

Projeto: GR-IGREJA SANTO ANTONIO

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

Ng = 0.5 [Descargas / km²/ano]
Fonte = Mapa - Internet

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 27 m
Largura [W] = 9.95 m
Altura [H] = 25 m

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

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + PI * (3 * H)^2$
 $Ad = 27 * 9.95 + 2 * (3 * 25) * (27 + 9.95) + 3.14159 * (3 * 25)^2$
 $Ad = 23482.61 \text{ m}^2$

4) Geometria da Estrutura Adjacente [ENERGIA]

Comprimento [Lj] = 33 m
Largura [Wj] = 10 m
Altura [Hj] = 10 m

5) Adj - Área de exposição equivalente [em m²]

$Adj = Lj * Wj + 2 * (3 * Hj) * (Lj + Wj) + PI * (3 * Hj)^2$
 $Adj = 33 * 10 + 2 * (3 * 10) * (33 + 10) + 3.14159 * (3 * 10)^2$
 $Adj = 5737.43 \text{ m}^2$

6) Geometria da Estrutura Adjacente [SINAL]

Comprimento [Lj1] = 33 m
Largura [Wj1] = 10 m
Altura [Hj1] = 10 m

7) Adj1 - Área de exposição equivalente [em m²]

$Adj1 = Lj1 * Wj1 + 2 * (3 * Hj1) * (Lj1 + Wj1) + PI * (3 * Hj1)^2$
 $Adj1 = 33 * 10 + 2 * (3 * 10) * (33 + 10) + 3.14159 * (3 * 10)^2$
 $Adj1 = 5737.43 \text{ m}^2$

8) Fatores de Ponderação

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

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

8.2) Fator de Localização da Estrutura ADJACENTE [Energia] - Cdj (Tabela A.1)

Estrutura ADJACENTE cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$$Cd_j = 0.5$$

8.3) Fator de Localização da Estrutura ADJACENTE [Sinal] - Cd_{j1} (Tabela A.1)

Estrutura ADJACENTE cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos
 $Cd_{j1} = 0.5$

8.4) Comprimento da Linha de Energia

$$L_l = 20 \text{ [m]}$$

8.5) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - C_i (Tabela A.2)

Aéreo
 $C_i = 1.0$

8.6) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - C_t (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $C_t = 1.0$

8.7) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - C_e (Tabela A.4)

Urbano
 $C_e = 0.1$

8.8) Comprimento da Linha de Sinal

$$L_{lt} = 20 \text{ [m]}$$

8.9) Fator de Instalação da Linha SINAL - C_{it} (Tabela A.2)

Aéreo
 $C_{it} = 1.0$

8.10) Fator do Tipo de Linha SINAL - C_{tt} (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $C_{tt} = 1.0$

8.11) Fator Ambiental da Linha SINAL - C_{et} (Tabela A.4)

Urbano
 $C_{et} = 0.1$

8.12) N_d - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$$N_d = N_g * A_d * C_d * 10^{-6}$$
$$N_d = 0.00587$$

8.13) N_{dj} - Número de Eventos Perigosos pela Estrutura Adjacente Energia [por ano]

$$N_{dj} = N_g * A_{dj} * C_{dj} * 10^{-6}$$
$$N_{dj} = 0.00143$$

8.14) N_{dj1} - Número de Eventos Perigosos pela Estrutura Adjacente Sinal [por ano]

$$N_{dj1} = N_g * A_{dj1} * C_{dj1} * 10^{-6}$$

$$Ndj1 = 0.00143$$

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

$$\begin{aligned} Nm &= Ng * Am * 10^{-6} \\ Am &= 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2 \\ Am &= 822348.16 \\ Nm &= 0.41117 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Nl &= Ng * Al * Ci * Ce * Ct * 10^{-6} \\ Al &= 40 * Ll \\ Al &= 800 \\ Nl &= 0.04 * 10^{-3} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Ni &= Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^{-6} \\ Ai &= 4000 * Ll \\ Ai &= 80000 \\ Ni &= 0.004 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Nlt &= Ng * Alt * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6} \\ Alt &= 40 * Llt \\ Alt &= 800 \\ Nlt &= 0.04 * 10^{-3} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Nit &= Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6} \\ Ait &= 4000 * Llt \\ Ait &= 80000 \\ Nit &= 0.004 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &\text{Estrutura não protegida por SPDA} \\ Pb &= 1 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &\text{Linha aérea não blindada} \\ Cld &= 1 \\ Cli &= 1 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &\text{Linha aérea não blindada} \\ Cldt &= 1 \\ Clit &= 1 \end{aligned}$$

8.23) 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: $Ks1 = 0,12 \times W_{m1}$

$$Ks1 = 1$$

8.24) Uw Energia

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

$$Uw = 2.5$$

8.25) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido.

