GERENCIAMENTO DE RISCO SPDA

INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo apresentar o gerenciamento de risco de SPDA da escola.

LOTE	ESCOLA	CIDADE
1	SEDE 12ª GRE	SÃO JOÃO DO PIAUÍ - PI

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

Ng = 3.53 [Descargas / km²/ano]
Fonte = Mapa - Nordeste

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 69 m
Largura [W] = 40 m
Altura [H] = 6 m

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m²]

Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + PI * (3 * H)^2
Ad = 69 * 40 + 2 * (3 * 6) * (69 + 40) + 3.14159 * (3 * 6)^2
Ad = 7701.88 m²

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos
Cd = 0.5

4.2) Comprimento da Linha de Energia

Ll = 50 [m]

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

Enterrado
Ci = 0.5

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

Linha de Energia em AT (com transformador AT/BT)
Ct = 0.2

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

Urbano
Ce = 0.1

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

```
Llt = 50 [m]
```

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

```
Aéreo
Cit = 1.0
```

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

```
Linha de Energia ou Sinal
Ctt = 1.0
```

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

```
Urbano
Cet = 0.1
```

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

```
Nd = Ng * Ad * Cd * 10^-6
Nd = 0.01359
```

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

```
Nm = Ng * Am * 10^-6
Am = 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2
Am = 894398.16
Nm = 3.15723
```

4.12) Nl - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia [por ano]

```
Nl = Ng * Al * Ci * Ce * Ct * 10^-6
Al = 40 * Ll
Al = 2000
Nl = 0.00007
```

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

```
Ni = Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^-6
Ai = 4000 * Ll
Ai = 200000
Ni = 0.00706
```

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]

```
Nlt = Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^-6
Alt = 40 * Llt
Alt = 2000
Nlt = 0.00071
```

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

```
Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^-6
```

Ait = 4000 * Llt
Ait = 200000
Nit = 0.0706

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

Estrutura não protegida por SPDA
Pb = 1

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

Linha enterrada não blindada
Cld = 1
Cli = 1

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

Linha aérea não blindada
Cldt = 1
Clit = 1

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha Wm,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: Ks1 = 0,12 x Wm1

Ks1 = 1

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

Uw = 2.5

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. Ks4 = 1 / Uw

Ks4 = 0.4

4.22) Uwt Sinal

Uwt = 1.5

4.23) Ks4t Sinal

Ks4t = 0.67

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

DPS Classe II
Peb = 0.02

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento (Uw=2.5)

Pld = 1

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento (Uw=1.5)
Pldt = 1

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

Pv = Peb * Pld * Cld
Pv = 0.02

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

Pvt = Peb * Pldt * Cldt
Pvt = 0.02

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Z1 (Interno)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

nz = 350

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

nt = 350

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

tz = 4300

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

te = 0

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Considerar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Desprezar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Isolação elétrica
Ptu = 0.01

5.1.11) Ks2

Ks2 = 1

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

DPS Classe II
Pspd = 0.02

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m2)
Ks3 = 1

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

DPS Classe II
Pspdt = 0.02

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m2)
Ks3t = 1

5.1.16) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

Pc = Pspd * Cld
Pc = 0.02

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

Pct = Pspdt * Cldt
Pct = 0.02

5.1.18) Pms

Pms = (Ks1 * Ks2 * Ks3 * Ks4)^2
Pms = 0.16

5.1.19) Pmst

Pmst = (Ks1 * Ks2 * Ks3t * Ks4t)^2
Pmst = 0.4489

5.1.20) Pm - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

Pm = Pspd * Pms
Pm = 0.0032

5.1.21) Pmt - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

Pmt = Pspdt * Pmst

Pm = 0.00898

5.1.22) Pu - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

Pu = Ptu * Peb * Pld * Cld
Pu = 0.0002

5.1.23) Put - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

Put = Ptu * Peb * Pldt * Cldt
Put = 0.0002

5.1.24) Pw - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

Pw = Pspd * Pld * Cld
Pw = 0.02

5.1.25) Pwt - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

Pwt = Pspdt * Pldt * Cldt
Pwt = 0.02

5.1.26) Pli

Pli para Uw = 2.5 kV
Pli = 0.3

5.1.27) Plit

Plit para Uwt = 1.5 kV
Plit = 0.5

5.1.28) Pz - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

Pz = Pspd * Pli * Cli
Pz = 0.006

5.1.29) Pzt - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

Pzt = Pspdt * Plit * Clit
Pzt = 0.01

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - Pta (Tabela B.1)

Nenhuma medida de Proteção
Pta = 1

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução rt (Tabela C.3)

Agricultura, concreto (Resistência de contato <= 1 ohm)
rt = 0.01

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução rp (Tabela C.4)

Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo, rotas de escape

rp = 0.5

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução rf (Tabela C.5)

Nenhum Risco de Explosão ou Incêndio
rf = 0

5.1.34) Perigo Especial - Fator hz (Tabela C.6)

Sem perigo especial
hz = 1

5.1.35) Pa - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

Pa = Pta * Pb
Pa = 1

5.1.36) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) Lt

Lt = 0.01

5.1.36.2) D2 - Danos Físicos - Lf (Tabela C.2)

Hospital, hotel, escola, edifício cívico
Lf = 0.1

5.1.36.3) D3 - Falhas de sistemas internos - Lo (Tabela C.2)

