



MUNICÍPIO DE CRAVINHOS

ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRA E INFRAESTRUTURA

ABC
SOLUÇÕES

ANÁLISE DE RISCO DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Cliente	P M Cravinhos - Centro de Idoso
Endereço	Rua Jose Bento Pereira, 120 - Vila Claudia

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/km ² /ano)	Consultado em: http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng/	Ng	9,87	INPE
Dimensões da estrutura	Estudo com formato prismático simples	L	77,22	10.590
		W	50	
		H	7	
		AD'	-	
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 estrutura

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Linha de energia	Se aplica	Pli	0,1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Urbano	Ce	0,1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha de energia com neutro multiaterrado, Nenhuma	Cl dp	1	Tabela B.4
		Cl i	0,2	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	77,22	10589,68236
		Wj	50	
		Hj	7	
Fator de localização da estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	Cdj	0,5	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno	6,0 kV	Uw	6	Tabela B.8
		Ks4	0,167	Eq B.7
		PI d	1	Tabela B.8

Linha de sinal	Se aplica	Pli	0,04	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Aéreo	CI	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	Ct	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Urbano	Ce	0,1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada	RS	-	Tabela B.8



MUNICÍPIO DE CRAVINHOS

ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRA E INFRAESTRUTURA

ABC

SOLUÇÕES

Blindagem, aterramento, isolamento	Linha aérea blindada(energia ou sinal), Blindagem não interligada ao mes	Cldd	1	Tabela B.4
		Cli	0,1	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	77,22	10589,68236
		Wj	50	
		Hj	7	
Fator de localização da estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	Cdj	0,5	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno (kV)	6,0 kV	Uw	6	Tabela B.8
		Ks4	0,167	Eq B.7
		Pld	1	Tabela B.8

Tabela 3 - Características da Zona de Exposição

Parâmetro		Comentário	Id	Valor	Referência
Tipo de piso		Agricultura, concreto	rt	1,00E-02	Tabela C.3
Proteção contra choque (estrutura)		Nenhuma medida de proteção	Pta	1	Tabela B.1
Proteção contra choque (linha)		Restrições físicas	Ptu	0	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 norroteamento no sentido de evitar laços	Pspdp	1	Tabela B.5
	DPS	Nenhum sistema de DPS coordenado	Pspdp	1	Tabela B.3
Dados	Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação norroteamento no sentido de evitar laços	Pspdt	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 designad	hz	5	Tabela C.6

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

Parâmetro	Id	Valor	Referência
Ferimentos	Lt	1,00E-02	Tabela C.2
Danos Físicos	Lf1	2,00E-02	
Falhas de sistemas internos	Lo0	1,00E+00	
Número de pessoas na zona de perigo	nz	48	-
Número de pessoas na estrutura inteira	nt	50	
Horas por dia em que a estrutura se mantém ocupada	Thor	24	
Total de dias por ano em que a edificação se mantém ocupada	Tdia	365	
Tempo, em horas por ano, em que as pessoas estão presentes em um local perigoso	tz	8760	
$LU=LA=rt*Lf*nt*nt/tz/8760$	LU=LA	9,60E-05	Eq. C.1
$LB=LV=rp*rf*hz*Lf*nt/tz/8760$	LB=LV	9,60E-05	Eq C.3
$LC1=LM=LW=LZ=Lo0*nt/tz/8760$	LC= LM= LW= LZ	9,60E-01	Eq C.4

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

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
D2 - Danos Físicos	Gás, água, fornecimento de energia	Lf2	0,1	Tabela C.8
D3 - Falhas de sistemas interno	TV, linhas de sinais	Lo2	0,01	
	$LB2=LV=rp*rf*LF*nt/tz$	LB=LV	0,000096	Eq. C.7
	$LC2=LM=LW=LZ=Lo2*nt/tz$	LC= LM= LW= LZ	0,0096	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



MUNICÍPIO DE CRAVINHOS

ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRA E INFRAESTRUTURA

ABC

SOLUÇÕES

Tabela 6 - Perda Econômica - L4

Parâmetro	Comentário	Id	Valor	Referência
Ferimento devido a choque	Não se aplica	Lt	0	Tabela C.12
Danos físicos	Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial	Lf	0,2	Tabela C.12
Falha de sistemas	Hospital, industrial, escritório, hotel, comercial	Lo	0,01	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 incluindo suas atividades		cs	0	
Valor total da estrutura		ct	0	
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 7 - Área de Exposição Equivalente

