

ANÁLISE DE RISCO PDA

Análise de Risco de Descargas Atmosféricas	
Cliente	US QUINTA DO PORTAL
Endereço	

As principais zonas de estudo podem ser definidas:

Z0 - Fora da estrutura

Z1 - Dentro da estrutura

São analisados:

- o risco de perda de vida humana;
- o risco de perda do serviço público;
- o risco de perdas de valor econômico.

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: ABNT NBR 5419 - Parte 2 - Anexo F http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng/	Ng	7	INPE
Dimensões da estrutura	Estudo com formato prismático simples	L	40	3.441
		W	16	
		H	5,65	
	AD' (somente para construções com formatos complexos)	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	II	Peb	0,02	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	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Enterrado	CI	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	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha de energia com neutro multiaterrado, Nenhuma	Cldp	1	Tabela B.4
		Cli	0,2	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
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	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	1	Tabela B.9
Comprimento (m)	Padrão LI=1000	LI	1000	Metros
Fator de instalação	Enterrado	CI	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	RS	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Linha aérea blindada(energia ou sinal), Blindagem não interligada ao mesmo potencial	Cldd	1	Tabela B.4
		Cli	0,1	
Estrutura adjacente	Dimensões da estrutura adjacente	Lj	0	0
		Wj	0	
		Hj	0	
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)	1,0 kV	Uw	1	Tabela B.8
		Ks4	1,000	Eq B.7

ANÁLISE DE RISCO PDA

INFORMAÇÃO (R/R)

Pld

1

Tabela B.8

Tabela 3 - Características da Zona de Exposição

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 extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, com Partimentos à prova de fogo			rt	1,00E-02	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		Sem perigo especial	hz	1	Tabela C.6

Uma das seguintes providências extintoras: instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, com Partimentos à prova de fogo

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	1,00E-01	
Falhas de sistemas internos	Lo0	1,00E-03	
Número de pessoas na zona de perigo	nz	20	-
Número de pessoas na estrutura inteira	nt	100	
Horas por dia em que a estrutura se mantém ocupada	Thor	10	
Total de dias por ano em que a edificação se mantém ocupada	Tdia	252	
Tempo, em horas por ano, em que as pessoas estão presentes em um local perigoso	tz	2520	
$LU=LA=rt*lt*nz/nt*tz/8760$	LU=LA	5,75E-06	Eq. C.1
$LB=LV=rp*rf*hz*lf*nz/nt*tz/8760$	LB=LV	2,88E-06	Eq. C.3
$LC1=LM=LW=LZ=Lo0*nz/nt*tz/8760$	LC=LM=LW=LZ	5,75E-05	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	
$LB2=LV=rp*rf*LF*nz/nt$		LB=LV	0,00001	Eq. C.7
$LC2=LM=LW=LZ=Lo2*nz/nt$		LC=LM=LW=LZ	0,002	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	0,5	
Valor do conteúdo da zona		cc	0,5	
Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades		cs	0,5	
Valor total da estrutura		ct	1,5	
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	0,00005	Eq. C.12
	$LC=LM=LW=LZ=Lo*cs/ct$	LC=LM=LW=LZ	3,33333E-05	Eq. C.13

