

**NBR-5419:2015**

**SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas)**

**Projeto: JUIZADO DE FEIRA DE SANTANA**

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

$Ng = 1.27 \text{ [Descargas / km}^2\text{/ano]}$

Fonte = Mapa - Brasil

### **2) Geometria da Estrutura**

Comprimento [L] = 53.34 m

Largura [W] = 46.97 m

Altura [H] = 7.5 m

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

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2$

$Ad = 53.34 * 46.97 + 2 * (3 * 7.5) * (53.34 + 46.97) + 3.14159 * (3 * 7.5)^2$

$Ad = 8609.76 \text{ m}^2$

### **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**

$L1 = 1000 \text{ [m]}$

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

Aéreo

$Ci = 1.0$

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

Linha de Energia ou Sinal

$Ct = 1.0$

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

Urbano

$Ce = 0.1$

#### **4.6) Comprimento da Linha de Sinal**

$L1t = 1000 \text{ [m]}$

#### **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 = 0.00547

#### 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 = 885708.16

Nm = 1.12485

#### 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 = 40000

Nl = 0.00508

#### 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 = 4000000

Ni = 0.508

#### 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 = 40000

Nlt = 0.00508

#### 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 = 4000000

Nit = 0.508

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

Estrutura não protegida por SPDA

$$P_b = 1$$

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

Linha aérea não blindada

$$C_{ld} = 1$$

$$C_{li} = 1$$

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

Linha aérea não blindada

$$C_{ldt} = 1$$

$$C_{lit} = 1$$

#### 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  $W_m$ , fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como:  $Ks1 = 0,12 \times W_{m1}$

$$Ks1 = 1$$

#### 4.20) Uw Energia

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

$$U_w = 2.5$$

#### 4.21) Ks4 Energia

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

$$Ks4 = 0.4$$

#### 4.22) Uwt Sinal

$$U_{wt} = 1.5$$

#### 4.23) Ks4t Sinal

$$Ks4t = 0.67$$

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

DPS Classe I

$$P_{eb} = 0.01$$

#### 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 ( $U_w=2.5$ )

$$P_{ld} = 1$$

#### 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 ( $U_w=1.5$ )  
 $P_{ldt} = 1$

#### **4.27) $P_v$ - Probabilidade de Descarga de Energia Causada por Físicos**

$P_v = P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$   
 $P_v = 0.01$

#### **4.28) $P_{vt}$ - Probabilidade de Descarga de Sinal Causada por Físicos**

$P_{vt} = P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$   
 $P_{vt} = 0.01$

### **5) Zonas da Edificação**

#### **5.1) Zona: Z1 (entrada área fora da edificação)**

##### **5.1.1) Número de pessoas na Zona**

$n_z = 357$

##### **5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura**

$n_t = 225$

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

$t_z = 8760$

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

$t_e = 0$

##### **5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente**

Considerar

##### **5.1.6) L2 - Perda aceitável de serviço ao público**

Desprezar

##### **5.1.7) L3 - Perda aceitável 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 (descarga de linha) - $P_{tu}$ (Tabela B.6)**

Nenhuma medida de proteção  
 $P_{tu} = 1$

#### **5.1.11) Ks2**

$K_{s2} = 1$

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

DPS Classe I  
 $P_{spd} = 0.01$

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

Cabo não blindado - sempre ocupação no roteamento no sentido de evitar laços  
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios  
(área do laço da ordem de 50 m<sup>2</sup>)  
 $K_{s3} = 1$

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

Nenhuma sistema de DPS coordenado  
 $P_{spdt} = 1$

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

Cabo não blindado - sempre ocupação no roteamento no sentido de evitar laços  
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios  
(área do laço da ordem de 50 m<sup>2</sup>)  
 $K_{s3t} = 1$

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

$P_c = P_{spd} * C_{ld}$   
 $P_c = 0.01$

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

$P_{ct} = P_{spdt} * C_{ldt}$   
 $P_{ct} = 1$

#### **5.1.18) Pms**

$P_{ms} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3} * K_{s4})^2$   
 $P_{ms} = 0.16$

#### **5.1.19) Pmst**

$P_{mst} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3t} * K_{s4t})^2$   
 $P_{mst} = 0.4489$

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

$P_m = P_{spd} * P_{ms}$   
 $P_m = 0.0016$

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

$$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mst}$$

$$P_m = 0.4489$$

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

$$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$

$$P_u = 0.01$$

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

$$P_{ut} = P_{tu} * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$$

$$P_{ut} = 0.01$$

#### **5.1.24) Pw - Probabilidade de Descarga na linha causar falha de sistemas internos**

$$P_w = P_{spd} * P_{ld} * C_{ld}$$

$$P_w = 0.01$$

#### **5.1.25) Pwt - Probabilidade de Descarga na linha causar falha de sistemas internos SINAL**

$$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$$

$$P_{wt} = 1$$

#### **5.1.26) Pli**

$$P_{li} \text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV}$$

$$P_{li} = 0.3$$

#### **5.1.27) Plit**

$$P_{lit} \text{ para } U_{wt} = 1.5 \text{ kV}$$

$$P_{lit} = 0.5$$

#### **5.1.28) Pz - Probabilidade de Descarga perto da linha causar falha de sistemas internos**

$$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$$

$$P_z = 0.003$$

#### **5.1.29) Pzt - Probabilidade de Descarga perto da linha causar falha de sistemas internos SINAL**

$$P_{zt} = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$$

$$P_{zt} = 0.5$$

#### **5.1.30) Medidas de Proteção (descarga na estrutura) - Pta (Tabela B.1)**

$$\text{Nenhuma medida de Proteção}$$

$$P_{ta} = 1$$

#### **5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução $r_t$ (Tabela C.3)**

$$\text{Agricultura, concreto (Resistência de contato } \leq 1 \text{ ohm)}$$

$$r_t = 0.01$$

#### **5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução $r_p$ (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 $r_f$ (Tabela C.5)**

