ANÁLISE DE RISCO SPDA

Análise de Risco de Descargas Atmosféricas	
Cliente	**Secretaria de Educação do Estado de Goiás - SEDUC**
Projeto	**CEPI Rui Barbosa - Rialma**
Endereço	**RUA BENEDITO LUIZ DIAS, Nº85, SETENTA, RIALMA- GO 76310-000**

As principais zonas de estudo podem ser definidas:
Z0 - Fora da estrutura
Z1 - Dentro da estrutura

Para a zona Z0, considera-se que nenhuma pessoa está fora da estrutura e, portanto, o risco R1 nesta zona é nulo.
Para a zona Z1, não haverá estudo do risco econômico R4. O risco R1 para esta zona é considerado tendo em vista a presença de pessoas e é demonstrado no decorrer deste estudo.

Tabela 1 - Características da Estrutura e do Meio Ambiente				
Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Densidade de descargas atmosféricas para o local estudado (1/km²/ano)	Consultado em: http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng/	Ng	11	INPE
Dimensões da estrutura	Estudo com formato prismático simples	L		0
		W		
		H		
	AD' (somente para construções com formatos complexos)	AD'	13538,7	
Fator de localização da	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	Cd	0,5	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	-	-
		Wm2	-	
	Ks1=0,12*Wm1	Ks1	1	Eq B.5
	Ks2=0,12*Wm2	Ks2	1	Eq B.6

Tabela 2 - Linhas conectadas à estutura				
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	Aéreo	Cl	1	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	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolação	Linha aérea não blindada, Indefinida	Cldp	1	Tabela B.4
		Cli	1	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	Cdj	0,5	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Linha de sinal	Se aplica	Pli	0,5	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão Ll=1000	Ll	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	Cl	1	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 oucom a blindagem não interligad	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolação	Linha aérea não blindada, Indefinida	Cldd	1	Tabela B.4
		Cli	1	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
Fator de localização da estutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	Cdj	0,5	Tabela A.1

Tensão suportável do sistema interno (kV)	1,5 kV	Uw	1,5	Tabela B.8
		Ks4	0,667	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Tabela 3 - Características da Zona de Exposição					
Parâmetro		Comentário	Id	Valor	Referência
Tipo de piso		Marmore, 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		Nenhuma providência	rp	1	Tabela C.4
Energia	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação noroteamento no	Ks3p	1	Tabela B.5
	DPS	Nenhum sistema de DPS coordenado	Pspdp	1	Tabela B.3
Dados	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação noroteamento no	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	hz	5	Tabela C.6

Tabela 4 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Vida Humana - L1				
Parâmetro		Id	Valor	Referência
Ferimentos	Todos os tipos	Lt	1,00E-02	Tabela C.2
Danos Físicos	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	613	-
Número de pessoas na estrutura inteira		nt	613	
Horas por dia em que a estrutura se mantém ocupada		Thor	16	
Total de dias por ano em que a edificação se mantem ocupada		Tdia	260	
Tempo, em horas por ano, em que as pessoas estão presentes em um local perigoso		tz	4160	
LU=LA=rt*Lt*nz/nt*tz/8760		LU=LA	4,75E-06	Eq. C.1
LB=LV=rp*rf*hz*Lf*nz/nt*tz/8760		LB=LV	2,37E-04	Eq C.3
LC1=LM=LW=LZ=Lo0*nz/nt*tz/8760		LC= LM= LW= LZ	4,75E-01	Eq C.4

Tabela 5 - Tipos de Perdas Inaceitáveis de Serviço ao Público - L2				
Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
D2 - Danos Físicos	-	Lf2	0	Tabela C.8
D3 - Falhas de sistemas interno	-	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 6 - Tipos de Perdas Inaceitáveis ao Patrimônio Cultural - L3				
Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Perda cultural	Não se aplica	LF3	0	Tabela C.10
Valores	Cz - Valor do patrimônio cultural	Cz	0	Milhões de reais
	Ct - valor total da edificação e conteúdo da estrutura	Ct	0	
	LB3=LV=rp*rf*LF*Cz/Ct	LB=LV	0	Eq. C.12