Não Aplicável
Lo = 0

5.1.36.4) La

La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)
La = 0.04909*10^-3

5.1.36.5) Lu

Lu = La = 0.04909*10^-3

5.1.36.6) Lb

Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)
Lb = 0

5.1.36.7) Lv

Lv = Lb = 0

5.1.36.8) Lc

Lc = Lo * (nz / nt) * (tz / 8760)
Lc = 0

5.1.36.9) Lm Lw Lz

Lm = Lw = Lz = Lc = 0

5.1.37) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

5.1.37.1) D2 - Danos Físicos - Lf (Tabela C.8)

```
Gás, água, fornecimento de energia
Lf2 = 0.1
```

5.1.37.2) D3 - Falhas de sistemas internos - Lo (Tabela C.8)

```
Gás, água, fornecimento de energia
Lo2 = 0.01
```

5.1.37.3) Lb2

```
Lb2 = rp * rf * Lf2 * (nz / nt)
Lb2 = 0
```

5.1.37.4) Lv2

```
Lv2 = Lb2 = 0
```

5.1.37.5) Lc2

```
Lc2 = Lo2 * (nz / nt)
Lc2 = 0.01
```

5.1.37.6) Lm2 Lw2 Lz2

```
Lm2 = Lw2 = Lz2 = Lc2 = 0.01
```

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Z1 (Interno)]

5.1.38.1) Ra

```
Ra = Nd * Pa * La
Ra = 0.01359 * 1 * 0.04909*10^-3
Ra = 0.00667*10^-4
```

5.1.38.2) Rb

```
Rb = Nd * Pb * Lb
Rb = 0.01359 * 1 * 0
Rb = 0
```

5.1.38.3) Ru

```
Ru = (Nl + Ndj) * Pu * Lu
Ru = (0.00007 + 0) * 0.0002 * 0.04909*10^-3
Ru = 0.00693*10^-10
```

5.1.38.4) Rut

```
Rut = (Nlt + Ndj1) * Put * Lu
Rut = (0.00071 + 0) * 0.0002 * 0.04909*10^-3
Rut = 0.00693*10^-9
```

5.1.38.5) Rv

```
Rv = (Nl + Ndj) * Pv * Lv
Rv = (0.00007 + 0) * 0.02 * 0
```

```
Rv = 0
```

5.1.38.6) Rvt

```
Rvt = (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv
Rvt = (0.00071 + 0) * 0.02 * 0
Rvt = 0
```

5.1.38.7) R1z

```
R1z = Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt
R1z = 0.00667*10^-4 + 0 + 0.00693*10^-10 + 0 + 0.00693*10^-9 + 0
R1z = 0.0667 x 10^-5
```

5.1.39) Riscos [R2] da Zona [Z1 (Interno)]

5.1.39.1) Rb2

```
Rb2 = Nd * Pb * Lb2
Rb2 = 0.01359 * 1 * 0
Rb2 = 0
```

5.1.39.2) Rc2

```
Rc2 = Nd * Pc * Lc2
Rc2 = 0.01359 * 0.02 * 0.01
Rc2 = 0.02719*10^-4
```

5.1.39.3) Rm2

```
Rm2 = Nm * Pm * Lm2
Rm2 = 3.15723 * 0.0032 * 0.01
Rm2 = 0.0001
```

5.1.39.4) Rv2

```
Rv2 = (Nl + Ndj) * Pv * Lv2
Rv2 = (0.00007 + 0) * 0.02 * 0
Rv2 = 0
```

5.1.39.5) Rvt2

```
Rvt2 = (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv2
Rvt2 = (0.00071 + 0) * 0.02 * 0
Rvt2 = 0
```

5.1.39.6) Rw2

```
Rw2 = (Nl + Ndj) * Pw * Lw2
Rw2 = (0.00007 + 0) * 0.02 * 0.01
Rw2 = 0.01412*10^-6
```

5.1.39.7) Rwt2

```
Rwt2 = (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw2
Rwt2 = (0.00071 + 0) * 0.02 * 0.01
Rwt2 = 0.01412*10^-5
```

5.1.39.8) Rz2

```
Rz2 = Ni * Pz * Lz2
Rz2 = 0.00706 * 0.006 * 0.01
Rz2 = 0.04236*10^-5
```

5.1.39.9) R2z

```
R2z = Rb2 + Rc2 + Rm2 + Rv2 + Rw2 + Rz2 + Rvt2 + Rwt2 + Rzt2
R2z = 0 + 0.02719*10^-4 + 0.0001 + 0 + 0.01412*10^-6 + 0.04236*10^-5 + 0 +
0.01412*10^-5 + 0.00706*10^-3
R2z = 0.111 x 10^-3
```

6) Risco Total

6.1) R1

```
Ra + Rb = 0.0667 x 10^-5
R1 = 0.0667 x 10^-5
Rt1 = 1 x 10^-5
R1 <= Rt1
(Ra + Rb) <= Rt1
[OK]
```

6.2) R2

```
Ra + Rb = 0.0
R2 = 0.111 x 10^-3
Rt2 = 1 x 10^-3
R2 <= Rt2
(Ra + Rb) <= Rt2
[OK]
```

6.3) Estrutura Protegida.

```
R1 <= Rt1
R2 <= Rt2
```

CONCLUSÃO

Diante do apresentado acima, foi verificado que a SEDE da 12ª GRE – SÃO JOÃO DO PIAUÍ, não necessita de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas – SPDA, pois o sistema de DPS coordenado atende as risco calculados.

REFERÊNCIA

Associação Brasileira De Normas Técnicas – ABNT. **Proteção De Estruturas Contra Descargas Atmosféricas – NBR 5419-2,** Rio de Janeiro, 2015.

Teresina-PI, 20 de junho de 2025.

Documento assinado digitalmente
MARCIENIO ROCHA MARQUES
Data: 20/06/2025 09:39:57-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Marciênio Rocha Marques
Engenheiro Eletricista
CREA/PI: RN 1910013498