$$Ks4 = 1 / Uw$$

$$Ks4 = 0.4$$

8.26) Uwt Sinal

$$Uwt = 1.5$$

8.27) Ks4t Sinal

$$Ks4t = 0.67$$

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

Sem DPS

$$Peb = 1$$

8.29) 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 ($Uw=2.5$)

$$Pld = 1$$

8.30) 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 ($Uw=1.5$)

$$Pldt = 1$$

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

$$Pv = Peb \times Pld \times Cld$$

$$Pv = 1$$

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

$$Pvt = Peb \times Pldt \times Cl dt$$

$$Pvt = 1$$

9) Zonas da Edificação

9.1) Zona: Z1-IGREJA

9.1.1) Número de pessoas na Zona

$n_z = 150$

9.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$n_t = 150$

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

$t_z = 8760$

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

$t_e = 2628$

9.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

9.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

9.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

9.1.8) L4 - Perda econômica

Desprezar

9.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

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

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

9.1.11) Ks2

$K_{s2} = 1$

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

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

9.1.13) 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)
 $K_{s3} = 1$

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

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

9.1.15) 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)
 $K_{s3t} = 1$

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

$P_c = P_{spd} * C_{ld}$
 $P_c = 1$

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

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

9.1.18) Pms

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

9.1.19) Pmst

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

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

$P_m = P_{spd} * P_{ms}$
 $P_m = 0.16$

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

$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mst}$
 $P_m = 0.4489$

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

$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$
 $P_u = 1$

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

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

Put = 1

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

$P_w = P_{spd} * P_{ld} * C_{ld}$
Pw = 1

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

$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$
Pwt = 1

9.1.26) Pli

Pli para Uw = 2.5 kV
Pli = 0.3

9.1.27) Plit

Plit para Uwt = 1.5 kV
Plit = 0.5

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

$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$
Pz = 0.3

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

$P_{zt} = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$
Pzt = 0.5

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

Nenhuma medida de Proteção
Pta = 1

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

Mármore, cerâmica (Resistência de contato entre 1 e 10 ohms)
rt = 0.001

9.1.32) 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

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

Incêndio: Risco Baixo
rf = 0.001

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

Sem perigo especial
 $hz = 1$

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

$Pa = Pta * Pb$
 $Pa = 1$

9.1.36) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

9.1.36.1) Lt

$Lt = 0.01$

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

Entretenimento publico, igreja, museu
 $Lf = 0.05$

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

Não Aplicável
 $Lo = 0$

9.1.36.4) La

$La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)$
 $La = 0.01 * 10^{-3}$

9.1.36.5) Lu

$Lu = La = 0.01 * 10^{-3}$

9.1.36.6) Le

$Le = 1.0 * (te / 8760)$
 $Le = 0.3$

9.1.36.7) Lb

$Lb = rp * rf * hz * (Lf + Le) * (nz / nt) * (tz / 8760)$
 $Lb = 0.00018$

9.1.36.8) Lv

$Lv = Lb = 0.00018$

9.1.36.9) Lc

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

9.1.36.10) Lm Lw Lz

$Lm = Lw = Lz = Lc = 0$

9.1.37) Riscos [R1] da Zona [Z1-IGREJA]

9.1.37.1) Ra

$$\begin{aligned} Ra &= Nd * Pa * La \\ Ra &= 0.00587 * 1 * 0.01*10^{-3} \\ Ra &= 0.00587*10^{-5} \end{aligned}$$

9.1.37.2) Rb

$$\begin{aligned} Rb &= Nd * Pb * Lb \\ Rb &= 0.00587 * 1 * 0.00018 \\ Rb &= 0.01027*10^{-4} \end{aligned}$$

9.1.37.3) Ru

$$\begin{aligned} Ru &= (Nl + Ndj) * Pu * Lu \\ Ru &= (0.04*10^{-3} + 0.00143) * 1 * 0.01*10^{-3} \\ Ru &= 0.01474*10^{-6} \end{aligned}$$

9.1.37.4) Rut

$$\begin{aligned} Rut &= (Nlt + Ndj1) * Put * Lu \\ Rut &= (0.04*10^{-3} + 0.00143) * 1 * 0.01*10^{-3} \\ Rut &= 0.01474*10^{-6} \end{aligned}$$

9.1.37.5) Rv

$$\begin{aligned} Rv &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv \\ Rv &= (0.04*10^{-3} + 0.00143) * 1 * 0.00018 \\ Rv &= 0.0258*10^{-5} \end{aligned}$$

9.1.37.6) Rvt

$$\begin{aligned} Rvt &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv \\ Rvt &= (0.04*10^{-3} + 0.00143) * 1 * 0.00018 \\ Rvt &= 0.0258*10^{-5} \end{aligned}$$

9.1.37.7) R1z

$$\begin{aligned} R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\ R1z &= 0.00587*10^{-5} + 0.01027*10^{-4} + 0.01474*10^{-6} + 0.0258*10^{-5} + 0.01474*10^{-6} \\ &+ 0.0258*10^{-5} \\ R1z &= 0.163 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

10) Risco Total

10.1) R1

$$\begin{aligned} Ra + Rb &= 0.109 \times 10^{-5} \\ R1 &= 0.163 \times 10^{-5} \\ Rt1 &= 1 \times 10^{-5} \\ R1 &\leq Rt1 \\ (Ra + Rb) &\leq Rt1 \\ [OK] \end{aligned}$$

10.2) Estrutura Protegida.

$$R1 \leq Rt1$$