Parâmetro	Equação	Id	Valor	Referência
Estrutura	$Ad=L*W+2*(3*H)*(L+W)+pi*(3*H)^2$	Ad	1,06E+04	Eq. A.2
	$Am=2*500*(L+W)+pi*500^2$	Am	9,13E+05	Eq. A.7
Linha de energia	$Alp=40*LI$	Alp	4,00E+04	Eq. A.9
	$Aip=4000*LI$	Aip	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adjp=Ljp*Wjp+2*(3*Hjp)*(Ljp+Wjp)+pi*(3*Hjp)^2$	Adjp	1,06E+04	Eq. A.2
Linha de dados	$Ald=40*LI$	Ald	4,00E+04	Eq. A.9
	$Aid=4000*LI$	Aid	4,00E+06	Eq. A.11
	$Adjd=Ljd*Wjd+2*(3*Hjd)*(Ljd+Wjd)+pi*(3*Hjd)^2$	Adjd	1,06E+04	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	5,23E-02	Eq. A.4
	$Nm=Ng*Am*10E-6$	Nm	9,01E+00	Eq. A.6
Linha de energia	$NLp=Ng*Alp*Cip*Cep*Ctp*10E-6$	NLp	3,95E-02	Eq. A.8
	$Nlp=Ng*Aip*Cip*Cep*Ctp*10E-6$	Nlp	3,95E+00	Eq. A.10
	$Ndjp=Ng*Adjp*Cjdp*Ctp*10E-6$	Ndjp	5,23E-02	Eq. A.5
Linha de dados	$NLd=Ng*Alt*Clc*Cet*Ctt*10E-6$	NLd	3,95E-02	Eq. A.8
	$Nld=Ng*Aid*Clc*Ced*Ctd*10E-6$	Nld	3,95E+00	Eq. A.10
	$Ndjd=Ng*Adjd*Cjdd*Ctd*10E-6$	Ndjd	5,23E-02	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	$Pcp=Pspdp*Clcp$	Pcp	1,00E+00	Eq. B.2
	Dados	$Pcd=Pspdd*Clcd$	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	1,67E-01	Eq. B.3
	Dados	$Pmd=Pspdd*Pmsd$	Pmd	1,67E-01	Eq. B.3
Probabilidade da descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque	Energia	$Pup=Ptu*Peb*Plcp*Clcp$	Pup	0,00E+00	Eq. B.8
	Dados	$Pud=Ptu*Peb*Plcd*Clcd$	Pud	0,00E+00	Eq. B.8
Probabilidade da descarga na linha causar falhas de sistemas internos	Energia	$Pwp=Pspdp*Plcp*Clcp$	Pwp	1,00E+00	Eq. B.10
	Dados	$Pwd=Pspdd*Plcd*Clcd$	Pwd	1,00E+00	Eq. B.10
Probabilidade da descarga perto da linha causar falhas de sistemas internos	Energia	$Pzp=Pspdp*Plip*Clip$	Pzp	2,00E-02	Eq. B.11
	Dados	$Pzd=Pspdd*Plid*Clid$	Pzd	4,00E-03	Eq. B.11
Probabilidade da descarga em uma linha causar danos físicos	Energia	$Pvp=Peb*Plcp*Clcp$	Pvp	1,00E+00	Eq. B.9
	Dados	$Pvd=Peb*Plcd*Clcd$	Pvd	1,00E+00	Eq. B.9
Energia		$Pmsp=(Ks1*Ks2*Ks3p*Ks4p)^2$	Pmsp	1,67E-01	Eq. B.4
Dados		$Pmst=(Ks1*Ks2*Ks3d*Ks4d)^2$	Pmst	1,67E-01	Eq. B.4
		$Pm=1-(1-Pmp)*(1-Pmd)$	Pm	3,06E-01	Eq. 15

Tabela 10 - Análise das Componentes de Risco para R1

Risco	Id	Valor	Referência
-------	----	-------	------------



MUNICÍPIO DE CRAVINHOS

ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRA E INFRAESTRUTURA

ABC

SOLUÇÕES

RA=Nd*Pa*LA		RA	5,02E-06	Eq. 6
RB=Nd*Pb*LB		RB	5,02E-06	Eq. 7
RC=Nd*Pc*LC		RC	5,02E-02	Eq. 8
RM=Nm*Pm*Lm		RM	2,64E+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	8,81E-06	Eq. 11
Dados	RVd=(NLd+Ndjd)*Pvd*LV	Rvd	8,81E-06	Eq. 11
RV=(NL+Ndj)*Pv*LV		RV	1,76E-05	Eq. 11
Energia	RWp=(NLp+Ndjp)*Pwp*LW	RWp	8,81E-02	Eq. 12
Dados	RWd=(NLd+Ndjd)*Pwd*LW	RWd	8,81E-02	Eq. 12
RW=(NL+Ndj)*Pw*LW		RW	1,76E-01	Eq. 12
Energia	RZp=Nlp*Pzp*Lz	RZp	7,58E-02	Eq. 13
Dados	RZd=Nld*Pzd*Lz	RZd	1,52E-02	Eq. 13
RZ=Ni*Pz*Lz		RZ	9,10E-02	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	Sim
R1=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ	R1	2,96E+00	Eq. 1	1,00E-05	Atendimento ao público	Sim
R2=RB+RC+RM+RV+RW+RZ	R2	0,00E+00	Eq. 2	1,00E-03	Perda de patrimônio cultural	Não
R3=RB+RV	R3	0,00E+00	Eq. 3	1,00E-04	Animais	Não
R4=RA+RB+RC+RM+RU+RV+RW+RZ	R4	0,00E+00	Eq. 4	1,00E-03	Avaliação econômica	Não
RA+RB+RU+RV	-	2,76E-05	-	1,00E-05		



MUNICÍPIO DE CRAVINHOS

ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRA E INFRAESTRUTURA

ABC
SOLUÇÕES

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 relacionada a danos físicos (D2, S3)

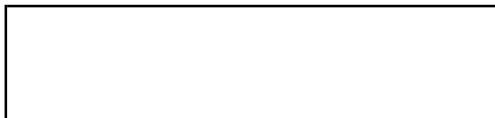
RW numera a componente relacionada à falha de sistemas internos (D3, S3)

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 NBR5410-2 de 2015, a edificação não está protegida contra descargas atmosféricas, pois o risco é menor que o risco máximo tolerável.

Um estudo de correção é dado.



Pedro Paulo Vaz dos Santos

Eng. Civil

CREA MG 372.052