Tabela 6 - Perda Econômica - L4					
Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Ferimento devido a choque	Não se aplica	Lt	0	Tabela C.12
Danos físicos	Outros	Lf	0,1	Tabela C.12
Falha de sistemas	Outros	Lo	0,0001	Tabela C.12
Valor dos animais na zona		ca	0	-
Valor da edificação relevante à zona		cb	0	
Valor do conteúdo da zona		cc	0	
Valor dos sistemas internos inluindo suas atividades		cs	0	
Valor total da estrutura		ct	0	
	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

Valores	LC=LM=LW=LZ=Lo*cs/ct	LC= LM= LW= LZ	0	Eq. C.13

Tabela 7 - Área de Exposição Equivalente				
Parâmetro	Equação	Id	Valor	Referência
Estrutura	Ad=L*W+2*(3*H)*(L+W)+pi*(3*H)²	Ad	1,35E+04	Eq. A.2
	Am=2*500*(L+W)+pi*500²	Am	7,85E+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	0,00E+00	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	0,00E+00	Eq A.2

Tabela 8 - Número esperado Anual de Eventos perigosos				
Parâmetro	Equação	Id	Valor (1/ano)	Referência
Estrutura	Nd=Ng*Ad*Cd*10E-6	Nd	7,45E-02	Eq. A.4
	Nm=Ng*Am*10E-6	Nm	8,64E+00	Eq. A.6
Linha de energia	NLp=Ng*Alp*Cip*Cep*Ctp*10E-6	NLp	4,40E-02	Eq. A.8
	Nlp=Ng*Aip*Cip*Cep*Ctp*10E-6	Nlp	4,40E+00	Eq. A.10
	Ndjp=Ng*Adjp*Cdjp*Ctp*10E-6	Ndjp	0,00E+00	Eq. A.5
Linha de dados	NLd=Ng*Alt*Clt*Cet*Ctt*10E-6	NLd	4,40E-02	Eq. A.8
	Nld=Ng*Aid*Cid*Ced*Ctd*10E-6	Nld	4,40E+00	Eq. A.10
	Ndjd=Ng*Adjd*Cdjd*Ctd*10E-6	Ndjd	0,00E+00	Eq. A.5

Tabela 9 - Avaliação da Probabilidade Px de Danos					
Probabilidade da descarga causar:		Equação	Id	Valor	Referência
Ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico		Pa=Pta*Pb	Pa	1,00E+00	Eq. B.1
Probabilidade da descarga na estrutura causar falha nos sistemas interno	Energia	Pcp=Pspdp*Cldp	Pcp	1,00E+00	Eq. B.2
	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	6,67E-01	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	1,00E+00	Eq. B.10
	Dados	Pwd=Pspdd*Pldd*Cld	Pwd	1,00E+00	Eq. B.10
Probabilidade da descarga perto da linha causar falhas de sistemas internos	Energia	Pzp=Pspdp*Plip*Clip	Pzp	1,00E+00	Eq. B.11
	Dados	Pzd=Pspdd*Plid*Clid	Pzd	5,00E-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	6,67E-01	Eq. B.4
Pm=1-(1-Pmp)*(1-Pmd)			Pm	1,00E+00	Eq. 15

