteção	Pta	1	Tabela B.1
Proteção contra choque (linha)	Nenhuma medida de proteção	Ptu	1	Tabela B.6
Risco de incêndio ou explosão	Incêndio, Baixo	rf	1,00E-03	Tabela C.5
Proteção contra incêndio	Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos	rp	0,5	Tabela C.4

		à prova de fogo, rotas de escape			
Energia	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3p	1	Tabela B.5
	DPS	Nenhum sistema de DPS coordenado	Pspdp	1	Tabela B.3
Dados	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	Ks3t	1	Tabela B.5
	DPS coordenado	Nenhum sistema de DPS coordenado	Pspdt	1	Tabela B.3
Tipo de perigo especial		Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1 000 pessoas)	hz	5	Tabela C.6

Tabela 04 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Vida Humana - L1				
Parâmetro		Id	Valor	Referência
Ferimentos	Todos os tipos	Lt	1,00E-02	Tabela C.2
Danos Físicos	Hospital, hotel, escola, edifício cívico	Lf1	1,00E-01	
Falhas de sistemas internos	Outros	Lo0	1,00E+00	
Número de pessoas na zona de perigo		nz	210	-
Número de pessoas na estrutura inteira		nt	210	
Horas por dia em que a estrutura se mantém ocupada		Thor	10	
Total de dias por ano em que a edificação se mante ocupada		Tdia	261	
Tempo, em horas por ano, em que as pessoas estão presentes em um local perigoso		tz	2610	
LU=LA=rt*Lt*nz/nt*tz/8760		LU=LA	2,98E-06	Eq. C.1
LB=LV=rp*rf*hz*Lf*nz/nt*tz/8760		LB=LV	7,45E-05	Eq C.3

LC1=LM=LW=LZ=Lo0*nz/nt*tz/8760	LC= LM= LW= LZ	2,98E-01	Eq C.4

Tabela 05 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Serviço ao Público - L2				
Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
D2 - Danos Físicos	Sem danos	Lf2	0	Tabela C.8
D3 - Falhas de sistemas interno	Sem danos	Lo2	0	
LB2=LV=rp*rf*LF*nz/nt		LB=LV	0	Eq. C.7
LC2=LM=LW=LZ=Lo2*nz/nt		LC= LM= LW= LZ=	0	Eq. C.8

Tabela 06 - Tipos de Perdas Inaceitáveis ao Patrimônio Cultural - L3				
Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Perda cultural	Não se aplica	LF3	0	Tabela C.10
Valores	Cz - Valor do patrimônio cultural	Cz	0	Milhões de reais
	Ct - valor total da edificação e conteúdo da estrutura	Ct	0	
Valores	LB3=LV=rp*rf*LF*Cz/Ct	LB=LV	0	Eq. C.9

Tabela 07 - Perda Econômica - L4				
Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Ferimento devido a choque	Não se aplica	Lt	0	Tabela C.12
Danos físicos	Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial	Lf	0,2	Tabela C.12
Falha de sistemas	Outros	Lo	0,0001	Tabela C.12
Valor dos animais na zona		ca	0	Milhões de reais
Valor da edificação relevante à zona		cb	0	Milhões de reais
Valor do conteúdo da zona		cc	0	Milhões de reais

Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades		cs	0	Milhões de reais
Valor total da estrutura		ct	0	Milhões de reais
Valores	LU=LA=rt*Lt*ca/ct	LU=LA	0	Eq. C.10
	LB=LV=rp*rf*hz*Lf*(ca+cb+cc+cs)/ct	LB=LV	0	Eq. C.12
	LC=LM=LW=LZ=Lo*cs/ct	LC=LM=LW=LZ	0	Eq. C.13

Tabela 08 - Área de Exposição Equivalente				
Parâmetro	Equação	Id	Valor	Referência
Estrutura	Ad=L*W+2*(3*H)*(L+W)+pi*(3*H)²	Ad	9,41E+03	Eq. A.2
	Am=2*500*(L+W)+pi*500²	Am	8,47E+05	Eq. A.7
Linha de energia	Alp=40*Ll	Alp	4,00E+04	Eq. A.9
	Aip=4000*Ll	Aip	4,00E+06	Eq. A.11
	Adjp=Ljp*Wjp+2*(3*Hjp)*(Ljp+Wjp)+pi*(3*Hjp)²	Adjp	4,13E+01	Eq. A.2
Linha de dados	Ald=40*Ll	Ald	4,00E+04	Eq. A.9
	Aid=4000*Ll	Aid	4,00E+06	Eq. A.11
	Adjd=Ljd*Wjd+2*(3*Hjd)*(Ljd+Wjd)+pi*(3*Hjd)²	Adjd	4,13E+01	Eq A.2