Tabela 7 - Área de Exposição Equivalente

ANÁLISE DE RISCO PDA

Parâmetro	Equação	Id	Valor	Referência
Estrutura	$Ad=L*W+2*(3*H)*(L+W)+\pi*(3*H)^2$	Ad	3,44E+03	Eq. A.2
	$Am=2*500*(L+W)+\pi*500^2$	Am	8,41E+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	0,00E+00	Eq. A.2
	$Ald=40*LI$	Ald	4,00E+04	Eq. A.9
Linha de dados	$Aid=4000*LI$	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	1,20E-02	Eq. A.4
	$Nm=Ng*Am*10E-6$	Nm	5,89E+00	Eq. A.6
Linha de energia	$NLp=Ng*Alp*Cip*Cep*CTp*10E-6$	NLp	1,40E-02	Eq. A.8
	$Nlp=Ng*Aip*Cip*Cep*CTp*10E-6$	Nlp	1,40E+00	Eq. A.10
	$Ndjp=Ng*Adjp*Cdj*CTp*10E-6$	Ndjp	0,00E+00	Eq. A.5
	$NLd=Ng*Alt*Cl*CTt*10E-6$	NLd	1,40E-02	Eq. A.8
Linha de dados	$Nld=Ng*Aid*Cid*CTd*10E-6$	Nld	1,40E+00	Eq. A.10
	$Njd=Ng*Adjd*Cjd*CTd*10E-6$	Njd	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	$Pcp=Pspdp*Cl dp$	Pcp	1,00E+00	Eq. B.2
	Dados	$Pcd=Pspdd*Cl dd$	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	$Pup=Ptu*Peb*Pl dp*Cl dp$	Pup	0,00E+00	Eq. B.8
	Dados	$Pud=Ptu*Peb*Pl dd*Cl dd$	Pud	0,00E+00	Eq. B.8
Probabilidade da descarga na linha causar falhas de sistemas internos	Energia	$Pwp=Pspdp*Pl dp*Cl p$	Pwp	5,00E-01	Eq. B.10
	Dados	$Pwd=Pspdd*Pl dd*Cl d$	Pwd	5,00E-01	Eq. B.10
Probabilidade da descarga perto da linha causar falhas de sistemas internos	Energia	$Pzp=Pspdp*Pl ip*Cl ip$	Pzp	2,00E-01	Eq. B.11
	Dados	$Pzd=Pspdd*Pl id*Cl id$	Pzd	1,00E-01	Eq. B.11
Probabilidade da descarga em uma linha causar danos físicos	Energia	$Pvp=Peb*Pl dp*Cl dp$	Pvp	2,00E-02	Eq. B.9
	Dados	$Pvd=Peb*Pl dd*Cl dd$	Pvd	2,00E-02	Eq. B.9
Energia	$Pmsp=(Ks1*Ks2*Ks3p*Ks4p)^2$		Pmsp	1,00E+00	Eq. B.4
Dados	$Pmsd=(Ks1*Ks2*Ks3d*Ks4d)^2$		Pmsd	1,00E+00	Eq. B.4
$Pm=1-(1-Pmp)*(1-Pmd)$			Pm	1,00E+00	Eq. 15

Tabela 10 - Análise das Componentes de Risco para R1 e R2

Risco		Id	Valor	Referência
$RA=Nd*Pa*LA$		RA	6,93E-08	Eq. 6
$RB=Nd*Pb*LB$		RB	3,46E-08	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	$RUd=(NLd+Njd)*Pud*LU$	RUd	0,00E+00	Eq. 10
$RU=(NL+Ndj)*Pu*LU$		RU	0,00E+00	Eq. 10
Energia	$RVp=(NLp+Ndjp)*Pvp*LV$	Rvp	8,05E-10	Eq. 11
Dados	$RVd=(NLd+Njd)*Pvd*LV$	Rvd	8,05E-10	Eq. 11
$RV=(NL+Ndj)*Pv*LV$		RV	1,61E-09	Eq. 11
Energia	$RWp=(NLp+Ndjp)*Pwp*LW$	RWp	4,03E-07	Eq. 12
Dados	$RWd=(NLd+Njd)*Pwd*LW$	RWd	4,03E-07	Eq. 12
$RW=(NL+Ndj)*Pw*LW$		RW	0,00E+00	Eq. 12
Energia	$RZp=Nlp*Pzp*Lz$	RZp	1,61E-05	Eq. 13
Dados	$RZd=Nld*Pzd*Lz$	RZd	8,05E-06	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	6,02E-07	Eq. 7
$RC=Nd*Pc*LC$		RC	4,01E-07	Eq. 8
$RM=Nm*Pm*Lm$		RM	1,96E-04	Eq. 9
Energia	$Rup=(NLp+Ndjp)*Pup*LU$	RUp	0,00E+00	Eq. 10

ANÁLISE DE RISCO PDA

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	1,40E-08	Eq. 11
Dados	$Rvt=(NLt+Ndjt)*Pvt*LV$	Rvt	1,40E-08	Eq. 11
	$RV=(NL+Ndj)*Pv*LV$	RV	2,80E-08	Eq. 11
Energia	$Rwp=(NLp+Ndjp)*Pwp*LW$	RWp	2,33E-07	Eq. 12
Dados	$Rwt=(NLt+Ndjt)*Pwt*LW$	RWd	2,33E-07	Eq. 12
	$RW=(NL+Ndj)*Pw*Lw$	RW	4,67E-07	Eq. 12
Energia	$Rzp=Nlp*Pzp*LZ$	RZp	9,33E-06	Eq. 13
Dados	$Rzd=Nld*Pzd*LZ$	RZd	4,67E-06	Eq. 13
	$RZ=Ni*Pz*Lz$	RZ	1,40E-05	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	1,06E-07	Eq. 1	1,00E-05	Atendimento ao público	Sim
$R2=RB+RC+RM+RV+RW+RZ$	R2	3,63E-08	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	2,12E-04	Eq. 4	1,00E-03	Avaliação econômica	Sim

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 NBR 5419:2015 - Parte 2, constata-se que a **edificação está protegida** contra descargas atmosféricas, pois os riscos são menores que os riscos máximos toleráveis.