Tabela 10 - Análise das Componentes de Risco para R1				
Risco		Id	Valor	Referência
RA=Nd*Pa*LA		RA	3,54E-07	Eq. 6
RB=Nd*Pb*LB		RB	1,77E-05	Eq. 7
RC=Nd*Pc*LC		RC	0,00E+00	Eq. 8
RM=Nm*Pm*Lm		RM	0,00E+00	Eq. 9
Energia	RUp=(NLp+Ndjp)*Pup*LU	RUp	2,09E-07	Eq. 10
Dados	RUd=(NLd+Ndjd)*Pud*LU	RUd	2,09E-07	Eq. 10
RU=(NL+Ndj)*Pu*LU		RU	4,18E-07	Eq. 10
Energia	RVp=(NLp+Ndjp)*Pvp*LV	Rvp	1,04E-05	Eq. 11
Dados	RVd=(NLd+Ndjd)*Pvd*LV	Rvd	1,04E-05	Eq. 11
RV=(NL+Ndj)*Pv*LV		RV	2,09E-05	Eq. 11
Energia	RWp=(NLp+Ndjp)*Pwp*LW	RWp	2,09E-02	Eq. 12
Dados	RWd=(NLd+Ndjd)*Pwd*LW	RWd	2,09E-02	Eq. 12
RW=(NL+Ndj)*Pw*LW		RW	0,00E+00	Eq. 12
Energia	RZp=Nlp*Pzp*Lz	RZp	2,09E+00	Eq. 13
Dados	RZd=Nld*Pzd*Lz	RZd	1,04E+00	Eq. 13
RZ=Ni*Pz*LZ		RZ	0,00E+00	Eq. 13

Tabela 11 - Análise das Componentes de Risco para R4				
Risco		Id	Valor	Referência
RA=Nd*Pa*LA		RA	0,00E+00	Eq. 6
RB=Nd*Pb*LB		RB	0,00E+00	Eq. 7
RC=Nd*Pc*LC		RC	0,00E+00	Eq. 8
RM=Nm*Pm*LM		RM	0,00E+00	Eq. 9
Energia	Rup=(NLp+Ndjp)*Pup*LU	RUp	0,00E+00	Eq. 10
Dados	Rud=(NLd+Ndjd)*Pud*LU	RUd	0,00E+00	Eq. 10
Ru=(NL+Ndj)*Pu*LU		RU	0,00E+00	Eq. 10
Energia	Rvp=(NLp+Ndjp)*Pvp*LV	Rvp	0,00E+00	Eq. 11
Dados	Rvt=(NLt+Ndjt)*Pvt*LV	Rvt	0,00E+00	Eq. 11
RV=(NL+Ndj)*Pv*LV		RV	0,00E+00	Eq. 11
Energia	Rwp=(NLp+Ndjp)*Pwp*LW	RWp	0,00E+00	Eq. 12
Dados	Rwt=(NLt+Ndjt)*Pwt*LW	RWd	0,00E+00	Eq. 12
RW=(NL+Ndj)*Pw*Lw		RW	0,00E+00	Eq. 12
Energia	Rzp=Nlp*Pzp*LZ	RZp	0,00E+00	Eq. 13
Dados	Rzd=Nld*Pzd*LZ	RZd	0,00E+00	Eq. 13
RZ=Ni*Pz*Lz		RZ	0,00E+00	Eq. 13

Tabela 12 - Análise do Risco						
Equação	Id	Valor	Referência	Tolerável	Risco de explosão ou hospital	Não
R1=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ	R1	3,93E-05	Eq. 1	1,00E-05	Atendimento ao público	Não
R2=RB+RC+RM+RV+RW+RZ	R2	0,00E+00	Eq. 2	1,00E-03	Perda de patrimônio cultural	Não
R3=RB+RV	R3	0,00E+00	Eq. 3	1,00E-04	Animais	Não
R4=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ	R4	0,00E+00	Eq. 4	1,00E-03	Avaliação econômica	Não
RA+RB+RU+RV	-	3,93E-05	-	1,00E-05		

Considerando que:

R1 numera o risco de perda de vida humana;
R2 numera o risco de perdas de serviço público
R3 numera o risco de perdas de patrimônio cultural
R4 numera o risco de perdas de valor econômico
RA numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S1)
RB numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S1)
RC numera a componente relacionado à falha de sistemas internos (D3, S1)
RM numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S2)
RU numera a componente relacionado a seres vivos por choque elétrico (D1, S3)
RV numera a componente relacionado a danos físicos (D2, S3)
RW numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S3)
RZ numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S4)

Conclui-se:

Dada a análise de risco e comparando com os valores de risco máximos sugeridos pela ABNT NBR5419-2 de 2015, a edificação não está protegida contra descargas atmosféricas, pois o risco é maior que o risco máximo tolerável.