Tabela 09 - Número esperado Anual de Eventos perigosos				
Parâmetro	Equação	Id	Valor (1/ano)	Referência
Estrutura	Nd=Ng*Ad*Cd*10E-6	Nd	5,65E-02	Eq. A.4
	Nm=Ng*Am*10E-6	Nm	5,08E+00	Eq. A.6
Linha de energia	NLp=Ng*Alp*Cip*Cep*Ctp*10E-6	NLp	2,40E-03	Eq. A.8
	Nlp=Ng*Aip*Cip*Cep*Ctp*10E-6	Nlp	2,40E-01	Eq. A.10
	Ndjp=Ng*Adjp*Cdjp*Ctp*10E-6	Ndjp	4,95E-05	Eq. A.5
Linha de dados	NLd=Ng*Alt*Clt*Cet*Ctt*10E-6	NLd	1,20E-02	Eq. A.8
	Nld=Ng*Aid*Cid*Ced*Ctd*10E-6	Nld	1,20E+00	Eq. A.10
	Ndjd=Ng*Adjd*Cdjd*Ctd*10E-6	Ndjd	4,95E-04	Eq. A.5

Tabela 10 - Avaliação da Probabilidade Px de Danos					
Probabilidade da descarga causar:		Equação	Id	Valor	Referência
Ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico		Pa=Pta*Pb	Pa	1,00E+00	Eq. B.1
	Energia	Pcp=Pspdp*Cldp	Pcp	1,00E+00	Eq. B.2

Probabilidade da descarga na estrutura causar falha nos sistemas interno	Dados	Pcd=Pspdd*Cldd	Pcd	1,00E+00	Eq. B.2
	Composição	Pc=1-(1-Pcp)*(1-Pcd)	Pc	1,00E+00	Eq. 14
Probabilidade da descarga perto da estrutura causar danos internos	Energia	Pmp=Pspdp*Pmsp	Pmp	1,00E+00	Eq. B.3
	Dados	Pmd=Pspdd*Pmsd	Pmd	1,00E+00	Eq. B.3
Probabilidade da descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque	Energia	Pup=Ptu*Peb*Pldp*Cldp	Pup	1,00E+00	Eq. B.8
	Dados	Pud=Ptu*Peb*Pldd*Cldd	Pud	1,00E+00	Eq. B.8
Probabilidade da descarga na linha causar falhas de sistemas internos	Energia	Pwp=Pspdp*Pldp*Clp	Pwp	5,00E-01	Eq. B.10
	Dados	Pwd=Pspdd*Pldd*Cld	Pwd	5,00E-01	Eq. B.10
Probabilidade da descarga perto da linha causar falhas de sistemas internos	Energia	Pzp=Pspdp*Plip*Clip	Pzp	2,00E-01	Eq. B.11
	Dados	Pzd=Pspdd*Plid*Clid	Pzd	2,00E-01	Eq. B.11
Probabilidade da descarga em uma linha causar danos físicos	Energia	Pvp=Peb*Pldp*Cldp	Pvp	1,00E+00	Eq. B.9
	Dados	Pvd=Peb*Pldd*Cldd	Pvd	1,00E+00	Eq. B.9
Energia	Pmsp=(Ks1*Ks2*Ks3p*Ks4p)²		Pmsp	1,00E+00	Eq. B.4
Dados	Pmst=(Ks1*Ks2*Ks3d*Ks4d)²		Pmsd	1,00E+00	Eq. B.4
Pm=1-(1-Pmp)*(1-Pmd)			Pm	1,00E+00	Eq. 15