Incêndio: Risco Normal  
 $r_f = 0.01$

#### **5.1.34) Perigo Especial - Fator $h_z$ (Tabela C.6)**

Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)  
 $h_z = 2$

#### **5.1.35) $P_a$ - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque**

$P_a = P_{ta} * P_b$   
 $P_a = 1$

#### **5.1.36) $L_1$ - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente**

##### **5.1.36.1) $L_t$**

$L_t = 0.01$

##### **5.1.36.2) $D_2$ - Danos Físicos - $L_f$ (Tabela C.2)**

Outros  
 $L_f = 0.01$

##### **5.1.36.3) $D_3$ - Falhas de sistemas internos - $L_o$ (Tabela C.2)**

Não Aplicável  
 $L_o = 0$

##### **5.1.36.4) $L_a$**

$L_a = r_t * L_t * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$   
 $L_a = 0.00016$

##### **5.1.36.5) $L_u$**

$L_u = L_a = 0.00016$

##### **5.1.36.6) $L_b$**

$L_b = r_p * r_f * h_z * L_f * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$   
 $L_b = 0.00016$

##### **5.1.36.7) $L_v$**

$L_v = L_b = 0.00016$

##### **5.1.36.8) $L_c$**

$$L_c = L_o * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$$

$$L_c = 0$$

### 5.1.36.9) LmLwLz

$$L_m = L_w = L_z = L_c = 0$$

## 5.1.37) Riscos da Zona

### 5.1.37.1) Ra

$$R_a = N_d * P_a * L_a$$

$$R_a = 0.00547 * 1 * 0.00016$$

$$R_a = 0.0009 * 10^{-3}$$

### 5.1.37.2) Rb

$$R_b = N_d * P_b * L_b$$

$$R_b = 0.00547 * 1 * 0.00016$$

$$R_b = 0.0009 * 10^{-3}$$

### 5.1.37.3) Rc

$$R_c = N_d * P_c * L_c$$

$$R_c = 0.00547 * 0.01 * 0$$

$$R_c = 0$$

### 5.1.37.4) Rm

$$R_m = N_m * P_m * L_m$$

$$R_m = 1.12485 * 0.0016 * 0$$

$$R_m = 0$$

### 5.1.37.5) Ru

$$R_u = (N_l + N_{dj}) * P_u * L_u$$

$$R_u = (0.00508 + 0) * 0.01 * 0.00016$$

$$R_u = 0.0001 * 10^{-4}$$

### 5.1.37.6) Rut

$$R_{ut} = (N_{lt} + N_{dj}) * P_{ut} * L_u$$

$$R_{ut} = (0.00508 + 0) * 0.01 * 0.00016$$

$$R_{ut} = 0.0001 * 10^{-4}$$

### 5.1.37.7) Rv

$$R_v = (N_l + N_{dj}) * P_v * L_v$$

$$R_v = (0.00508 + 0) * 0.01 * 0.00016$$

$$R_v = 0.0001 * 10^{-4}$$

### 5.1.37.8) Rvt

$$R_{vt} = (N_{lt} + N_{dj}) * P_{vt} * L_v$$

$$R_{vt} = (0.00508 + 0) * 0.01 * 0.00016$$

$$R_{vt} = 0.0001 * 10^{-4}$$



### 5.1.37.9) Rw

```
Rw = (Nl + Ndj) * Pw * Lw
Rw = (0.00508 + 0) * 0.01 * 0
Rw = 0
```

### 5.1.37.10) Rwt

```
Rwt = (Nlt + Ndj) * Pwt * Lw
Rwt = (0.00508 + 0) * 1 * 0
Rwt = 0
```

### 5.1.37.11) Rz

```
Rz = Ni * Pz * Lz
Rz = 0.508 * 0.003 * 0
Rz = 0
```

### 5.1.37.12) R1z

```
R1z = Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt
R1z = 0.0009*10^-3 + 0.0009*10^-3 + 0.0001*10^-4 + 0.0001*10^-4 + 0.0001*10^-4 +
0.0001*10^-4
R1z = 0.0018*10^-3
```

## 6) Risco Total

### 6.1) R1

```
Ra + Rb = 0.0017*10^-3
R1 = 0.0018*10^-3
Rt1 = 1 * 10^-5
R1 <= Rt1
(Ra + Rb) <= Rt1
[OK]
```

### 6.2) EstruturaProtegida.

```
R1 <= Rt1
```

Arquivo: E:\PROJETOS\JUIZADO FEIRA DE SANTANA\APOIO CAD\ESTUDOS\MARCO\JUIZADO DE FEIR DE SANTANA-Terreo - SPDA.rtf