Tabela 11 - Análise das Componentes de Risco para R1				
Risco		Id	Valor	Referência
RA=Nd*Pa*LA		RA	1,68E-07	Eq. 6
RB=Nd*Pb*LB		RB	4,21E-06	Eq. 7
RC=Nd*Pc*LC		RC	0,00E+00	Eq. 8
RM=Nm*Pm*Lm		RM	0,00E+00	Eq. 9
Energia	RUp=(NLp+Ndjp)*Pup*LU	RUp	7,30E-09	Eq. 10
Dados	RUd=(NLd+Ndjd)*Pud*LU	RUd	3,72E-08	Eq. 10
RU=(NL+Ndj)*Pu*LU		RU	4,45E-08	Eq. 10
Energia	RVp=(NLp+Ndjp)*Pvp*LV	Rvp	1,82E-07	Eq. 11
Dados	RVd=(NLd+Ndjd)*Pvd*LV	Rvd	9,31E-07	Eq. 11
RV=(NL+Ndj)*Pv*LV		RV	1,11E-06	Eq. 11
Energia	RWp=(NLp+Ndjp)*Pwp*LW	RWp	3,65E-04	Eq. 12
Dados	RWd=(NLd+Ndjd)*Pwd*LW	RWd	3,65E-04	Eq. 12
RW=(NL+Ndj)*Pw*LW		RW	0,00E+00	Eq. 12
Energia	RZp=Nlp*Pzp*Lz	RZp	1,43E-02	Eq. 13
Dados	RZd=Nld*Pzd*Lz	RZd	7,15E-02	Eq. 13
RZ=Ni*Pz*LZ		RZ	0,00E+00	Eq. 13

Tabela 12 - Análise das Componentes de Risco para R4				
Risco		Id	Valor	Referência
RA=Nd*Pa*LA		RA	0	Eq. 6
RB=Nd*Pb*LB		RB	0	Eq. 7
RC=Nd*Pc*LC		RC	0	Eq. 8
RM=Nm*Pm*LM		RM	0	Eq. 9
Energia	Rup=(NLp+Ndjp)*Pup*LU	RUp	0	Eq. 10
Dados	Rud=(NLd+Ndjd)*Pud*LU	RUd	0	Eq. 10
Ru=(NL+Ndj)*Pu*LU		RU	0	Eq. 10
Energia	Rvp=(NLp+Ndjp)*Pvp*LV	Rvp	0	Eq. 11
Dados	Rvt=(NLt+Ndjt)*Pvt*LV	Rvt	0	Eq. 11
RV=(NL+Ndj)*Pv*LV		RV	0	Eq. 11
Energia	Rwp=(NLp+Ndjp)*Pwp*LW	RWp	0	Eq. 12
Dados	Rwt=(NLt+Ndjt)*Pwt*LW	RWd	0	Eq. 12
RW=(NL+Ndj)*Pw*Lw		RW	0	Eq. 12
Energia	Rzp=Nlp*Pzp*LZ	RZp	0	Eq. 13

Dados	Rzd=Nld*Pzd*LZ	RZd	0	Eq. 13
RZ=Ni*Pz*Lz		RZ	0	Eq. 13

Tabela 13 - Análise do Risco				
Equação	Id	Valor	Referência	Tolerável
R1=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ	R1	5,53E-06	Eq. 1	1,00E-05
R2=RB+RC+RM+RV+RW+RZ	R2	0,00E+00	Eq. 2	1,00E-03
R3=RB+RV	R3	0,00E+00	Eq. 3	1,00E-04
R4=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ	R4	0,00E+00	Eq. 4	1,00E-03

4. Análise dos Riscos:

Conforme a ABNT NBR 5419-2 – Gerenciamento de Riscos, o Risco é um tipo de probabilidade de perdas anuais médias, e para cada estrutura, há um tipo de perda, para a estrutura em questão o tipo de perda segue detalhado:

Resultados consolidados da análise de risco

R1-Risco de perda de vida humana
Risco R1 - calculado: **5,53E-06**, limite previsto na nbr5419: **1,00E-05**

R2-Risco de perda de serviço público
Risco R2 - calculado: **não se aplica**

R3-Risco de perda de patrimônio cultural
Risco R3 - calculado: **não se aplica**
R4-Risco de perda de valor econômico
Risco R4 - calculado: **não se aplica**

5. Conclusão do Laudo Técnico:

Conforme resultado do item **4.**, o risco **R1** da edificação é menor que o risco **RT** tolerável (conforme Tabela 4), seguindo o que está estabelecido no item **2.**, a dispensa do sistema de proteção contra descargas atmosféricas na edificação deste laudo técnico, é considerada uma **Dispensa Total**.

Assim declaro que os dados contidos neste laudo são verdadeiros e estão adquiridos conforme consta na edificação existente.